

АННОТАЦИЯ

Выпускная работа 107 с., 14 табл., 14 источн., 6 л. графич. материала.

ВОДЯНОЕ ОТОПЛЕНИЕ, ГАЗОВОЕ ОТОПЛЕНИЕ, ТЕПЛОВЫЕ ПОТЕРИ, КОМФОРТНЫЕ УСЛОВИЯ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, РАСЧЕТ ГОРЕНИЯ ТОПЛИВА.

Объектом расчета является производственный корпус, расположенный в городе Омске, в котором происходит испытание стенда для регулировки и испытания бензинового двигателя.

Цель работы – проект отопления и вентиляции для заданного производственного корпуса, для создания комфортных условий, пребывающих в нем людей.

В ходе проекта были рассмотрены варианты отопления цеха: водяное, и отопление газовыми инфракрасными излучателями.

Выпускная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft®Office Word 2003 (Professional).

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЩИЕ ДАННЫЕ	6
2 РАСЧЕТ ОТОПЛЕНИЯ	6
2.1 Тепловой баланс помещения	7
2.2 Расчет теплопотерь через ограждающие конструкции	7
2.3 Виды систем отопления и режим их работы	16
2.4 Основные элементы систем отопления	17
2.5 Определение поверхности нагревательных приборов	18
2.6 Гидравлический расчет системы отопления корпуса	23
2.7 Тепловой пункт системы отопления	27
3 СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ ГАЗОВЫМИ ИНФРАКРАСНЫМИ ИЗЛУЧАТЕЛЯМИ	29
3.1 Светлые системы	32
3.2 Темные системы	34
3.3 Расчет тепловой нагрузки системы отопления	36
3.4 Выбор типа и количества горелок инфракрасного излучения	36
3.5 Расчет процесса горения топлива	38
3.6 Аэродинамический расчет газопровода	41
3.7 Расчет удаления дымовых газов	46
3.8 Компоновка газорегуляторного пункта	49
4. АСР ПОДАЧИ ГАЗА В ГАЗОПРОВОДЕ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ	50
4.2 Краткое описание технологии работы оборудования	50
4.3 Структурная схема АСР	51
4.4 Обзор и выбор существующей аппаратуры измерения и регулирования	51

4.5 Разработка функциональной схемы контроля и автоматического регулирования технологического объекта	54
4.6 Разработка заказной спецификации на приборы и средства контроля регулирования	54
5 РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИИ	59
5.1 Требования, предъявляемые к вентиляции	59
5.2 Принципы устройства вентиляции	60
5.3 Вытяжная система вентиляции	62
6 СОЦИАЛЬНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.	77
6.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов	77
6.2 Техника безопасности	80
6.3 Производственная санитария	82
6.4 Шум и вибрация .	84
6.5 Электробезопасность.	86
6.6 Освещение	86
6.7 Пожарная безопасность	87
6.8 Охрана окружающей среды	92
6.9 Чрезвычайные ситуации	94
7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСОДЕРЖАНИЕ.	96
7.1 Расчет инвестиций в систему отопления	97
7.2 Расчет ежегодных эксплуатационных издержек на содержание системы отопления	99
7.3 Приведенные затраты	100
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	104
Список использованной литературы	107

ВВЕДЕНИЕ

Человеку, где бы он ни находился, необходимо ощущать себя комфортно. Особенно это важно учитывать при нахождении человека в производственном корпусе.

Человеческий организм способен к поддержанию теплового баланса – этот процесс называется терморегуляцией. Она позволяет поддерживать температуру человеческого тела постоянной (36,6 °C). При понижении температуры воздуха в помещении должно произойти повышение теплоотдачи. Однако терморегуляция позволяет уменьшить теплоотдачу. При повышении параметров воздуха интенсивность испарения повышается.

Длительное пребывание человека в условиях повышенной или пониженной температуры может привести к нарушению процесса терморегуляции и происходит либо перегрев, либо переохлаждение. Условия воздушной среды, при которых отсутствуют неприятные условия и напряженность системы называются комфортными.

Воздух рассматривается как фактор жизнедеятельности человека. Воздух – это рабочий агент, который может выносить из помещения пыль, влагу, тепло, микроорганизмы и вносить необходимые компоненты.

В нашей стране, где заботе о человеке придается большое значение, вопрос о вентилировании производственных помещений приобретает особую важность и имеет целью создание максимально комфортных условий как для создания высокопроизводительного труда. Системы вентиляции обеспечивают удаление из помещений загрязненного и подачу в него чистого воздуха, нагревание, увлажнение, очистку, охлаждение и осушку приточного воздуха. Задача создания эффективно действующей вентиляции решается экономичными и прогрессивными способами – устраиваются комбинированные системы вентиляции для промышленных предприятий с использованием воздушных душей на рабочих местах, систем местных отсосов, а также воздушных завес у наружных ворот и проемов в ограждениях.

Для поддержания комфортных условий человека необходим расчет системы отопления. Системы отопления предназначены для длительной эксплуатации совместно с другими системами технического обеспечения жизни и деятельности людей и поэтому являются частью технологического оборудования зданий. Поэтому при проектировании отопления решают задачи создания надежных и экономичных систем.

Решение этих проблем дает возможность расчета отопления и вентиляции.

1 ОБЩИЕ ДАННЫЕ

1.1 Характеристика здания

Производственный корпус размерами $A \times B \times H = 24 \times 12 \times 4$ м. расположен в г. Омске, состоит из железобетонных стен, толщиной $\delta = 600$ мм.. Полы неутепленные, бетонные. Бесчердачное перекрытие из армоцементных, железобетонных сборных плит с рулонной кровлей толщиной $\delta = 50$ мм (конструктивные слои: водоизоляционный ковер, выравнивающий слой, утеплитель, пароизоляция, сборные волнистые плиты) и утеплителем – термизом, толщиной 100 мм. Другими сторонами корпус расположен к проездам, застроенными по противоположным сторонам другими корпусами.

2 РАСЧЕТ ОТОПЛЕНИЯ

2.1 Тепловой баланс помещения

В зданиях с постоянным тепловым режимом требуется круглосуточное поддержание в течение всего отопительного периода установленной температуры воздуха. Поддержание установленных нормативными документами температур воздуха в помещениях обеспечивается в зданиях, как правило, работой системы отопления. Поэтому при решении вопроса о необходимости устройства системы отопления и её мощности составляют тепловой баланс помещений, представляющий собой сопоставление теплопотерь, т.е. расхода теплоты из помещения $Q_{\text{пот}}$ и теплопоступлений $Q_{\text{пост}}$ при максимальном дефиците теплоты в расчетном режиме функционирования системы в здании.

В производственном здании при сведении теплового баланса принимают в расчет интервал технологического цикла с наименьшими теплопоступлениями.

Тепловая мощность отопительной установки помещения $Q_{\text{от}}$ для компенсации дефицита теплоты равна [9]

$$Q_{\text{от}} = Q_{\text{пот}} - Q_{\text{пост}}, \text{ Вт} \quad (2.1)$$

где $Q_{\text{пот}}$ – теплопотери в помещении, Вт;

$Q_{\text{пост}}$ – постоянное часовое теплоступление в помещение, Вт.

Учитывая, что теплоступление в помещение $Q_{\text{пост}}$ от технологического оборудования, нагретых материалов, людей и искусственного освещения незначительно, то пренебрегаем данной величиной. Тогда получим

$$Q_{\text{от}} = Q_{\text{пот}}, \text{ Вт} \quad (2.2)$$

Расход теплоты в помещении в общем случае можно представить следующей зависимостью

$$Q_{\text{пот}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{и}}, \text{ Вт} \quad (2.3)$$

где $Q_{\text{огр}}$ – расход теплоты через ограждающие конструкции помещений, Вт;

$Q_{\text{и}}$ – расход теплоты на нагрев инфильтрирующегося воздуха, Вт.

2.2 Расчет теплотерь через ограждающие конструкции помещений

Определение основных теплотерь производственного корпуса

Потери теплоты помещениями через ограждающие конструкции помещений наземных зданий определяют путем суммирования потерь теплоты через отдельные наружные ограждения и потерь (поступлений) теплоты через внутренние ограждения, если температура воздуха в соседних помещениях ниже или выше температуры в данном помещении более чем на 3 °С. Расчет произведем на максимально-зимний режим.

Потери теплоты через отдельную ограждающую конструкцию помещения определяют по формуле [2]

$$Q_{\text{огр}} = F/R_{\text{огр}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot (1 + \Sigma \beta) \cdot n, \text{ Вт} \quad (2.4)$$

где F – расчетная площадь ограждающей конструкции (площадь, через которую происходят потери тепла), м²;

$R_{\text{огр}}$ – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, (м²·К)/Вт;

$t_{\text{в}}$ – расчетная температура воздуха в помещении, °С;

$t_{\text{н}}$ – расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки [СНиП 23-01-

99], °C. Расчетная температура наружного воздуха для системы отопления в городе Омске $t_{н.о} = -37, ^\circ\text{C}$;

β_i – поправка на добавочные потери теплоты в долях от основных потерь;

n – поправочный коэффициент к расчетной разности температур ($t_b - t_n$), зависящий от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху по СНиП II-3-79**. Применяется в тех случаях, когда ограждение не подвергается непосредственному воздействию наружного воздуха.

Формулой (2.4) учитывается мощность теплового потока через ограждения при стабильных температурных условиях по обе стороны ограждения и стационарном тепловом потоке. Несмотря на постоянное изменение наружной температуры в течение суток, подсчет мощности теплового потока для некоторых стационарных условий благодаря инерционности и значительной аккумулирующей способности ограждений оказывается вполне достаточным и полностью оправдывается практикой эксплуатации отапливаемых зданий.

При пользовании формулой (2.4) сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций принимают в соответствии с теплотехническими расчетами, а внутренние и наружные температуры – по действующим нормативам.

При определении расчетных площадей F ограждений, через которые теряется тепло, следует руководствоваться правилами их обмера, которые тоже в определенной степени условны. Общими правилами определения площадей ограждений являются следующие:

- а) площади окон и дверей измеряют по наименьшему строительному проему.
- б) площади потолка и пола измеряют между осями внутренних стен и внутренней поверхностью наружной стены.

Определение потерь тепла через полы расположенные на грунте:

Точное решение задачи по определению количества теплоты, передаваемого от воздуха помещений наружному воздуху через конструкцию пола и слой грунта, являющегося основанием пола, весьма сложно, а доля потерь теплоты через пол по сравнению с общими теплопотерями любого помещения невелика. Поэтому на практике применяют упрощенный метод расчета.

Пол бетонный толщиной $\delta=0.2$ м, $\lambda=1.4$ (Вт/м·К). Для неутеплённых полов, расположенных непосредственно на грунте, и таких, конструкция которых независимо от толщины состоит из слоёв материалов, коэффициент теплопроводности которых $\lambda \geq 1.163$ Вт/м·К, потери теплоты такими полами рассматриваются как потери через ограждения с бесконечно толстой стенкой.

Расчет потерь тепла производится способом профессора В.Д.Мачинского. Известно, что температурное поле грунта под полом неравномерно: чем ближе к наружной стене, тем температура грунта ниже, поэтому принято теплопотери через данные ограждения рассчитывать по зонам. Площадь пола, лежащего на грунте или на лагах, для проведения расчета потерь теплоты делят на полосы шириной 2 м, параллельные наружным стенам, которые составляют четыре зоны расчета F_1, F_2, F_3, F_4 . Полосу, ближайшую к наружной стене, обозначают зоной I, следующие две полосы зоной II и III, а остальную поверхность пола, вне зависимости от её площади – зоной IV (рис 2.1). Поверхность пола в первой зоне, примыкающая к наружному углу, имеет повышенные теплопотери, поэтому её площадь F_1 размерами 2×2 м учитывается при определении площади первой зоны дважды. Деление пола на зоны производится независимо от внутренней планировки помещений. Количество зон, уместяющихся на площади пола, зависит от размеров здания.

Соппротивление теплопередаче полов, лежащих непосредственно на грунте, зависит от конструкции и расположения пола. В соответствии со СНиП 2.04.05 – 91 (прилож.8) приведенное сопротивление теплопередаче $R_{н.п.}$ отдельных зон шириной 2 м холодных (неутепленных) полов на грунте : для I зоны $R_{1н.п} = 2,1, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$; для II зоны – $R_{2н.п} = 4,3, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$; для III зоны $R_{3н.п} = 8,6, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, для IV (т.е. для оставшейся площади пола) – $R_{4н.п} = 14,2, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Основные теплопотери через полы определяются как

$$Q_{\text{он}} = (A_1/R_1 + A_2/R_2 + A_3/R_3 + A_4/R_4) \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}), \text{ кВт} \quad (2.5)$$

где $R_{\text{н.п.}}$ – сопротивление теплопередаче пола, отнесённого к каждой из четырёх зон пола, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

A_1, A_2, A_3, A_4 – площадь каждой из четырёх зон пола, м^2 ;

$t_{\text{в}}$ и $t_{\text{н}}$ – расчётные внутренняя и наружная температуры, $^{\circ}\text{C}$.

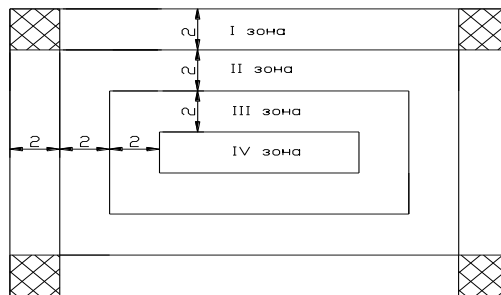


рис 2.1 Разбивка поверхности пола на зоны

$$Q_{\text{он}} = (128/2,15 + 96/4,3 + 64/8,6) \cdot (10 - (-37)) = 4196, \text{ Вт.}$$

Определение потерь тепла через стены:

Длина наружных стен в угловых помещениях измеряется от кромки наружного угла до осей внутренних стен, а в не угловых между осями внутренних стен. Длина внутренних стен определяется по размерам от внутренних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен или между осями внутренних стен. Все линейные размеры принимаются с округлением до 0,1 м, а величины площадей – до 0,1 м^2 .

Сопротивление теплопередаче стен, перекрытий, покрытий R_0 , $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$, определяют по формуле

$$K = 1/\alpha_{\text{в}} + \sum \delta_i/\lambda_i + 1/\alpha_{\text{н}}, (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}. \quad (2.6)$$

где $\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплообмена на внутренней поверхности ограждения, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

δ_i – толщина i -го слоя конструкции, м;

λ_i – коэффициент теплопроводности материала i -го слоя, Вт/(м·К);

α_n – коэффициент теплоотдачи на внешней поверхности ограждения, Вт/(м²·К).

Добавочные теплопотери:

Кроме разности температур по обе стороны ограждения, являющейся основной причиной возникновения теплового потока изнутри помещений наружу, на величину этого потока оказывают влияние и другие факторы которые относят к добавочным теплопотерям.

Добавочные теплопотери через ограждающие конструкции, учитываемые в формуле (2.5) членом $1+\sum\beta_i$, определяют в процентах от основных теплопотерь ограждений добавками на ориентацию по отношению к сторонам горизонта, на ветер, на угловое помещение, добавками на поступление холодного воздуха через входы и на высоту помещений.

Возникающие дополнительные потери теплоты принято учитывать введением установленных практикой добавок к основным теплопотерям. Действующими нормативами [2] установлена следующая классификация и величина добавок к основным теплопотерям зданий любого назначения.

Добавку на ориентацию ограждений по сторонам света в зданиях любого типа для всех вертикальных и наклонных ограждений (стены, двери, световые проемы), обращенных на север, северо-восток, восток и северо-запад принимают в размере 10%, а на запад и юго-восток – 5 % от основных теплопотерь через эти ограждения.

Добавки на ветер следует принимать для вертикальных и наклонных наружных ограждений зданий в местностях со средней скоростью ветра до 5 м/сек включительно: защищенные от ветра 5% от основных теплопотерь; не защищенные от ветра 10% от основных теплопотерь. Ограждение помещения считается защищенным от ветра, если расстояние между ним и ближайшим ограждением защищающего строения превышает разность между уровнем кровли защищающего его строения и уровнем перекрытия помещения не более

чем в 5 раз. При расчетной зимней скорости ветра от 5 до 10 м/с добавки на ветер следует принимать с коэффициентом 2. В Омске скорость ветра равна 5,0 м/с, следовательно, добавка на ветер для вертикальных наружных ограждений будет равна 0,2.

Дополнительные потери теплоты на нагревание холодного воздуха, поступающего при кратковременном открывании наружных входов, не оборудованных воздушно-тепловыми завесами, принимаются в зависимости от типа входных дверей и высоты здания H , м. При оборудовании ворот воздушными, или воздушно-тепловыми завесами расход теплоты на нагрев врывающегося наружного воздуха определяется расчетом завес, и добавка не вводится. В нашем случае наружные ворота оборудованы воздушно-тепловыми завесами.

Коэффициенты добавки на высоту для помещений высотой более 4 м. равны $\beta_{д.вп} = 0,02$ на каждый метр высоты стен свыше 4 м, но не более 0,15. Эти добавки учитывают увеличение теплопотерь в верхней части помещения: температура воздуха возрастает с высотой.

Расчет дополнительных теплопотерь для каждого помещения здания: представим в таблице 2.1

Порядок расчета таблицы 2.1:

Вычерчиваем план здания с указанием всех размеров. На плане здания все отапливаемые помещения нумеруем по ходу часовой стрелки, начиная с помещения, расположенного в верхнем левом углу плана здания;

графа 1: в данную графу заносим название рассматриваемого помещения;

графа 2: записываем температуру внутреннего воздуха в помещении $t_{в}$, °С;

графа 3: в графе 4 указываем условное обозначение ограждения

нс – наружная стена, пл – пол, пт – потолок, дв – дверь;

графа 4: отмечаем ориентацию каждого вертикального наружного ограждения помещения по сторонам света

с – север, ю – юг, з – запад, в – восток; вр-ворота, пт-потолок

графа 5,6: с учетом правил обмера указываем размеры длины и ширины (А и В), м., наружных ограждений с точностью до 0,1 м;

графа 7: указываем площади наружных ограждений с точностью до 0,01 м²;

графа 8: в графе 8 записываем коэффициенты, уточняющие расчетную разность температуры (для ограждений соприкасающихся с наружным воздухом, в соответствии с [4, табл.3] n=1);

графа 9: указываем произведение площади наружного ограждения на расчетную разность температур внутреннего и наружного воздуха;

графа 10: указываем коэффициенты теплопередачи ограждающих конструкций стенки, покрытия, полов, наружных дверей;

графа 11: записываем основные теплопотери через каждое наружное ограждение помещения;

графа 12: записываются добавочные теплопотери на ориентацию по сторонам света;

графа 13: указываются прочие добавочные потери теплоты;

графа 14: расчет коэффициента, учитывающий добавочные теплопотери через ограждающую конструкцию;

графа 15: расчет теплопотерь с учетом добавок;

графа 16: нахождение полных теплопотерь.

ТАБЛИЦА 2.1

Расчет теплотерь производственного корпуса

№ помещения	тв, оС	поверхность охлаждения		площадь F, м ²	поправочный коэффициент, n	F·(tв - tн)·n, м·°С	сопротивление теплопередачи огра. конструкций, R	основные теплотери Q, Вт	добавочные теплотери		1+Σβ	общая потеря тепла Q, Вт	суммарная потеря тепла Q, Вт
		обозначение	ориентация						на ориентацию	прочие			
1	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	14	15	16
A	10	нс	в	48	1	2256	1,23	2774	0,1	—	1,05	2913	26676
A	10	нс	з	48	1	2256	1,23	2774	0,05	—	1,1	3051	
A	10	нс	с	96	1	4512	1,23	5549	0,1	—	1,1	6102	
A	10	нс	ю	87	1	4089	1,23	5029	—	—	1	5029	
A	10	вр	ю	9	1	423	4,65	1967	—	—	1	1967	
A	10	пт		288	1	13536	0,75	7614	—	—	1	7614	

Полные тепловые потери составили (с учетом потерь через пол) $Q_{\text{пот}}=32038$ Вт.

В данном случае затраты теплоты $Q_{\text{и}}$ (Вт) для нагрева инфильтрирующегося воздуха через оконные проемы не учитываются, так как оконные проемы отсутствуют. Следовательно, расчет тепловых потерь считаем законченным.

Тогда получим, что тепловая нагрузка на систему отопления равна:

$$Q_{\text{от}} = Q_{\text{пот}}=32038 \text{ Вт.}$$

2.3 Виды систем отопления и режим их работы:

По взаимному расположению основных элементов системы отопления могут быть местные и центральные.

Системы отопления, в которых генератор теплоты, теплопроводы и отопительный прибор конструктивно объединены в одном устройстве, установленном в обогреваемом помещении, называют местными системами отопления.

В центральных системах отопления генератор теплоты расположен за пределами отапливаемого помещения, а нагретый в генераторе теплоноситель транспортируется теплопроводами до отопительных приборов, установленных в помещениях. Теплота через отопительные приборы передается воздуху помещений, и охлажденный теплоноситель по теплопроводам возвращается к генератору теплоты. Центральные системы отопления имеют большой радиус действия - они, как правило, обеспечивают теплотой все здание. Следовательно, к рассматриваемому в проекте зданию, подведем центральное отопление.

По виду теплоносителя, передающего теплоту отопительными приборами, центральные системы подразделяют на водяные, паровые, газовые и воздушные.

По способу циркуляции теплоносителя центральные системы водяного отопления подразделяют на системы с естественной циркуляцией за счет разности плотностей холодного и горячего теплоносителей и системы с искусственной циркуляцией за счет работы насоса.

Учитывая, что в районе, где расположен корпус, отопление осуществляется от ЦТП на теплоносителе воде (расчетная температура воды в сети: прямой $t_t=150$ °С, обратной $t_o=70$ °С; располагаемый перепад давления в системе $\Delta P_p=0,5 \cdot 10^5$ Па), то отопление корпуса будет водяным с искусственной циркуляцией.

По схеме присоединения отопительных приборов к трубопроводам системы водяного отопления как с естественной, так и с искусственной циркуляцией воды бывают двухтрубные и однотрубные.

Однотрубные системы нашли широкое применение в зданиях, имеющих три этажа и более, так как они наиболее экономичны.

Двухтрубные системы, в основном, применяются в малоэтажных зданиях. Известные эксплуатационные достоинства двухтрубных систем – возможность независимого регулирования теплоотдачи отопительных приборов.

В зависимости от расположения подающей магистрали по отношению к системе двухтрубные системы водяного отопления бывают с верхней разводкой (подающая магистраль проложена по чердаку, или под потолком) и с нижней разводкой (подающая магистраль проложена в подвале, над полом первого этажа или в подпольных каналах).

Принимая во внимание, что здание одноэтажное и высота корпуса 4м, проводим двухтрубную систему отопления с нижней разводкой с тупиковым движением воды.

2.4 Основные элементы систем отопления:

Основными элементами систем водяного отопления являются трубопроводы и элементы их соединения: отопительные приборы, запорно-регулирующая арматура.

В соответствии со СНиП 2.04.05 – 91 системы водяного отопления изготавливают из труб с наружным диаметром до 60 мм – стальных неоцинкованных водогазопроводных (ГОСТ 3262 – 75*).

Наиболее распространенными до настоящего времени являются регистры из гладких труб. Их достоинства состоят в том, что они отличаются сравнительно большой тепловой мощностью на единицу длины прибора. Поэтому примем к установке регистры из гладких труб $d=100$ мм, длина одного регистра 3 метра. Приборы расположим равномерно по наружным стенам.

Запорно – регулирующая арматура, необходимая для количественного регулирования расхода теплоносителя включает в себя краны и вентили.

Для пуска системы в работу по частям, а также для отключения отдельных ветвей системы устанавливаем вентили. С помощью вентилей можно регулировать расход теплоносителя.

2.5 Определение поверхности нагревательных приборов:

Для производственного корпуса рассчитать отопительные приборы-регистры. Выбрать схему отопительных приборов и изобразить в аксонометрии, расставить запорно-регулирующую арматуру.

Тепловой расчет отопительных приборов состоит в определении площади поверхности отопительных приборов. Расчет будем вести по методике, изложенной в источнике [9].

Расчет полезной теплоотдачи труб стояка, подводов к отопительным приборам, расположенным в помещении корпуса

$$Q_{\text{тр}} = q_v \cdot l_v + q_g \cdot l_g, \text{ Вт} \quad (2.7)$$

где l_v, l_g – длина вертикальных и горизонтальных труб стояка и подводов в пределах помещения, м;

q_v, q_g – удельная величина теплоотдачи с 1 м. вертикальных и горизонтальных труб, соответственно, Вт/м (принимается по [8, стр.162]).

$$Q_{\text{тр}} = 128 \cdot 4 + 151 \cdot 72 = 11368, \text{ Вт}$$

Определение необходимой теплоотдачи приборов в рассматриваемом помещении

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{теплотот}} - \beta_{\text{тр}} \cdot Q_{\text{тр}}, \text{ Вт} \quad (2.8)$$

где $Q_{\text{теплотот}}$ – расчетные теплототери помещения, Вт;

$\beta_{\text{тр}} = 0,9$ – поправочный коэффициент, учитывающий долю теплоотдачи теплопроводу, полученной для поддержания заданной температуры воздуха в помещении ($\beta_{\text{тр}} = 0,9$ для открыто проложенных труб).

$$Q_{\text{пр}} = 32038 - 0,9 \cdot 11368 = 21807, \text{ Вт} = 78505, \text{ кДж/ч.}$$

Средняя температура воды в каждом отопительном приборе по ходу движения теплоносителя

$$t_{cp} = 0,5 \cdot (t_n + t_o), \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (2.9)$$

$$t_{cp} = 0,5 \cdot (150 + 70) = 110, \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Средний температурный напор в каждом отопительном приборе

$$\Delta t_{cp} = t_{cp} - t_b, \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (2.10)$$

где t_b – температура среды, окружающей прибор, $^\circ\text{C}$.

$$\Delta t_{cp} = 100 - 10 = 100, \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Плотность теплового потока для каждого отопительного прибора по ходу движения теплоносителя

$$q_3 = k_{пр} \cdot \Delta t_{cp}, \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{ч} \quad (2.11)$$

где $k_{пр}$ коэффициент теплопередачи прибора

$$q_3 = 13,4 \cdot 100 = 1340, \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{ч}$$

Определение расчетной наружной площади отопительных приборов, необходимой для обогрева помещения

$$F_{пр} = Q_{пр} / q_3, \text{ м}^2 \quad (2.12)$$

$$F_{пр} = 78505 / 1340 = 59, \text{ м}^2$$

Длина трубы регистров

$$l = F_{пр} / (\pi \cdot d), \text{ м} \quad (2.13)$$

где d – диаметр труб регистра, м.

$$l = 59 / (3,14 \cdot 0,1) = 188, \text{ м}$$

Трубы в регистре располагаем в четыре ряда. Принимая во внимание тот факт, что $d=0,1$ м и длина одного регистра - три метра, получаем количество регистров 16 штук. Так как количество приборов для данного помещения большое, произведем расчет тепловых потерь на рабочую зону и результаты тепловых потерь сведем в таблицу 2. Высота рабочей зоны два метра.

ТАБЛИЦА 2.2
Расчет теплотерь производственного корпуса (на рабочую зону)

№ помещения	tв, оС	поверхность охлаждения		площадь F, м ²	поправочный коэффициент, n	F·(tв - tн)·n, м·°С	сопротивление теплопередачи отгр. конструкций, R	основные теплотери Q, Вт	добавочные теплотери		1+Σβ	общая потеря тепла Q, Вт	суммарная потеря тепла Q, Вт
		обозначение	ориентация						на ориентацию	прочие			
1	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	14	15	16
A	10	нс	в	24	1	1128	1,23	1387	0,1	—	1,1	1525	17109
A	10	нс	з	24	1	1128	1,23	1387	0,05	—	1,05	1456	
A	10	нс	с	48	1	2256	1,23	2775	0,1	—	1,1	2775	
A	10	нс	ю	42	1	1974	1,23	2428		—	1	2428	
A	10	вр	ю	6	1	282	4,65	1311		—	1	1311	
A	10	пт		288	1	13536	0,75	7614		—	1	7614	

Полные тепловые потери составили (с учетом потерь через пол) $Q_{\text{пот}}=21305$ Вт.

То есть нагрузка на систему отопления равна

$$Q_{\text{от}} = Q_{\text{пот}}=21305 \text{ Вт.}$$

Расчет полезной теплоотдачи труб стояка, подводов к отопительным приборам, расположенным в помещении корпуса по формуле (2.8)

$$Q_{\text{тр}}=128 \cdot 2+151 \cdot 72=11128, \text{ Вт}$$

Определение необходимой теплоотдачи приборов в рассматриваемом помещении (ф-ла 2.9)

$$Q_{\text{пр}} = 21305 - 0,9 \cdot 11128=11289, \text{ Вт}=40640, \text{ кДж/ч}$$

Средняя температура воды в каждом отопительном приборе по ходу движения теплоносителя по формуле (2.10)

$$t_{\text{ср}}=110, ^\circ\text{C}.$$

Плотность теплового потока для каждого отопительного прибора по ходу движения теплоносителя по формуле (2.11)

$$q_0 = 13,4 \cdot 100 =1340, \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{ч}, \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{ч}$$

Определение расчетной наружной площади отопительных приборов, необходимой для обогрева помещения по формуле (2.12)

$$F_{\text{пр}} = 40640/1340=30,5 \text{ м}^2.$$

Длина трубы регистров

$$l = 30,5/(3,14 \cdot 0,1) =97, \text{ м}$$

Трубы в регистре располагаем в четыре ряда. Труба $d=0,1$ м, длина одного регистра $l=3$ м. Получаем количество регистров 9 штук. Располагаем их равномерно по периметру здания. Узел ввода располагаем в одном из углов здания.

2.6 Гидравлический расчет системы отопления корпуса

Задачей гидравлического расчета теплопроводов систем отопления является выбор таких сечений теплопроводов для наиболее протяженного и нагруженного циркуляционного кольца и ветви системы, по которым, при располагаемой разности давлений в системе, обеспечивается пропуск заданного расхода теплоносителя. Гидравлический расчет теплопроводов будем производить

способом удельных потерь давления на трение. Способ расчета теплопроводов по удельным потерям на трение заключается в раздельном определении потерь давления на трение и в местных сопротивления для каждого участка теплопровода.

Вычерчиваем в аксонометрической проекции пространственную схему отопительных приборов.

На аксонометрической схеме выбирается главное циркуляционное кольцо. Так как система отопления является тупиковой, то главное циркуляционное кольцо проходит через наиболее удаленный от воды стояк. Задача гидравлического расчета главного циркуляционного кольца состоит в подборе диаметров его отдельных участков так, чтобы суммарные потери давления по кольцу $\sum(R \cdot l + Z)_{г.ц.к}$ были на 10 % меньше величины ΔP_p , т.е.

$$\sum(R \cdot l + Z)_{г.ц.к} = 0,9 \cdot \Delta P_p \quad (2.14)$$

Главное циркуляционное кольцо разбивается на расчетные участки. Расчетным участком системы является часть трубопровода, в пределах которой расход, температура теплоносителя и диаметр трубопровода остаются неизменными. Нумеруем участки и обозначаем на них тепловые нагрузки, т.е., то количества тепла которое теплоноситель, идущий по участку, должен отдать или уже отдал в нагревательные приборы системы, длину участка и диаметр труб.

Для предварительного выбора диаметров трубопроводов определяется вспомогательная величина – среднее значение удельной потери давления от трения по главному циркуляционному кольцу

$$R_{cp} = (1 - k) \cdot \Delta P_p / \sum l, \text{ Па/м.} \quad (2.15)$$

где $\sum l$ – общая длина главного циркуляционного кольца, м;

ΔP_p – располагаемый перепад давления в системе, Па;

k – коэффициент, учитывающий долю местных потерь давления в системе (для отопления с насосной циркуляцией воды $k=0,35$ [9, табл. II.21]).

$$R_{cp} = (1 - 0,35) \cdot 0,5 \cdot 10^5 / 290 = 1128, \text{ Па/м.}$$

Расход воды на систему отопления

$$G = Q_{\text{уч}} / c \cdot (t_n - t_o), \text{ кг/ч.} \quad (2.16)$$

где $Q_{\text{уч}}$ – расход тепла на участке теплопровода, Вт;

$$G = 32038 / 4190 (150 - 70) = 360, \text{ кг/ч.}$$

2.6.6 Расход воды на один прибор в стояке

$$G_{\text{пр}} = G / n, \text{ кг/ч.} \quad (2.18)$$

где n – количество приборов на стояке, шт.

$$G_{\text{пр}} = 360 / 9 = 40, \text{ кг/ч.}$$

По величине $R_{\text{ср}}$ и расходу теплоносителя на участке $G_{\text{уч}} = G_{\text{пр}}$ находим предварительный диаметр труб d . Для этого диаметра при данном расходе устанавливаем фактическую удельную потерю давления на трение на 1 м длины участка $R_{\text{ф}}$ и фактическую скорость теплоносителя $w_{\text{ф}}$ [9, табл. II.2]. При проведении этого подбора могут быть большие расхождения между располагаемым давлением $R_{\text{ср}}$ и фактической потерей $R_{\text{ф}}$, особенно на участках с малыми расходами воды. Заниженные потери на этих участках компенсируем некоторым завышением потерь на других участках.

Найденные величины заносим в 5 и 6 графы (табл. 2.3).

Потери давления на трение на участке теплопровода определяются по формуле

$$R_{\text{т}} = l \cdot R_{\text{ф}}, \text{ Па.} \quad (2.19)$$

где l – длина участка теплопровода, м.

Результаты заносим в графу 8 (табл. 2.3).

Определяем потери в местных сопротивлениях. Вначале устанавливаем перечень местных сопротивлений на каждом участке и значения коэффициентов местных сопротивлений для них по таблице II.11 [9]. Результаты $\sum \zeta$ заносим в графу 7 (табл. 2.3).

По значениям $\sum \zeta$ и известным скоростям движения теплоносителя $w_{\text{ф}}$, пользуясь таблицей II.3 [9], определяем потери давления на местных сопротивлениях участков Z , величину которых записываем в графу 9 (табл.2.3).

Зная $R \cdot l$ и Z на каждом участке, определяем общие потери давления на каждом участке трубопровода (табл.3, графа 10)

$$\Delta P_{\text{уч}} = R \cdot l + Z \quad (2.20)$$

Рассчитав общие потери давления на каждом участке $\Delta P_{\text{уч}}$ определяем суммарные потери давления на всех участках главного циркуляционного кольца системы $\sum (R \cdot l + Z)_{\text{г.ц.к.}}$, величину которых записываем в графу 11 (табл.2.3).

ТАБЛИЦА 2.3

Гидравлический расчет двухтрубной системы водяного отопления

№ участка	$G_{\text{уч}}, \text{кг/ч}$	$l, \text{м}$	$d, \text{мм}$	$R_{\text{ф}}, \text{Па/м}$	$W, \text{м/с}$	$\sum \zeta$	$R \cdot l, \text{Па}$	$Z, \text{Па}$	$R \cdot l + Z, \text{Па}$	$\sum P_{\text{уч}}, \text{Па}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	40	5	0,032	0,06	0,031	2,5	0,3	8	8,3	
2	80	2	0,032	0,06	0,031	1,5	0,12	5	5,12	
3	120	4,4	0,032	0,07	0,033	2,5	0,308	8	8,308	
4	1606	2,4	0,032	0,12	0,045	1,5	0,288	9	9,28	
5	200	2,4	0,032	0,19	0,056	1,5	0,456	9	9,45	
6	240	2,4	0,032	0,28	0,068	1,5	0,672	6	6,67	
7	280	4,4	0,032	0,36	0,078	2,5	1,584	7	8,58	
8	320	2	0,032	0,45	0,088	1,5	0,9	7	7,9	
9	360	2	0,032	0,55	0,098	2	1,1	4	5,1	
1'	40	5	0,032	0,06	0,031	2,5	0,3	8	8,3	
2'	80	2	0,032	0,06	0,031	1,5	0,12	5	5,12	
3'	120	4,4	0,032	0,07	0,033	2,5	0,308	8	8,308	
4'	1606	2,4	0,032	0,12	0,045	1,5	0,288	9	9,28	
5'	200	2,4	0,032	0,19	0,056	1,5	0,456	9	9,45	
6'	240	2,4	0,032	0,28	0,068	1,5	0,672	6	6,67	
7'	280	4,4	0,032	0,36	0,078	2,5	1,584	7	8,58	
8'	320	2	0,032	0,45	0,088	1,5	0,9	7	7,9	
9'	360	2	0,032	0,55	0,098	2	1,1	4	5,1	137,4

Суммарные потери давления составили $\sum P_{\text{уч}} = 137,4, \text{Па}$.

Недостающие потери давления в трубопроводах систем отопления покрываем дроссельной диафрагмой.

2.7 Тепловой пункт системы отопления

Тепловой пункт представляет собой узел подключения потребителя тепловой энергии к тепловой сети и предназначен для подготовки теплоносителя, регулирования его параметров перед подачей в местные системы, а также для учета потребления тепла. От слаженной работы многочисленных тепловых пунктов зависят нормальное функционирование и технико-экономические показатели всей системы теплоснабжения.

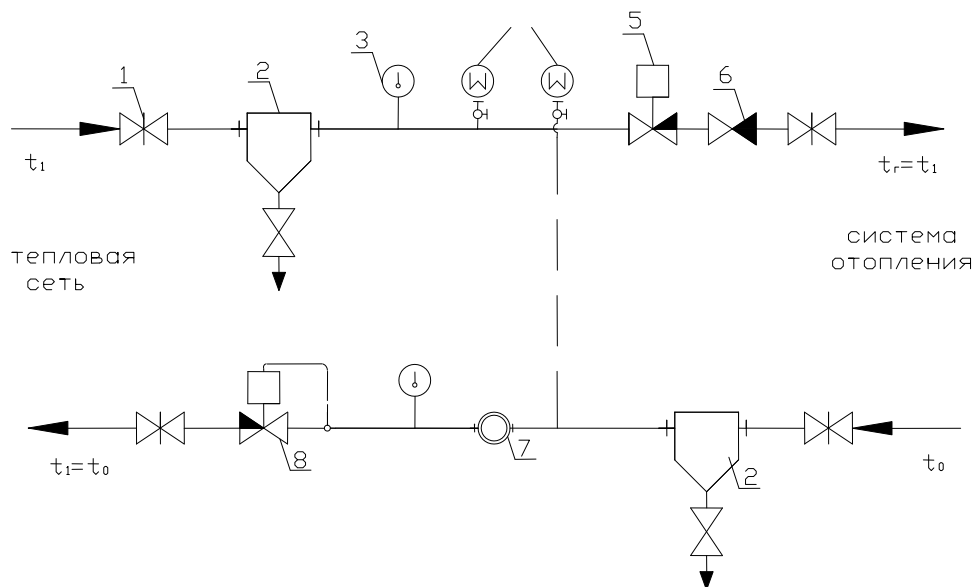
Тепловой пункт может быть местным – индивидуальным (ИТП) для системы отопления данного здания и групповым – центральным (ЦТП) для систем отопления группы зданий.

К основному оборудованию местных тепловых пунктов относят центробежные и водоструйные (элеваторы) насосы, водо-водяные подогреватели, грязевики, а также приборы контроля и регулирования, различная арматура.

Типовая схема местного теплового пункта (ЦТП) при зависимом присоединении системы водяного отопления к наружным теплопроводам представлена на рис 2.2.

На подающем теплопроводе высокотемпературной воды кроме задвижек, термометра и манометра устанавливают грязевик для улавливания взвешенных в воде частиц. Также устанавливается регулирующий клапан для стабилизации расхода воды при неравномерном отборе её через ответвления, а также обратный клапан.

На обратном теплопроводе помещают грязевик, тепломер для определения затрат на отопление, вентиляцию и ГВС здания. Дополнительно устанавливается регулятор давления (РД) для поддержания необходимого давления "до себя", т.е. в местной системе для заполнения её водой.



1 – задвижка, 2 – грязевики, 3 – термометр, 4 – манометры, 5 – регулирующий клапан, 6 – обратный клапан, 7 – тепломер, 8 – регулятор давления "до себя"

Рис. 2.2 Схема местного теплового пункта при зависимом присоединении системы водяного отопления к наружным теплопроводам

3 СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ ГАЗОВЫМИ ИНФРАКРАСНЫМИ ИЗЛУЧАТЕЛЯМИ

Системы обогрева с газовыми инфракрасными излучателями относятся к категории систем лучистого обогрева, характеризующихся формированием микроклимата за счет прямого теплового излучения и вторичного излучения от нагретых поверхностей пола и оборудования.

Газовые инфракрасные излучатели могут применяться [16]:

- для отопления производственных помещений, складов, автостоянок, гаражей;
- для отопления общественных зданий с временным пребыванием людей: спортивных залов, рынков;
- для обогрева участков и отдельных рабочих мест в неотапливаемых помещениях на открытых и полукрытых площадках;
- в качестве тепловой защиты у ворот и дверей.

Не допускается применение систем отопления с газовыми инфракрасными излучателями в подвальных помещениях.

Системы отопления и обогрева с газовыми инфракрасными излучателями являются одним из наиболее совершенных, как с точки зрения возможности обеспечения требуемых параметров теплового режима, так и с точки зрения экономической эффективности способов отопления помещения и зданий различного назначения. При обогреве рабочих мест, зон и участков, открытых и полукрытых площадок применение лучистых систем практически не имеет альтернативы.

Применение газовой инфракрасной отопительной системы позволяет экономить 25-70% энергии по сравнению с традиционными системами отопления. Кроме того, такие системы обладают целым рядом дополнительных преимуществ:

- отсутствует опасность размораживания системы в случае аварийного или планового прекращения отопления;
- отсутствие громоздких радиаторов и трубопроводов отопления, то есть освобождается производственная площадь цеха;
- снижается конвекция воздуха, что уменьшает образования пыли в зонах пребывания людей;

- снижается потребление теплоты, т.к. в помещениях достигается его равномерное распределение, и сокращаются потери теплоты;
- снижаются тепловые потери здания через покрытия и за счёт вентиляционных выбросов нагретого воздуха, т. к. температура внутреннего воздуха ниже, чем при конвективном отоплении;
- отсутствуют потери теплоты в трубопроводах в отличие от систем центрального парового (водяного) отопления;
- повышается эффективность использования топлива, т. к. топливо сжигается непосредственно в месте потребления тепла, отсутствует двойное преобразование энергии: сжигание топлива – нагрев (пара), охлаждение воды – нагрев помещения
- температура на поверхности пола выше температуры окружающего воздуха, т.е. достигается лучший тепловой комфорт на рабочих местах;
- помещение отапливается частично (отдельными зонами), можно регулировать микроклимат в каждой отдельной рабочей зоне в пределах одного цеха;
- возможность автоматического поддержания оптимальной температуры в помещении в зависимости от конкретных потребностей и температуры наружного воздуха, автоматическое управление отоплением по заданной программе. В нерабочее время и выходные дни температура в помещении поддерживается на минимальном дежурном уровне, а за час до рабочего времени система включается в режим прогрева;
- для эксплуатации системы не требуется большого числа специалистов, достаточно одного человека. Пуск и остановка производятся нажатием кнопки на пульте, остальные параметры поддерживаются автоматически по заданной программе. Таким образом отсутствуют затраты на ежегодную профилактику и опрессовку системы отопления, а в случае отопления производственных зданий от собственной котельной отсутствуют затраты на её содержание;
- безопасная эксплуатация системы отопления с использованием ГИИ гарантируется автоматикой контроля розжига и горения, которая

обеспечивает автоматическое отключение подачи газа при: отсутствии пламени, отключении электроснабжения, отклонения давления газа за допустимые пределы.

Основной элемент систем лучистого отопления и обогрева – газовый инфракрасный излучатель. Это прибор, включающий в себя, как правило, газогорелочный блок и излучающую поверхность, теплоотражающий экран, систему управления и безопасности. Излучающая поверхность нагревается продуктами сгорания газа и передает теплоты окружающим поверхностям.

При размещении газовых инфракрасных излучателей целесообразно объединять их в группы в зависимости от функционального назначения участков.

При проектировании систем обогрева с газовыми инфракрасными излучателями следует соблюдать требования СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», СНиП 42-101-2002 «Газораспределительные системы» по устройству газоснабжения производственных установок, а также положения указанных норм, регламентирующие применение горелок инфракрасного излучения.

При эксплуатации систем обогрева с газовыми инфракрасными излучателями следует соблюдать «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации» и «Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления».

Газогорелочные блоки газовых инфракрасных излучателей должны быть оборудованы средствами автоматической защиты, обеспечивающими отключение газовых инфракрасных излучателей и прекращение подачи газа при нарушении режимов работы или выхода из строя газовых инфракрасных излучателей.

Системы отопления и обогрева должны быть заблокированы с системой местной или общеобменной вентиляции, исключающие возможность пуска и работы системы обогрева при неработающей вентиляции.

Системы отопления и обогрева должны быть доступны для технического обслуживания и ремонта и должны проходить ежеквартальную проверку на работоспособность. В качестве топлива следует использовать природный или сжиженный газ.

Полная классификация газовых инфракрасных обогревателей выделяет светлые высокотемпературные (с температурой излучения выше 1000°C), светлые среднетемпературные (800–1000 °C), низкотемпературные каталитические (600–800 °C), темные (400–600 °C) и супертемные (200–400 °C) излучатели. Однако в основном на практике подразделяют только светлые и темные газовые инфракрасные излучатели. К первым из них относят все системы с температурой излучения выше 800 °C, а ко вторым – с температурой излучения до 600°C. По сути, отличительным признаком светлых и темных систем является наличие открытого пламени на выходе. Если таковое присутствует, системы лучистого обогрева называются светлыми, а в противном случае – темными.

3.1 Светлые системы

В светлых инфракрасных обогревателях газ под давлением подается через форсунку в рабочую камеру горелки, где смешивается с также поступающим туда воздухом; сгорание смеси происходит на излучателе из керамических пластин. Для усиления эффекта обогрева, его целенаправленности и снижения теплопотерь над излучателем располагается отражатель из жаропрочной стали или алюминия. Отражатель может быть изолирован от потолка теплоизоляцией.

Именно эти аппараты наиболее эффективны для обогрева таких объектов, как стадионы, другие открытые площадки и помещения с очень высоким потолком. Их активно применяют для оттаивания вагонов и самолетов. Недостатками светлых систем газового инфракрасного обогрева принято считать их относительную пожароопасность, а также выжигание кислорода во внутренней среде помещения. Поэтому они редко используются в помещениях с потолком ниже 7 м. При монтаже светлых излучателей необходимо соблюдать технические требования к размещению горелок на удалении от горючих материалов.

На отечественном рынке этот тип оборудования появился раньше остальных и представлен, например, продукцией немецкой фирмы GoGas, излучателями итальянской фирмы Frassago и выпускаемыми в России по немецкой технологии аппаратами ОАО «Сибшванк».

В отдельный тип светлых систем можно выделить переносные инфракрасные обогреватели, такие как испанские Soleado или российские ИГТ-15

«Тибет», порой весьма элегантного дизайна (на высокой цилиндрическом держателе с отражателем в форме диска), которые чаще других находят применение на открытых и полуоткрытых площадках кафе.

Для работы излучателя требуется подведение газа и электропитания. Точно дозированное количество газа поступает в смесительную трубу, где смешивается с воздухом в легковоспламеняемую смесь (газ-воздух). Она равномерно распределяется в смесительной камере, предварительно подогревается, и затем попадает на керамическую плитку .

Действие керамической плитки основано на том, что в плитке находятся тысячи маленьких отверстий в которых происходит процесс горения смеси газ-воздух. При горении плитка нагревается до температуры 900⁰С. Плитка изготавливается по специальной рецептуре для более быстрой теплоотдачи. Это необходимо для процесса "низкотемпературного" горения, при котором значительно снижаются выбросы вредных продуктов сгорания (CO₂ и NO₂) .

Во время работы каждый излучатель постоянно контролируется датчиком контроля горения. При отсутствии газа, напряжения в сети или прерывания горения автоматически срабатывает газовый электромагнитный клапан. Все эти процессы происходят под управлением микропроцессорного блока управления процессом розжига и контроля горения. Давление поступающего газа поддерживается на постоянном уровне посредством электромагнитного клапана-редуктора .

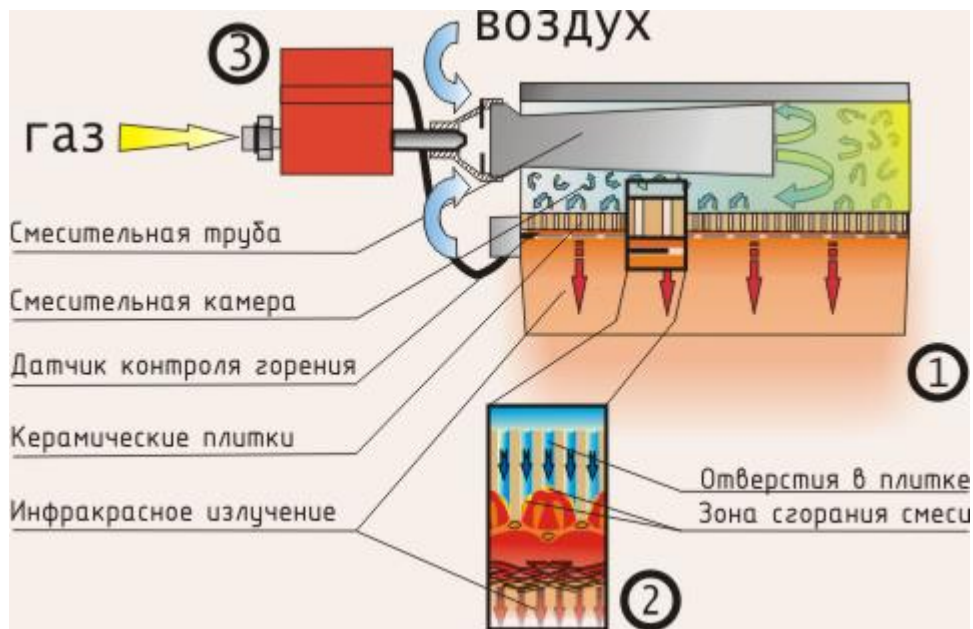


Рис 3.1 Принципиальная схема "светлого" газового инфракрасного излучателя

3.2 Тёмные системы

Газовый факел в темных системах инфракрасного обогрева скрывается внутри трубы излучателя, изготовленного из алюминия или жаропрочной стали. Темные системы лучистого обогрева бывают модульными, блочными или ленточными. Модульные эффективно применяются для организации зонного обогрева – отдельных рабочих мест, столиков кафе. Ленточные обогреватели можно собирать в длинные системы, вытягивающиеся под потолком в различных конфигурациях, в соответствии с требованиями обогрева и геометрическими характеристиками помещения. По возможностям компоновки темные системы газового инфракрасного обогрева подразделяют также на короткие (6–24 м) и длинные (до 350 м). Короткие излучатели могут быть прямыми (или линейными) и U-образной формы, по числу излучателей (прямых) – одинарными и двойными. Мощность коротких систем обычно находится в диапазоне 10–60 кВт, мощность длинных – до 500 кВт. Кроме того, существует возможность собирать из блочных инфракрасных обогревателей относительно длинные системы различной конфигурации с большим числом горелок, подключенных на один дымоход. Примером оборудования такого типа может служить система CoRayVac фирмы Roberts Gordon.

Темные системы газового инфракрасного обогрева находят применение для обогрева кафе, цехов и других производственных помещений с потолком ниже 7 м. Некоторые из них допускается монтировать на потолке высотой 2 м, при рекомендуемой высоте монтажа 2,4 м. В нашей стране темные ГИИ успешно применяются также для обогрева сельскохозяйственных помещений.

К каждому излучателю требуется подведение газа, электричества и воздуховода для отвода продуктов сгорания. Газ через комбинированный газовый клапан и воздух смешиваются и поступают в специальную смесительную камеру, где образуется горючая смесь. Она проходит через керамическую плитку и зажигается на ее передней поверхности. Пламя и продукты сгорания, образующиеся при сгорании, равномерно распределяются по всей длине излучающей трубы. При этом возникает приятное тепловое ощущение. Несгоревшие остатки выводятся при помощи вентилятора в системе отвода отходящих газов, которая монтируется отдельно для каждого излучателя.

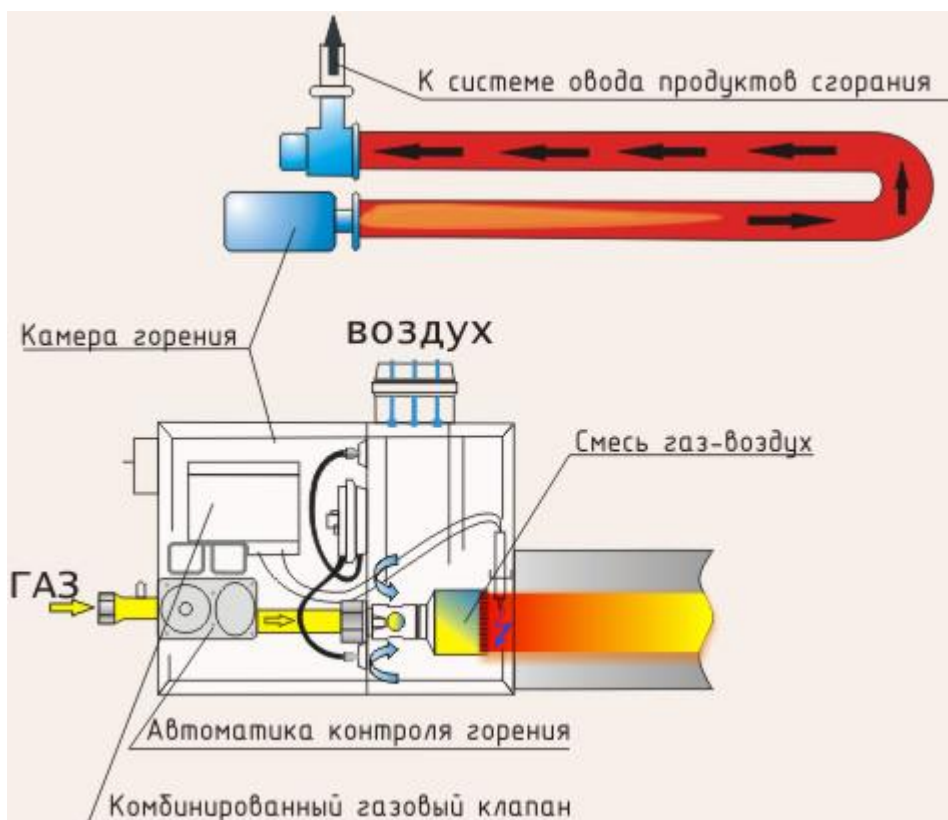


Рис 3.2 Принципиальная схема "темного" газового инфракрасного излучателя

Во всех излучателях производства ЗАО "Сибшванк" безопасность ставиться на первое место. Блок автоматики с микропроцессорным регулированием непрерывно контролирует процесс горения. При отключении газа, отсутствии напряжения в электросети или отсутствия пламени газовый электромагнитный клапан закрывается, что делает утечку газа невозможной.

На российском рынке темные инфракрасные обогреватели представлены продукцией крупнейших зарубежных производителей: Roberts Gordon (США), GoGas (Германия), Pender (Германия), Fraccaro (Италия), Sistema (Италия), а также отечественными – производства ОАО «ИЭМЗ «Купол»».

3.3 Расчет тепловой нагрузки системы отопления

Как показывает опыт, применение систем газового лучистого отопления позволяет сократить расходы на отопление до 40-60 % [8]. Принимая во внимание тот факт, что тепловая мощность при расчете систем водяного отопления составила 27842 Вт (табл.1), следовательно, реальная тепловая мощность приборов системы отопления с применением газовых инфракрасных излучателей должна составлять $N_{\text{гип}} = 11,1 \div 16,7$ кВт. Принимаем среднее значение равное 13,9 кВт.

3.4 Выбор типа и количества горелок инфракрасного излучения

При расчете количества и типа горелок инфракрасного излучения в основу принимаются следующие положения [9]:

- а) расстояние от пола до излучателя должно соответствовать условию

$$H / F^2 \leq 0,1; \quad (3.1)$$

- б) расстояние между излучателями должно соответствовать условию

$$a / H \leq 1; \quad (3.2)$$

где H – расстояние от пола до излучателя, м;

F – обогреваемая площадь, м^2 ;

a – расстояние между излучателями, м.

Учитывая то, что площадь помещения составляет $F_1 = 288 \text{ м}^2$ (табл.1) и высота по всему цеху составляет $H = 4$ м, следовательно, горелки в соответствии с

условием (3.1) можно располагать на максимальной высоте, под потолком, закрепленными на металлических конструкциях цеха.

Исходя из условия $a / H \leq 1$ (3.2), расстояние между горелками а в помещении не должна превышать высоту $H = 4$ м расположения горелки ГИИ. В этом случае в помещении количество ГИИ должно быть не менее трех штук.

Исходя из принятой мощности $N_{\text{ГИИ}}$ равной 13,9 кВт и числа ГИИ, равного $n = 3$ шт., мощность горелки ГИИ должны быть не меньше 5 кВт.

Среди российских производителей наибольшее распространение получили инфракрасные газовые излучатели ГИИ от завода ЗАО «Сибшванк».

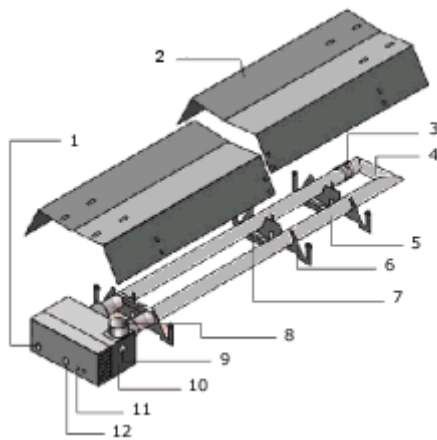


Рис 3.3 Схема горелки типа ГИИ

1 – подключение электричества, 2 – отражатель, 3 – компенсатор, 4 - колено, 5 – излучающие трубы, 6 – кронштейн, 7 – крепление труб к кронштейну, 8 – выброс продуктов сгорания, 9 – подвод воздуха, 10 – газогорелочный блок, 11 – контрольные лампы, 12 – розетка датчика работы горелки.

ТАБЛИЦА 3.1

Технические характеристики горелок типа ГИИ-ТМ-У
(ЗАО «Сибшванк»)

Наименование параметра	ГИИ-ТМ-9U	ГИИ-ТМ-15U	ГИИ-ТМ-20U	ГИИ-ТМ-30U	ГИИ-ТМ-40U
Номинальная тепловая мощность, кВт	5	15	19	29	39
Потребляемый газ	природный и сжиженный				
Максимальное присоединительное давление газа, Па	5 000				
Расход газа при номинальной тепловой мощности: -для природного газа,м ³ /ч	0,8	1,5	1,91	2,91	3,91
-для сжиженного газа, кг/ч	1,05	1,17	1,48	2,25	3,03
Температура излучающей поверхности, не более °С	400				
Содержание окислов азота в сухих неразбавленных продуктах сгорания при коэффициенте избытка воздуха равном 1, мг/м ³ , не более	210				
Содержание окиси углерода в сухих неразбавленных продуктов сгорания % к объему, не более	0,05				
Электрическое питание, В, Гц, ВА	220, 50, 100				
Масса излучателя, не более, кг	48	54	54	92	92
Габаритные размеры, мм: -длина	3583	3583	3583	6634	6634
-ширина	584				
-высота	243				

В соответствии с данными таблицы 3.5 принимаем тип горелки ГИИ-ТМ-15У, мощностью 5 кВт (11 шт.).

3.5 Расчет процесса горения топлива

Цель данного расчета – определение объемов продуктов сгорания в газопроводе.

Исходное топливо – природный газ месторождения Тюменской области. Исходные данные по составу природного газа приведены в таблице 9.

ТАБЛИЦА 3.2

Данные по составу природного газа

Позиция	Наименование	Величина	Размерность
	1	2	3
1	Топливо	природный газ	
	CH ₄	92,66	%
	C ₂ H ₆	5,04	%
	C ₃ H ₈	0,45	%
	CO ₂	1,85	%
2	Коэффициент избытка воздуха, α	1,1	-
3	Температура газов за излучателем, T_{yx}	400	°C

Расчет процесса горения топлива будем вести по методике, изложенной в литературе [20].

Низшая теплота сгорания топлива

$$Q_H^P = 254,07 \cdot H_2S + 358,2 \cdot CH_4 + 637,46 \cdot C_2H_6 + 912,3 \cdot C_3H_8 + 1186,2 \cdot C_4H_{10} + 1460 \cdot C_5H_{12},$$

$$\text{кДж/м}^3.$$

$$Q_H^P = 358,2 \cdot 92,66 + 637,46 \cdot 5,04 + 912,3 \cdot 0,45 = 36814, \text{ кДж/м}^3. \quad (3.3)$$

Расход газа для горения

$$B = N \cdot 3600 / Q_H^P \cdot \eta, \text{ нм}^3/\text{час}. \quad (3.4)$$

где B – расход газа для горения, нм³/ч;

N – тепловая мощность, Вт;

η – КПД.

$$B = 13,9 \cdot 3600 / 36814 \cdot 0,95 = 1,43, \text{ нм}^3/\text{ч}.$$

Количество воздуха необходимого для полного сгорания топлива

$$V_0^H = 0,0476 \cdot (0,5CO + 0,5H_2 + 1,5H_2S + 2CH_4 + 3,25 \cdot C_2H_6 + 5 \cdot C_3H_8 + 6,5 \cdot C_4H_{10}), \text{ м}^3/\text{м}^3. \quad (3.5)$$

$$V_0^H = 0,0476 \cdot (2 \cdot 92,66 + 3,25 \cdot 5,04 + 5 \cdot 0,45) = 9,71, \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Теоретический объем азота

$$\begin{aligned} V_{\text{ON}_2}^{\text{H}} &= 0,79 V_0^{\text{H}} + N_2/100, \text{ м}^3/\text{м}^3, \\ V_{\text{ON}_2}^{\text{H}} &= 0,79 \cdot 9,71 = 7,73, \text{ м}^3/\text{м}^3. \end{aligned} \quad (3.6)$$

Объем трёхатомных газов

$$\begin{aligned} V_{\text{RO}_2}^{\text{H}} &= 0,01 \cdot (\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{H}_2\text{S} + \sum m \cdot C_m H_n), \text{ м}^3/\text{м}, \\ V_{\text{RO}_2}^{\text{H}} &= 0,01 \cdot (1,85 + 92,66 + 2 \cdot 5,04 + 3 \cdot 0,45) = 1,06, \text{ м}^3/\text{м}^3. \end{aligned} \quad (3.7)$$

Объем водяных паров

$$\begin{aligned} V_{\text{H}_2\text{O}} &= 0,01 \cdot (2 \cdot \text{CH}_4 + 3 \cdot \text{C}_2\text{H}_6 + 4 \cdot \text{C}_3\text{H}_8 + 5 \cdot \text{C}_4\text{H}_{10} + 6 \cdot \text{C}_5\text{H}_{12} + 0,124 \cdot d_{\text{r}}) + \\ &\quad + 0,016 \cdot \alpha \cdot V_0^{\text{H}}, \text{ м}^3/\text{м}^3, \end{aligned} \quad (3.8)$$

где $d_{\text{r}} = 10, \text{ г}/\text{м}^3$ – влагосодержание газообразного топлива, отнесенное к 1 м^3 ,
при расчетной температуре $t = 10, ^\circ\text{C}$;

$\alpha = 1,1$ - коэффициент избытка воздуха.

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,01 \cdot (2 \cdot 92,66 + 3 \cdot 5,04 + 4 \cdot 0,45 + 0,124 \cdot 10) + 0,016 \cdot 1,1 \cdot 9,71 = 2,2, \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Объем избыточного воздуха

$$\begin{aligned} \Delta V_{\text{B}} &= (\alpha - 1) \cdot V_0^{\text{H}}, \text{ м}^3/\text{м}^3, \\ \Delta V_{\text{B}} &= (1,1 - 1) \cdot 9,71 = 0,971, \text{ м}^3/\text{м}^3. \end{aligned} \quad (3.9)$$

Полный объем газов

$$\begin{aligned} V_{\text{Г}} &= V_{\text{RO}_2} + V_{\text{N}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}} + (\alpha - 1) \cdot V_0^{\text{H}}, \text{ м}^3/\text{м}^3, \\ V_{\text{Г}} &= 1,06 + 7,73 + 2,2 + (1,1 - 1) \cdot 9,71 = 11,96, \text{ м}^3/\text{м}^3. \end{aligned} \quad (3.10)$$

Объем сухих газов при избытке воздуха $\alpha = 1,1$

$$\begin{aligned} V_{\text{Г}} &= V_{\text{RO}_2} + V_{\text{N}_2} + (\alpha - 1) \cdot V_0^{\text{H}}, \text{ м}^3/\text{м}^3, \\ V_{\text{Г}} &= 1,06 + 7,73 + (1,1 - 1) \cdot 9,71 = 9,76, \text{ м}^3/\text{м}^3. \end{aligned} \quad (3.11)$$

Объем уходящих газов при избытке воздуха $\alpha = 1,1$

$$W_{\text{г}} = (B \cdot V_{\text{г}}) / 3600, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (3.12)$$

$$W_{\text{г}} = \frac{1,48 \cdot 9,76}{3600} = 0,004, \text{ м}^3/\text{с}.$$

Количество уходящих газов на один излучатель

$$V_{\text{изл}} = W_{\text{г}} / n, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (3.13)$$

где n - количество излучателей, шт.

$$V_{\text{изл}} = \frac{0,004}{3} = 0,0013, \text{ м}^3/\text{с}.$$

Плотность уходящих газов

$$\rho_{\text{г}} = \Sigma (C_{\text{м}} \cdot H_{\text{н}} \cdot M_{\text{г}}) / 22,4 \cdot (T_0 / (T_0 + t_{\text{м}})), \text{ кг}/\text{м}^3, \quad (3.14)$$

$$\rho_{\text{г}} = \left(\frac{92,66 \cdot 16}{22,4 \cdot 100} + \frac{5,04 \cdot 30}{22,4 \cdot 100} + \frac{0,45 \cdot 44}{22,4 \cdot 100} + \frac{1,85 \cdot 44}{22,4 \cdot 100} \right) \cdot \frac{273}{273 + 50} = 0,655, \text{ кг}/\text{м}^3.$$

3.6 Аэродинамический расчет газопровода

Аэродинамический расчет газовых сетей заключается в определении диаметров газопроводов, которые зависят от расчетных расходов газа и допустимых потерь давления. Различают распределительные сети низкого давления (потребители с расходом газа не более 50 м³/ч) и среднего и высокого давления (расход газа более 50 м³/ч).

Для производственных зданий следует предусматривать подвод природного газа в соответствии с требованиями СНиП 42-101-2002. При этом открытые участки газопровода должны прокладываться по наружной стене здания по простенку шириной не менее 1,5 м. Газопроводы, прокладываемые внутри зданий и сооружений, следует предусматривать из стальных труб, отвечающих требованиям раздела 11 [16].

На подводящем газопроводе должны быть установлены:

- отключающее устройство с изолирующим фланцем на наружной стене здания на высоте не более 1,8 м;
- запорная арматура на отводе к каждому газогорелочному устройству.

Внутренние диаметры газопроводов необходимо определять расчетом из условия обеспечения газоснабжения в часы максимального потребления газа.

При аэродинамическом расчете надземных и внутренних газопроводов следует принимать скорость движения газа не более 7 м/с для газопроводов низкого давления и 15 м/с для газопроводов среднего давления.

По газопроводу подается природный газ ($\rho_0=0,73 \text{ кг/м}^3$, $v=14,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$).

Аэродинамический расчет начинают с разбивки схемы на расчетные участки, определения их фактической длины и расчетного расхода газа. Прежде всего, рассчитывается участок, наиболее удаленный от источника газа.

Диаметр газопровода

Диаметр газопровода находим по формуле [15]

$$W = (4 \cdot V_{\Gamma}) / \pi \cdot D^2 \cdot 3600, \text{ м / с}, \quad (3.15)$$

где W – скорость движения газа внутри газопровода, м/с (задаемся, учитывая то, что скорость движения газа внутри газопровода должна быть не более 7 м/с);

V_{Γ} – расход газа при расчетных условиях, $\text{м}^3/\text{ч}$;

D – внутренний диаметр газопровода, м.

$$\text{Отсюда } D = \sqrt{\frac{4 \cdot V_{\Gamma}}{\pi \cdot W \cdot 3600}}, \text{ м / с}. \quad (3.16)$$

По номограмме [15, рис 5.14] по найденному диаметру и расчетному расходу газа определяются действительные удельные потери давления на трение $\Delta P / l$.

Общие потери давления на трение $\Delta P_{\text{об}}$ на участке.

$\Delta P_{\text{об}}$ на участке будут составлять [15]

$$\Delta P_{\text{об}} = (\Delta P_{\text{об}} \cdot l_{\phi}) / l, \text{ Па}. \quad (3.17)$$

Расчет газопровода по участкам

Расчет газопровода ведем, начиная с самого удаленного участка.

Участок №3: при $W_{\text{задав}}=2,2 \text{ м/с}$ и $l_{\phi}=12 \text{ м}$.

Воспользовавшись формулой (3.16) находим диаметр газопровода на участке №5

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,5}{\pi \cdot 2,2 \cdot 3600}} = 0,009, \text{ м.}$$

Ближайший диаметр газопровода имеет размеры 21,3×2,8 мм.

Тогда действительная скорость газа внутри газопровода будет

$$W_{\text{действ}} = \frac{4 \cdot 0,5}{\pi \cdot 0,0157^2 \cdot 3600} = 0,7, \text{ м/с.}$$

Скорость газа внутри газопровода небольшая в связи малого диаметра газопровода.

По номограмме [рис 3. 4] по найденному диаметру и расчетному расходу газа

$V_r = 0,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ определяются действительные удельные потери давления на трение

$$\frac{\Delta P}{l} = 1,2 \text{ Па/м.}$$

Общие потери давления на трение $\Delta P_{\text{об}}$ на участке будут составлять

$$\Delta P_{\text{об}} = 1,2 \cdot 12 = 14,4, \text{ Па.}$$

Аналогично рассчитываются другие участки. Результаты расчета записываются в таблицу 3.3.

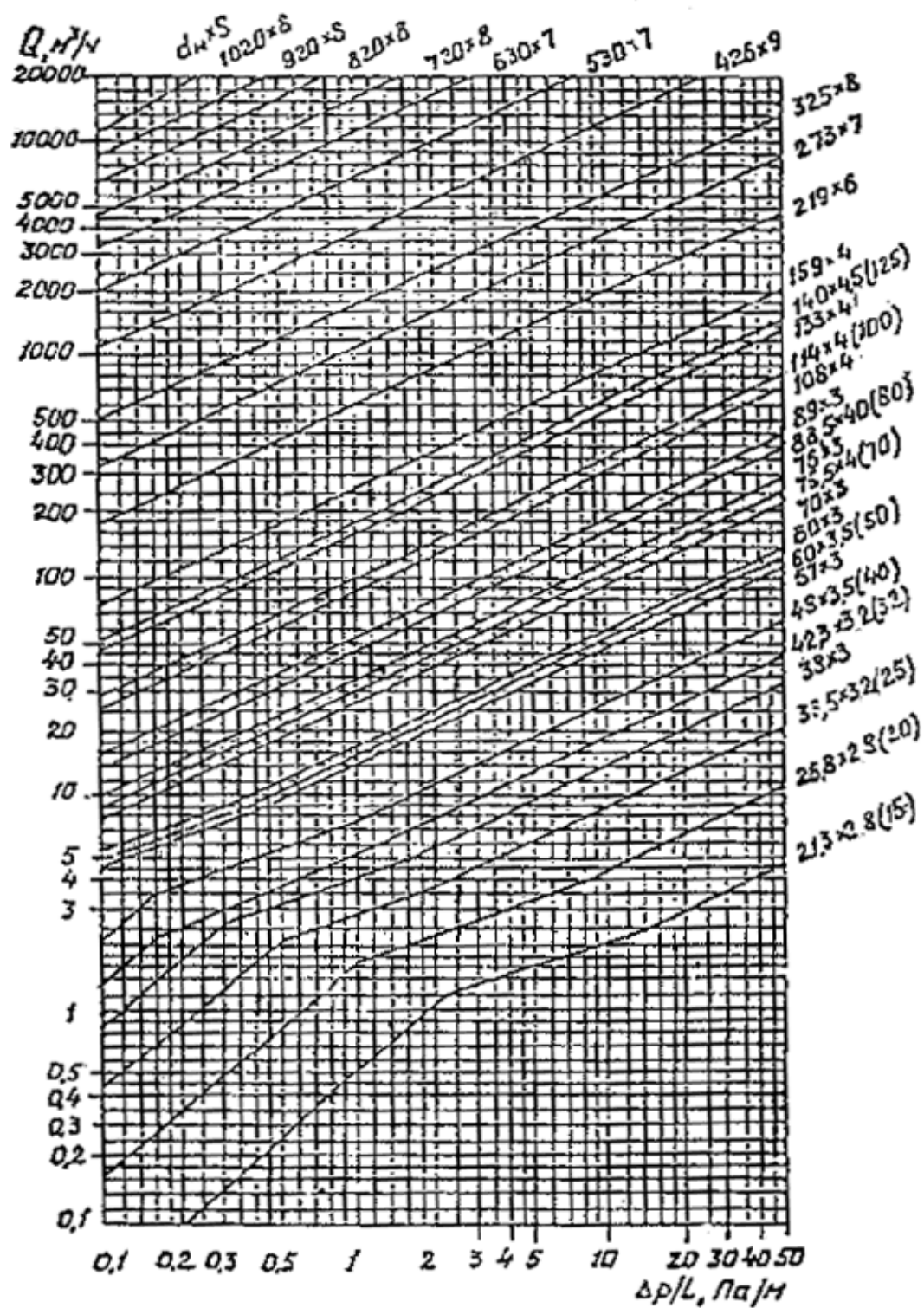


Рис 3.4 Номограмма для определения потерь давления в стальных газопроводах низкого давления.

ТАБЛИЦА 3.3

Результаты расчета газопровода

учас ток №№	длина l_{ϕ} , м.	задаваема я скорость $W_{\text{задав}}$, м/с	действите льная скорость $W_{\text{действ}}$, м/с	количес тво горелок, шт.	Расх- од газа V_g , м ³ /ч	диаметр $D_n \times S$, м	удельные потери давления $\Delta P/l$, Па/м	общие потери давлен ия $\Delta P_{\text{об}}$, Па
	1	2	3	4	5	6	7	8
магистраль								
1	16	2	2,15	3	1,5	21,3×2,8	2,8	44,8
2	6	1,25	1,44	2	1	21,3×2,8	2,3	13,8
3	12	2,2	0,7	1	0,5	21,3×2,8	1,2	14,4
								$\Sigma 73$
ответвления								
4	6	2,2	0,7	1	0,5	21,3×2,8	1,2	7,2
5	6	2,2	0,7	1	0,5	21,3×2,8	1,2	7,2

Общие потери давления на газопроводе до самой дальней горелки с учетом поправки на местные потери давления

$$\Sigma P = \Delta P_{\text{об}} \cdot 1,2, \text{ Па} \quad (3.18)$$

Тогда $\Sigma P = 73 \cdot 1,2 = 87,6$, Па (местные потери принимаем в размере 20% линейных потерь).

Избыточное давление на выходе из газорегуляторного пункта шкафного типа (при установке РДНК-32/3) можно принять 5000 Па. Тогда максимальное избыточное давление газа у горелки $P_{\text{изб}} = 5000 - 87,6 = 4912,4$ Па, что обеспечивает требования для нормальной их работы. Т.е. аэродинамический расчет газопровода считаем законченным.

3.7 Расчет удаления дымовых газов

Дымовые газы удаляются в атмосферу через воздуховод. Газоход в цехе прокладываем под потолком на высоте расположения излучателей и выводим наружу из помещения №1. Аэродинамический расчет воздуховода начинают с разбивки схемы на расчетные участки, определения их фактической длины и расчетного расхода газа.

Диаметр газохода

Диаметр газохода находим по формуле [15]

$$W = \frac{4 \cdot V_{\text{изл}}}{\pi \cdot D^2 \cdot 3600}, \text{ м/с} \quad (3.19)$$

где W – скорость движения газа внутри газохода, м/с (задаемся, учитывая то, что скорость движения газа внутри газопровода должна быть не более 7 м/с);

$V_{\text{изл}}$ – объем уходящих дымовых газов на один излучатель, м³/ч;

D – внутренний диаметр газохода, м.

$$\text{Отсюда } D = \sqrt{\frac{4 \cdot V_{\text{изл}}}{\pi \cdot W \cdot 3600}}, \text{ м} \quad (3.20)$$

По номограмме [рис 5. 4] для найденного диаметра и расчетного расхода газа определяют действительные удельные потери давления на трение $\Delta P / l$ и общие потери давления на трение $\Delta P_{\text{об}}$. Аэродинамический расчет газохода, предназначенного для удаления уходящих газов идентичен расчету воздуховода системы вентиляции.

Результаты расчета записываются в таблицы 3.4, 3.5.

ТАБЛИЦА 3.4
Сумма коэффициентов местных сопротивлений на каждом участке газохода

№ участка	D, мм	наименование местных сопротивлений	ζ	$\Sigma\zeta$
1	1	2	3	4
магистраль				
1		колено, зонт, шибер	1,16+0,86+1,2	3,22
2		тройник-проход	0,25	0,25
3		тройник-проход	0,35	0,35
ответвления				
4		тройник-ответвление, шибер	0,7+0,97	1,67
5		тройник-ответвление	0,37	0,37

ТАБЛИЦА 3.5
Расчетная таблица газохода, обеспечивающего удаление уходящих газов

№ участка	Количество газа L, м ³ /ч	Длина l, м	Диаметр d _э , мм.	Скорость v, м/с	Потери давления на трение, кг/м ²		сумма коэффициентов местных	Скоростное давление H кг/м ²	Потери давления на местные сопротивления Z кг/м ²	Общие потери давления на участке P _{л+Z} кг/м ²	Суммарные потери давления на участках от начала сети H _п , кг/м ²
					на 1 м R,	на всем участке R·l					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
магистраль											
1	14,4	12	60	6,6	0,09	1,44	0,35	1,43	0,5	1,94	8,095
2	9,6	6	70	6,3	0,085	0,34	0,25	1,3	0,325	0,65	6,155
3	4,8	12	40	5,5	0,14	0,84	0,37	0,99	0,3663	1,21	5,5
ответвления											
4	4,8	6	40	5,5	0,14	0,84	1,67	0,99	1,653	2,49	7,01
невязка (4;3): $\frac{7,267 - 7,01}{7,267} \cdot 100\% = 3,54\%$											
5	4,8	6	50	7,04	0,09	0,18	1,7	1,62	2,754	2,934	7,063

Учитывая, что невязка на всех участках сети не превышает предельно допустимой величины 15%, то аэродинамический расчет газохода считаем законченным.

Суммарные потери давления по магистрали составили $H_n = 7,267$, кг/м².

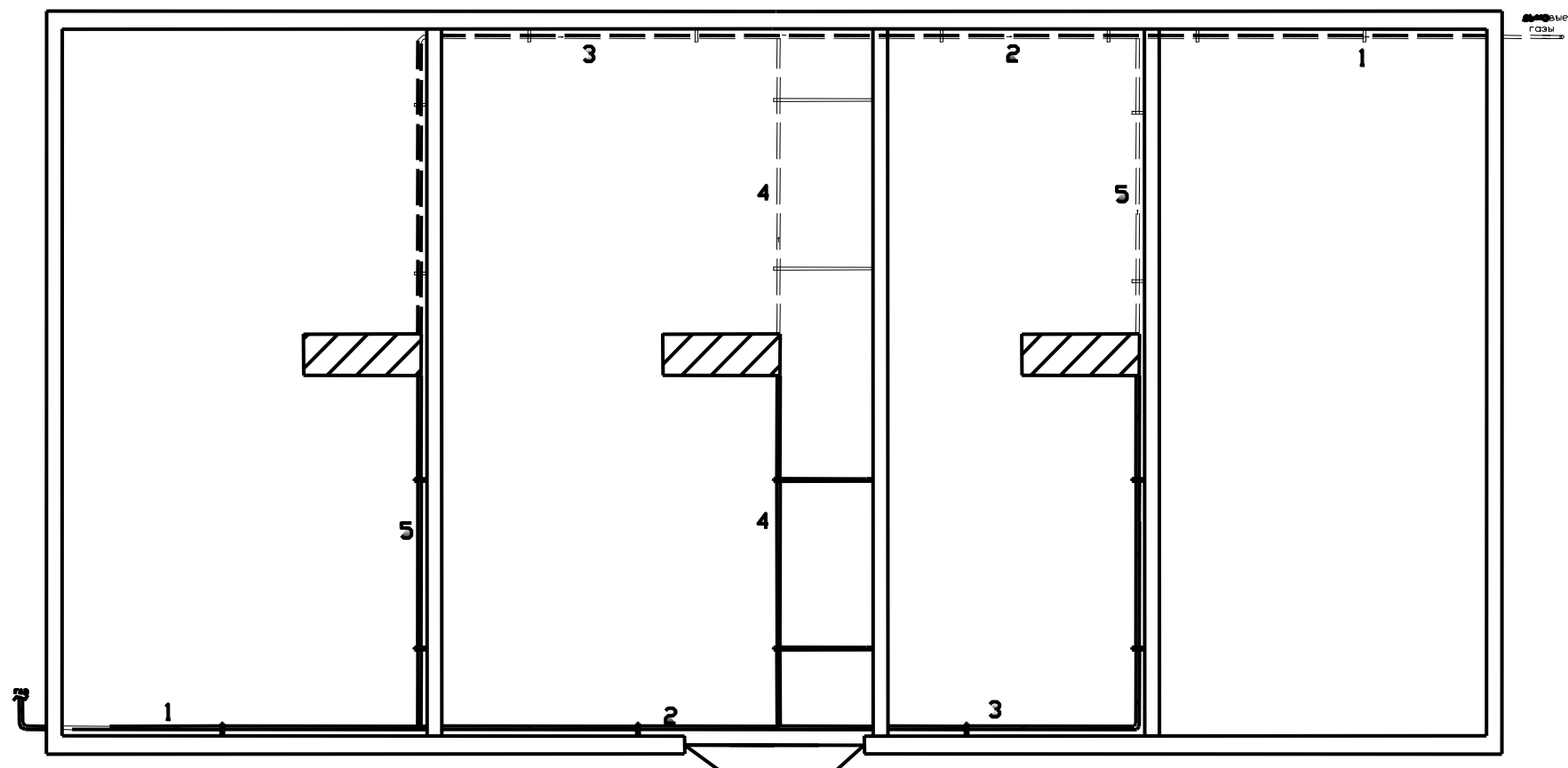


Рис 3.5 Расположение горелок в ремонтно-испытательной станции

3.8 Компоновка газорегуляторного пункта

Для компоновки газорегуляторного пункта необходимо подобрать оборудование и контрольно-измерительные приборы для газорегуляторной установки шкафного типа производительностью $Q=15 \text{ м}^3/\text{ч}$ (при нормальных условиях). Давление на выходе низкое - 5 кПа. Газ природный.

Выбор регулятора давления

По расходу газа $Q = 1,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ и выходному давлению $P_{\text{вых}} = 5 \text{ кПа}$ подбираем регулятор давления типа РДНК – 400 с характеристиками:

- регулируемая среда	природный газ
- температура окружающей среды	-40...+60
- максимальное входное давление, МПа	0,2
- выходное давление, кПа	от 2 до 5
- точность регулирования выходного давления, %	± 10
- максимальная пропускная способность, $\text{м}^3/\text{ч}$	2

Определяем запас его пропускной способности

$$Q_{\text{max}} / Q = 2 / 1,5 \approx 20\%.$$

Т.е. пропускная способность регулятора больше необходимой расчетной величины на 20%, что удовлетворяет требованиям СНиП 2.04.08-87*.

Выбор фильтра

Установим фильтр газовый сетчатый ФС – 25, выпускаемый фирмой "Теплокомплект" с характеристиками

- диаметр, D_y , мм	25
- рабочее давление, МПа, не более	1,2
- пропускная способность, $\text{м}^3/\text{ч}$	30
- габаритные размеры, мм, не более	
ширина	115

длина	162
высота	90
- масса, кг	6

4. АСР ПОДАЧИ ГАЗА В ГАЗОПРОВОДЕ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ РЕМОНТНО-ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ

4.1 Введение. Обоснование необходимости автоматизации

Автоматизация играет решающую роль при организации энергетического производства по принципу: выпуск заданного количества продукции при минимуме материальных затрат и затрат ручного труда. В энергетике, отрасли промышленности, чья конечная продукция находит массовый спрос у потребителя и используется практически во всех производственных процессах, роль автоматизации особенно велика.

Широкое использование научных и технических достижений, в целях автоматизации технологических процессов газового снабжения, позволяет повысить техническую эффективность газового оборудования и успешно решать современные задачи управления.

Целью данного раздела является разработка системы автоматического регулирования подачи газа для отопления ремонтно-испытательной станции, с целью поддержания постоянного расхода газа в газопроводе для обеспечения надежной и экономичной работы оборудования.

4.2 Краткое описание технологии работы оборудования

Из газорегуляторной установки шкафного типа, производительностью $Q=15 \text{ м}^3/\text{ч}$, по газопроводу поступает природный газ в цех на инфракрасные излучатели. Давление на выходе из ГРП - низкое, равное 5 кПа. Природный газ месторождения Тюменской области.

Основной элемент систем лучистого отопления и обогрева – газовый инфракрасный излучатель. Это прибор, включающий в себя, как правило, газого-релочный блок и излучающую поверхность, теплоотражающий экран, систему

управления и безопасности. Излучающая поверхность нагревается продуктами сгорания газа и передает теплоту окружающим поверхностям.

Газогорелочные блоки газовых инфракрасных излучателей должны быть оборудованы средствами автоматической защиты, обеспечивающими отключение газовых инфракрасных излучателей и прекращение подачи газа при нарушении режимов работы или выхода из строя газовых инфракрасных излучателей.

Подробное описание работы инфракрасных излучателей приведено в п.5 данного проекта

4.3 Структурная схема АСР

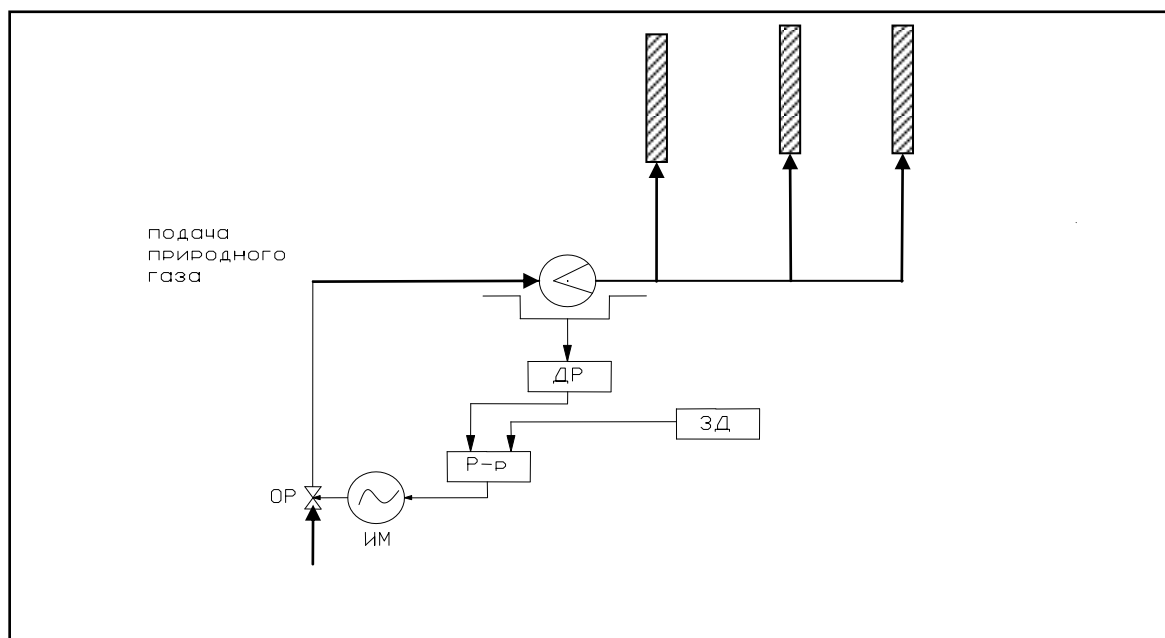


Рис 4.1 Структурная схема АСР подачи газа на инфракрасные излучатели

Схема работает следующим образом: с диафрагмы, обеспечивающей перепад давления по величине которого определяется расход, поступает сигнал на дифманометр с электрической передачей сигнала (ДР). С дифманометра сигнал передается на регулятор расхода природного газа (Р-р). На регулятор расхода подается также сигнал задания с задатчика (ЗД). Управляющий сигнал с регулятора расхода подается через коммутационную аппаратуру на

исполнительный механизм (ИМ), который управляет регулирующим органом (РО).

Так как эта схема регулирования проста в конструкции, надежна и экономична в эксплуатации, регулирование расхода газа будем вести по ней.

4.4 Обзор и выбор существующей аппаратуры измерения и регулирования

Датчики давления

Подготовительные работы по наладке систем измерения давления заключаются в изучении систем автоматизации, предусмотренной проектной документацией.

Особое внимание уделяется датчикам и приборам давления, работающим во взрывоопасных условиях и в агрессивных средах.

В настоящее время приборостроительная промышленность выпускает преобразователи (датчики) давления типа "Сапфир", датчики давления типа ММЭ с унифицированными выходными токовыми сигналами и датчики давления системы "Старт" типов МП-П, МАС-П, НС-П и ТС-П с пневматическим выходным сигналом [9].

Наиболее полно система "Сапфир" представлена измерительными преобразователями (датчиками) перепада давления, используемыми для измерения расхода сред.

По климатическому исполнению преобразователи выпускаются трех модификаций, которые имеют следующие обозначения:

- УХЛ 3.1 (исполнение УХЛ категории 3.1) – предназначены для работы при температуре от 1 до 50 °С;

- У2 (исполнение У категории 2) – предназначены для работы при температуре от -30 до +50 °С;

- Т3 (исполнение Т категории 3) – предназначены для работы при температуре от -10 до +55°С.

Выходной сигнал преобразователей может быть в диапазонах 0 – 5,0 – 20, 4 – 20 мА.

Предел допускаемой основной погрешности преобразователей давления, выраженный в процентах нормирующего значения, численно равен классу точности.

Системы измерения расхода

Расход вещества характеризуется количеством вещества (массовым или объемным), проходящего через определенное сечение канала в единицу времени.

В зависимости от конструкции преобразователя расхода, т.е. устройства, непосредственно воспринимающего измеряемый расход вещества, расходомеры делятся на соответствующие виды. Наиболее распространенными из них являются расходомеры переменного перепада давления.

Принцип измерения расхода расходомером переменного перепада давления основан на том, что в зависимости от расхода вещества изменяется перепад давления на неподвижном сужающем устройстве, установленном в трубопроводе или элементе трубопровода.

В качестве указанного неподвижного устройства используется один из типов сужающих устройств:

- расходомерная диафрагма (диафрагма), представляющая собой диск с отверстием;
- расходомерное сопло (сопло), представляющее собой устройство с круглым отверстием, имеющим плавно сужающуюся часть на входе в цилиндрическую часть на выходе, а в особых случаях – только сужающуюся или только цилиндрическую часть;
- расходомерная труба, представляющая собой устройство, имеющее на выходе диффузор, обычно в виде расходящегося конуса, предназначенного для возможно полного восстановления потенциальной энергии потока.

Комплексы электрических средств регулирования

В настоящее время все приборы автоматизации выпускаются согласно системе ГСП (государственная система приборов). По виду потребляемой энергии регуляторы непрямого действия подразделяются на три больших класса: электрические, пневматические и гидравлические.

Электрические автоматические регуляторы применяются для регулирования на невзрывоопасных объектах, при больших расстояниях от пункта управления до объекта регулирования.

Пневматические автоматические регуляторы, в отличие от электрических, устанавливаются во взрыво- и пожароопасных зонах. Их основными достоинствами является простота всех элементов регулятора, простота в обслуживании и наладке. К недостаткам пневматических регуляторов можно отнести: ограничения на линии связи, необходимость в специальном источнике питания систем пневматики сжатым воздухом, большая инерционность элементов пневмоавтоматики и линий связи.

Основываясь на выше изложенных данных и опыта эксплуатации автоматических регуляторов выбираем электрические регуляторы, которые не требуют специального источника питания и позволяют устанавливать их на большие расстояния от пункта управления до объекта регулирования.

При автоматизации технологических процессов широкое применение нашли комплексы электрических средств регулирования: "АКЭСР", "Каскад" и другие.

Современные электрические средства автоматического регулирования разрабатываются по агрегатированно-блочному принципу. Блоки образуют агрегатированный комплекс технических средств, с помощью которого, для конкретного технологического объекта, путем набора определенных блоков проектируют АСР с требуемыми статическими и динамическими свойствами.

Агрегатированный комплекс электрических средств регулирования (АКЭСР) работает с датчиками и преобразователями, имеющими унифицированный выходной сигнал. "АКЭСР" характеризуется использованием интегральных микросхем общего и специального назначения и повышенной функциональной насыщенностью отдельных блоков, возможностью дискретного или аналогового изменения параметров динамической настройки регулирующих блоков. Данная особенность в сочетании с функциональными блоками позволяет осуществлять связь регулирующих блоков с централизованным управляющим вычислительным комплексом.

Аппаратура "Каскад", входящая в состав ГСП, отличается блочно-модульным принципом построения и использованием унифицированного сигнала связи 0-5 и 0-20 мА. Сигнал постоянного тока удобно суммировать, преобразовывать, контролировать. Унифицированный сигнал может быть использован многократно, что позволяет уменьшить число датчиков в АСР и общую длину кабельных соединительных линий.

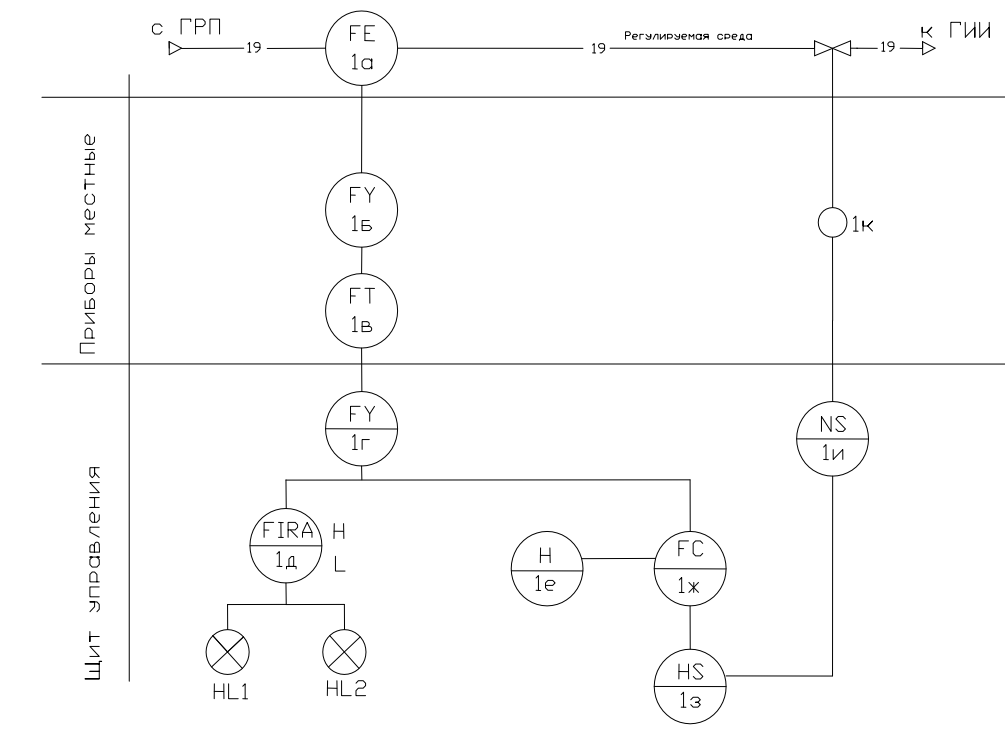
Автоматические регуляторы серии "Каскад" обеспечивают: суммирование и компенсацию входных электрических сигналов, поступающих от первичных измерительных приборов, и усиление этих сигналов до значений, необходимых для управления пусковым устройством исполнительного механизма. Регулирующие блоки в сочетании с исполнительным механизмом образуют П-, ПИ-, ПД- и ПИД — законы регулирования в пульсирующем и аналоговом режимах изменения выходного сигнала, а в сочетании с функциональными и вспомогательными блоками позволяют компоновать взаимосвязанные АСР для управления теплоэнергетическими установками в различных режимах работы.

Опыт эксплуатации вышеуказанных систем регулирования показал, что оптимальной аппаратурой автоматического регулирования является система "АКЭСР", показавшая высокую надежность и качество контроля технологических параметров, обладающая общим и специальным назначением

интегральных микросхем. Повышенная функциональная насыщенность отдельных блоков, возможность дискретного или аналогового изменения параметров динамической настройки регулирующих блоков. Эта особенность в сочетании с функциональными блоками позволяет осуществлять связь регулирующих блоков с централизованным управляющим вычислительным комплексом, и как следствие из вышеизложенного можно сказать, что по своим функциональным возможностям комплекс "АКЭСР" превосходит систему регулирования "КАСКАД".

4.5 Разработка функциональной схемы контроля и автоматического регулирования технологического объекта

Функциональная схема АСР расхода природного газа в газопроводе, приведена на рисунке 4.2.



Функциональная схема выполнена по первому способу, с изображением приборов по ГОСТ 21.404-85.

4.6 Разработка заказной спецификации на приборы и средства контроля регулирования

Заказные спецификации в проектах систем используют для:

- составления заказных ведомостей (спецификаций);
- чтения проектной документации;
- подготовки и организации монтажных работ;
- составления локальных смет.

Заказная спецификация на приборы и средства контроля регулирования расхода газа в газопроводе приведена в таблице 9 данного проекта.

Заказная спецификация средств измерения

ТАБЛИЦА 4.1

Позиция	Наименование и техническая характеристика приборов и средств автоматизации, завод изготовитель	Тип и марка приборов	Количество
1	2	3	4
1а	Диафрагма камерная сварная. Котельный завод, г. Таганрог.	ДКС	1
1б	Преобразователь разности давлений в выходной сигнал 0-5 мА, основная погрешность 0,5%. АО "Манометр", г. Москва.	Сапфир-22--ДД-2444	1
1в	Сосуд разделительный. ОА "Манометр", г. Москва.	СР-25	1
1г	Блок питания и преобразования сигналов, напряжение питания 220 В, выходной сигнал 0-5 мА, основная погрешность 0,15 %. АО "Манометр", г. Москва.	БПС-24 К	1
1д	Потенциометр аналоговый показывающий, регистрирующий, сигнализирующий, 0 – 600 °С, входной сигнал 0,5 мА, класс точности 0,5. АО "Центрприбор", г. Москва.	А100-2125	1
1е	Ручной задатчик. АО "Центрприбор", г. Москва	РЗД	1
1ж	Регулирующий блок аналоговый. АО "Центрприбор", г. Москва.	РБА	1
1з	Блок ручного управления. АО "Центрприбор", г. Москва.	БРУ-2К	1

1и	Пускатель бесконтактный реверсивный. АО "Центрприбор", г. Москва.	ПБР-2М	1
1к	Механизм электрический однооборотный. АО "Центрприбор", г. Москва	МЭО-84	1

В результате проделанной работы выбрали автоматическую систему регулирования расхода природного газа в газопроводе, удовлетворяющую техническим требованиям работы оборудования, а именно обеспечение надежной и экономичной работы объекта. АСР расхода природного газа в газопроводе, осуществлена на приборах системы "АКЭСР".

5. РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИИ

5.1 Требования, предъявляемые к вентиляции

Вентиляционные установки – устройства, обеспечивающие в помещении такое состояние воздушной среды, при котором человек чувствует себя комфортно и микроклимат помещений не оказывает неблагоприятного действия на его здоровье.

Назначение вентиляции – обеспечить санитарно-гигиенические условия для пребывания в помещении человека – температуру, относительную влажность, скорость движения воздуха (подвижность) и чистоту воздуха, для чего вентиляционные устройства должны ассимилировать или удалять избыточную теплоту, влагу, а также газы, пары, пыль с соблюдением при этом определенной подвижности воздуха в помещении.

При проектировании вентиляции традиционно предпочтение отдается наиболее простым из обеспечивающих заданные условия способам. При этом следует стремиться уменьшать производительность систем, принимая целесообразные конструктивно-планировочные решения здания, внедряя технологические процессы с минимумом вредных выделений.

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

Для некоторых производственных помещений вентиляционными устройствами должны поддерживаться параметры температуры, относительной влажности, подвижности и чистоты воздуха на определенном уровне, вытекаемом из особенностей технологического процесса; таким образом, одновременно с санитарно-гигиеническим должны обеспечиваться и технологические требования, предъявляемые к вентиляции.

Устройства вентиляции должны удовлетворять следующим требованиям:

- площадь для размещения вентиляционного оборудования и каналов должна быть минимальной;
- размещение вентиляционных каналов, устройств для раздачи и забора воздуха должно сочетаться с архитектурным обликом помещений и не ухудшать интерьеров;
- в промышленных зданиях вентиляционные устройства не должны мешать производственному процессу;
- должна быть обеспечена хорошая виброзвукоизоляция вентиляционного оборудования от строительных конструкций;
- в высшей степени важна эксплуатационная характеристика систем вентиляции, которая, как правило, должна учитываться при проектировании, - возможность надежной наладки и регулирования работы отдельных элементов устройств систем вентиляции с целью обеспечения или требуемого изменения расходов воздуха в приточных и вытяжных отверстиях (приточных насадок, местных отсосов); регулирование работы калориферов, вентиляторов и других устройств; удобство обслуживания и ремонта и др.;
- минимальная стоимость оборудования и строительно-монтажных работ, максимально-возможная экономия электроэнергии и топлива при эксплуатации вентиляционных установок, возможности легкого и надежного регулирования или переключения с одного режима работ на другой при изменении выделения расчетных вредностей.

5.2 Принципы устройства вентиляции

Для обеспечения требуемого по санитарным нормам качества воздушной среды необходима постоянная смена воздуха в помещении; вместо удаляемого (вытяжного) вводится свежий, после соответствующей обработки воздух.

По способу осуществления перемещения воздуха устраивают системы естественные и механические. В естественных системах вентиляции перемещение

воздуха производится за счет разности давлений воздуха наружного и внутреннего или за счет действия ветра. В механических системах вентиляции перемещение воздуха осуществляется с помощью вентиляторов.

По принципу конструктивного оформления системы вентиляции делятся на общеобменные, местные и смешанные .

Общеобменная вентиляция – система, в которой воздухообмен, найденный из условий борьбы с вредностью, осуществляется путем подачи и вытяжки воздуха из всего помещения.

Местной может быть вытяжная и приточная вентиляция.

Местная вытяжная вентиляция – система, при которой вытяжное устройство в виде зонтов, укрытий размещается непосредственно у мест выделения вредностей. Местная вытяжная вентиляция может быть эффективнее общеобменной, так как удаляет вредные выделения от мест их образования и с большей концентрацией. В местной приточной вентиляции подача воздуха производится непосредственно в зону нахождения рабочего, т.е. требуемое качество воздушной среды обеспечивается только в зоне нахождения рабочего. Местная вентиляция устраивается обычно в промышленных зданиях, где главные источники выделения вредностей сосредоточены обычно у производственного корпуса.

Смешанная вентиляция – система, в которой сочетаются элементы общеобменной и местной вентиляции.

Для удаления загрязненного воздуха и газов, запроектирована местная вытяжная вентиляция, так как она является наиболее эффективным видом вентилирования. Вытяжная вентиляция в цеху осуществляется путем отсоса воздуха от технологического оборудования и общеобменной вытяжкой.

Общий принцип решения задачи оптимального размещения устройств притока и вытяжки состоит в том, что удаление воздуха следует производить из

мест наибольшей концентрации вредности; приток же следует давать в места, где концентрация вредности наименьшая.

В системы механической общеобменной приточной вентиляции входят: воздухоприемное устройство для наружного воздуха с клапаном, фильтр для очистки воздуха от пыли в наружном воздухе, воздухонагреватели - калориферы, вентилятор, сеть воздухопроводов и устройства выпуска воздуха в рабочее помещение.

5.3 Вытяжная система вентиляции

В вытяжные системы механической вентиляции входят: местные отсосы, воздуховоды, фильтры для очистки воздуха от пыли, вентилятор, вытяжная шахта с утепленным клапаном для отключения системы от наружного воздуха.

При проектировании строительной и технологической частей производственных зданий следует предусматривать площади для размещения вентиляционного оборудования. Снаружи здания по условиям эксплуатации вентиляционные агрегаты размещать не рекомендуется. В целях экономии полезной производственной площади вентиляционные установки можно располагать на площадках на высоте 3 – 4 м от пола.

Радиус действия систем вентиляции можно принимать не более 30 – 40 м при скорости воздуха в воздуховодах $v = 6 \div 10$ м/с и до 60 – 70 м при $v < 6$ м/с.

Улавливание вредностей в месте их образования производится с помощью так называемых местных отсосов. Они предупреждают распространение вредностей по помещению, и тем самым эффект действия вентиляции достигается при минимальных воздухообменах и минимальных капитальных затратах. Применение местных отсосов позволяет решать основную задачу вентиляции – санитарно-гигиеническую.

Местные отсосы применяются для улавливания вредных выделений, которые могут распространяться в виде направленных струй, вытекающих из

емкости под влиянием избыточного давления или за счет действия механизмов, например при обработке изделий на станках, или за счет тепловых струй (конвективных потоков) у нагретых поверхностей и др. Вредные выделения, поступающие в воздух за счет разности парциальных давлений или диффузии, не образуют направленных потоков и распространяются во все стороны одинаково.

Местные отсосы бывают следующих видов :

- 1) полуоткрытые (с открытым проемом или отверстием), внутри которых находится источник вредных выделений. К ним относятся вытяжные шкафы, фасонные укрытия при обработке вращающихся изделий, для улавливания пыли и т.д.;
- 2) открытые, находящиеся за пределами источников вредных выделений (вытяжные зонты, бортовые отсосы и т.п.);
- 3) полностью закрытые отсосы, являющиеся составной частью кожуха машины или аппарата, имеющие отверстие или неплотности для поступления через них воздуха помещения. К ним относятся барабаны для очистки литья, дробилки и т.п.

Условия эффективного действия местных отсосов и требования предъявляемые к ним.

При проектировании местной вытяжной вентиляции необходимо учитывать следующее:

- при направленном потоке вредных выделений местный отсос должен располагаться в основном на линии распространения потока, при этом следует использовать энергию потока, а для этого нужно знать закономерности распределения струй, их взаимодействие с воздушными потоками, возникающими у вытяжных отверстий;
- так как эффект всасывания наблюдается только на небольшом расстоянии от отверстия, отсос должен быть максимально приближен к источнику

вредного выделения, наиболее полно изолируя его от окружающего воздуха;

- основным требованием является то, чтобы через местный отсос проходило максимальное улавливание вредностей, выделяемых источником, с минимальным расходом воздуха;
- удаляемый воздух не должен проходить через зону дыхания рабочего;
- конструкция отсоса не должна мешать работе;
- предпочтительнее применение местного отсоса, так как он проще по конструкции и меньшим гидравлическим сопротивлением (экономия энергии);
- при подаче приточного воздуха вблизи от местного отсоса должна быть исключена возможность раздувания вредных выделений по помещению (что проверяется соответствующим расчетом).

Вытяжные зонты

Из всех конструктивных решений местных отсосов, используемых при борьбе с тепло- и газовыделениями, наибольшее распространение получили вытяжные зонты, что обусловлено простотой изготовления и монтажа, удобством в эксплуатации [7]. Зонты применяются, как правило, в случаях, когда выделяющаяся вредность легче окружающего воздуха, т.е. имеется подъемная сила. Вследствие незащищенного пространства между источником вредности и зонтом окружающий воздух свободно подтекает к зоне всасывания, увеличивая объем воздуха, подлежащего удалению. Применять зонты можно при незначительной подвижности воздуха в помещении, так как поток воздуха, направляемый под зонт, может отклоняться. Вытяжные зонты можно устанавливать практически над технологическим оборудованием всех видов. Для крупногабаритных источников тепло- и газовыделений рекомендуются зонты компактной и вытянутой формы высотой, превышающей высоту рабочей зоны

(2,0 м), а также при устойчивой конвективной струе (скорость на высоте всасывания должна быть больше подвижности воздуха в помещении: $v_x > v_n$) и для технологических процессов, сопровождающихся ручными операциями, когда по условиям производства применять местные отсосы других типов невозможно. В цехе ремонтно-испытательной станции установим зонты, для удаления вредного воздуха над стендом испытаний и верстаком. Высота зонта над стендом испытаний $h=200$ см, над верстаком $h=150$ м.

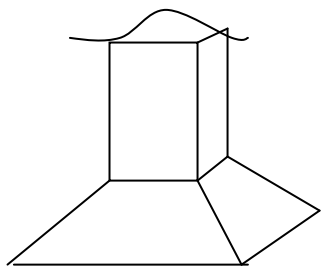
Вытяжные зонты можно устанавливать как при механической вентиляции, так и при естественной, однако в большинстве случаев их эффективность пока ещё низка, что объясняется следующими недостатками их конструктивного исполнения и расчета:

- 1) скорость в рабочем сечении зонта равна или близка к подвижности воздуха в помещении;
- 2) не обоснован объем воздуха, удаляемого через зонт.

Расчет зонта над стендом испытаний.

Цель расчета - определить количество воздуха, удаляемого вытяжным зонтом, установленным над стендом испытаний на высоте $h=200$ см. Размеры зонта $2000 \times 3000 \times 600$ (h). Температура на поверхности $t_{np}=80$, °C. Расчет зонта будем проводить по методике:

Расположение зонта над стендом испытаний показано на рис 5.1.



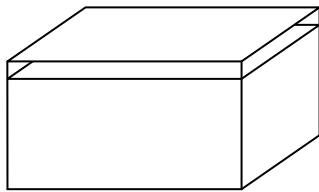


рис 5.1 Расположение зонта над стендом испытаний

Условный диаметр вытяжного зонта

$$(5.2) \quad d_{\text{усл}} = (4 \cdot F) / P, \text{ м.}$$

где F – площадь зонта, м^2 ;

P – периметр зонта, м.

$$d_{\text{усл}} = (4 \cdot 2 \cdot 3) / (2 \cdot 2 + 2 \cdot 3) = 2,4, \text{ м.}$$

Относительное расстояние между теплоотдающей поверхностью стенда и сечением зонта, выраженное в долях диаметра стенда.

$$(5.3) \quad m = h / d_{\text{усл}},$$

где h – высота установки зонта над прессом, м;

$d_{\text{усл}}$ – условный диаметр зонта, м.

$$m = 2 / 2,4 = 0,833$$

Температура в центре уходящего под зонт воздушного потока в плоскости основания зонта

$$(5.4) \quad t_{\text{yx}}^{\text{ц}} = t_{\text{р.з}} + \alpha \cdot (t_{\text{п}} - t_{\text{р.з}}), ^\circ\text{C}$$

где $t_{\text{р.з}}$ – температура воздуха в рабочей зоне, $^\circ\text{C}$;

α – коэффициент, принимаемый по рис.57-а [7];

t_{Π} – температура теплоотдающей поверхности, °С.

$$t_{yx}^{\Pi} = 18 + 0,28 \cdot (80 - 18) = 35, \text{ °С.}$$

Средняя температура воздушного потока у входа в зонт

$$t_{yx}^{cp} = 0,39 \cdot (t_{yx}^{\Pi} - t_{p.з.}) + t_{p.з.}, \text{ °С;} \quad (5.5)$$

$$t_{yx}^{cp} = 0,39 \cdot (35 - 18) + 18 = 24, \text{ °С.}$$

Максимальная осевая скорость потока

$$v_{\text{макс}} = 0,000555 \cdot (t_{\Pi} - t_{p.з.}) + 0,3, \text{ м/с.} \quad (5.6)$$

Формула справедлива при $(t_{\Pi} - t_{p.з.}) > 50 \text{ °С}$. Таким образом

$$v_{\text{макс}} = 0,000555 \cdot (80 - 18) + 0,3 = 0,334, \text{ м/с.}$$

Зная величину m , из графика [7, рис 57-б] находим значение коэффициента $\beta=0,18$.

Осевая скорость потока в плоскости сечения зонта

$$v_{yx}^{\Pi} = \beta \cdot v_{\text{макс}}, \text{ м/с.;} \quad (5.7)$$

$$v_{yx}^{\Pi} = 0,18 \cdot 0,334 = 0,06, \text{ м/с.}$$

Средняя скорость потока в плоскости зонта

$$v_{yx}^{cp} = 0,39 \cdot v_{yx}^{\Pi}, \text{ м/с.;} \quad (5.8)$$

$$v_{yx}^{cp} = 0,39 \cdot 0,06 = 0,024, \text{ м/с.}$$

Коэффициент теплоотдачи свободной конвекцией

$$\alpha = 2,8 \cdot \sqrt[4]{t_{\Pi} - t_{p.з.}} = 2,8 \cdot \sqrt[4]{80 - 18} = 7,9, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}} \quad (5.9)$$

Количество конвекционной теплоты, выделяемой с поверхности

$$Q_K = \alpha \cdot F \cdot (t_{\Pi} - t_{p.з.}) = 7,9 \cdot 6 \cdot (80 - 18) = 2939, \text{ Вт} \quad (5.10)$$

.

Количество воздуха, подтекающего под зонт

$$L_{yx} = \frac{Q_K \cdot (t_{yx}^{cp} + 273)}{39,7 \cdot (t_{yx}^{\Pi} - t_{p.з.})} = \frac{2939 \cdot (24 + 273)}{39,7 \cdot (35 - 18)} = 1293, \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} \quad (5.11)$$

.

Площадь сечения потока

$$F_{yx} = \frac{L_{yx}}{3600 \cdot v_{yx}^{cp}} = \frac{1293}{3600 \cdot 0,024} = 14,9, \text{ м}^2. \quad (5.12)$$

Диаметр поперечного сечения потока

$$d_{\Pi} = 1,13 \cdot \sqrt{F_{yx}} = 1,13 \cdot \sqrt{14,9} = 4,4, \text{ м}. \quad (5.13).$$

Объем воздуха, удаляемого из помещения.

$$L = F \cdot v_{yx}^{cp} \cdot 3600 = 6 \cdot 0,024 \cdot 3600 = 518,4, \frac{\text{м}^3}{\text{час}}. \quad (5.14)$$

Расчет зонта над верстаком.

Определить количество воздуха, удаляемого вытяжным зонтом, установленным над верстаком на высоте $h=1500$ см. Размеры зонта $2000 \times 2000 \times 600$ (h) мм. Температура на поверхности верстака $t_{пр}=18, ^\circ\text{С}$.

Температура в рабочей зоне $t_{p.з.}=18, ^\circ\text{С}$.

Расчет зонта будем проводить по методике, изложенной в литературе [7].

Расположение зонтов над верстаком показано на рис 5.2

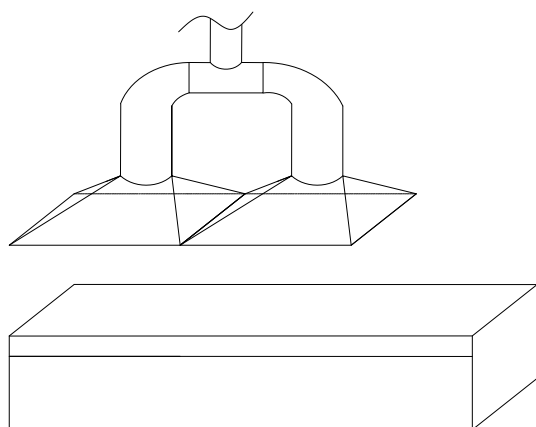


рис 5.2 Расположение зонтов над верстаком.

Условный диаметр вытяжного зонта.

$$d_{\text{усл}} = \frac{4 \cdot F}{P}, \text{ м} \quad (5.15)$$

где F – площадь зонта, м^2 ;

P – периметр зонта, м.

$$d_{\text{усл}} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 2}{2 \cdot 2 + 2 \cdot 2} = 2, \text{ м.}$$

Относительное расстояние между теплоотдающей поверхностью верстака и сечением зонта, выраженное в долях диаметра верстака.

$$m = h / d_{\text{усл}} = 1,5 / 2 = 0,75 \quad (5.16)$$

где h – высота установки зонта над верстаком, м;

$d_{\text{усл}}$ – условный диаметр зонта, м.

Температура в центре уходящего под зонт воздушного потока в плоскости основания зонта

$$t_{\text{ух}}^{\text{ц}} = t_{\text{р.з}} + \alpha \cdot (t_{\text{п}} - t_{\text{р.з.}}) = 18 + 0,28 \cdot (80 - 18) = 35^\circ\text{C}; \quad (5.17)$$

где $t_{p.з.}$ – температура воздуха в рабочей зоне, °C;

α – коэффициент, принимаемый по рис.57-а [7];

t_{Π} – температура теплоотдающей поверхности, °C.

Средняя температура воздушного потока у входа в зонт

$$t_{yx}^{cp} = 0,39 \cdot (t_{yx}^{\Pi} - t_{p.з.}) + t_{p.з.} = 0,39 \cdot (25 - 18) + 18 = 21, \text{ °C.}; \quad (5.18)$$

Максимальная осевая скорость потока

$$v_{\text{макс}} = 0,000555 \cdot (t_{\Pi} - t_{p.з.}) + 0,3, \text{ м/с.} \quad (5.19)$$

Формула справедлива при $(t_{\Pi} - t_{p.з.}) > 50 \text{ °C}$. Таким образом

$$v_{\text{макс}} = 0,000555 \cdot (70 - 18) + 0,3 = 0,329, \text{ м/с.}$$

Зная величину m , из графика [7, рис 57-б] находим значение коэффициента $\beta=0,8$.

Осевая скорость потока в плоскости сечения зонта

$$v_{yx}^{\Pi} = \beta \cdot v_{\text{макс}} = 0,8 \cdot 0,329 = 0,263, \text{ м/с.}; \quad (5.20)$$

Средняя скорость потока в плоскости зонта

$$v_{yx}^{cp} = 0,39 \cdot v_{yx}^{\Pi}; = 0,39 \cdot 0,263 = 0,103, \text{ м/с.} \quad (5.21)$$

Коэффициент конвекции

$$\alpha = 2,8 \cdot \sqrt[4]{t_{\Pi} - t_{p.з.}} = 2,8 \cdot \sqrt[4]{70 - 18} = 7,52, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}; \quad (5.22)$$

Количество конвекционной теплоты, выделяемой с поверхности пресса

$$Q_K = \alpha \cdot F \cdot (t_{\Pi} - t_{p.з.}) = 7,52 \cdot 4 \cdot (70 - 18) = 1564, \text{ Вт}; \quad (5.23).$$

Количество воздуха, подтекающего под зонт

$$L_{yx} = \frac{Q_k \cdot (t_{yx}^{cp} + 273)}{39,7 \cdot (t_{yx}^{\Pi} - t_{p.з.})} = \frac{1564 \cdot (24 + 273)}{39,7 \cdot (25 - 18)} = 1655, \frac{m^3}{ч}; \quad (5.24)$$

Площадь сечения потока

$$F_{yx} = \frac{L_{yx}}{3600 \cdot v_{yx}^{cp}} = \frac{1655}{3600 \cdot 0,103} = 4,46, m^2.; \quad (5.25)$$

Диаметр поперечного сечения потока

$$d_{\Pi} = 1,13 \cdot \sqrt{F_{yx}} = 1,13 \cdot \sqrt{4,46} = 2,39, m; \quad (5.26)$$

Объем воздуха, удаляемого из помещения

$$L = F \cdot v_{yx}^{cp} \cdot 3600 = 4 \cdot 0,103 \cdot 3600 = 1483, \frac{m^3}{час}; \quad (5.27)$$

Учитывая то, что над верстаком один за другим стоят два одинаковых по размерам зонта, следовательно, расчет для второго зонта будет идентичным. Значит, объем удаляемого из помещения воздуха будет $L = 2966, m^3/ч$.

Расчет общеобменной вентиляции

Количество воздуха, подаваемого в помещение [1]

$$L = n \cdot V_{\Pi} = 2,8 \cdot 14306,4 = 40000, \frac{m^3}{ч}. \quad (5.28)$$

где n – кратность воздухообмена в помещении, принимаемая по [1];

V_{Π} – объем помещения, m^3 .

Объем вытягиваемого воздуха принимаем на 10 % меньше объема приточного [1], т.е.

$$L = 1,1 \cdot L_B, m^3/ч. \quad (5.29)$$

$$L_B = \frac{40000}{1,1} = 36364, \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}.$$

Общее количество вытягиваемого воздуха при помощи местных отсосов составило $L=3485 \text{ м}^3/\text{ч}$. Для удаления оставшейся части воздуха, т.е. той части которая не удалилась местными отсосами, необходимо установить на крыше помещения вентиляторы типа ВКР №6,3 в количестве трех штук (один резервный) с параметрами:

мощность	2,2, кВт;
скорость вращения колеса	1000, об/мин;
производительность	16,5, тыс.м ³ /час;
давление	466, Па;
потребляемая мощность	2,2, кВт;
вес (без электродвигателя)	76, кг.

Аэродинамический расчет воздуховода местных отсосов

Вытяжка воздуха из помещения организована через вытяжную систему. Производительность системы $L=3485, \text{ м}^3/\text{ч}$. Воздуховоды выполнены из стали. Расчет ведем по схеме вытяжной вентиляции. Аэродинамический расчет состоит из двух этапов: расчет участков основного направления – магистрали и увязки всех остальных участков системы. Целью аэродинамического расчета является определение размеров сечений всех участков системы при заданном расходе воздуха через них. Расчет произведем по методу удельных потерь давления.

Для проведения аэродинамического расчета вычерчиваем аксонометрическую схему системы вентиляции. По аксонометрической схеме и планам строительной части проекта определяют протяженность отдельных ветвей системы.

Сеть воздуховодов разбиваем на отдельные участки и определяем расход воздуха на каждом из них. Расчетный участок характеризуется постоянным расходом воздуха. Расходы определяют суммированием расходов на отдельных ответвлениях, начиная с периферийных участков. Значение расхода воздуха и

длины каждого участка наносят на аксонометрическую схему. Границами между отдельными участками служат тройники.

Выбираем магистраль. В качестве магистрали назначается наиболее протяженная и нагруженная цепочка последовательно расположенных расчетных участков. Участки магистрали нумеруют, начиная с наиболее удаленного. Номер, расход воздуха и длина каждого участка заносятся в графу 1 и 2 таблицы аэродинамического расчета (табл.5.1).

По табл. 12.15 [12], зная расход воздуха на каждом участке и задавшись рекомендуемыми скоростями воздуха [1] (в магистрали $v=9\div 12$ м/с, в ответвлениях $v=6\div 9$ м/с), находим предварительный диаметр труб d . Для этого диаметра при данном расходе устанавливаем фактическую удельную потерю давления на трение на 1 м длины участка R_{ϕ} и динамическое давление H_d .

Найденные величины заносим в 3,4,5, и 8 графы (табл. 5.2).

Потери давления на трение на участке воздуховода определяются по формуле

$$R = l \cdot R_{\phi}, \text{ Па} \quad (5.30)$$

где l – длина участка воздуховода, м.

Результаты заносим в графу 6 (табл. 5.2).

Определяем потери в местных сопротивлениях. Вначале устанавливаем перечень местных сопротивлений на каждом участке и значения коэффициентов местных сопротивлений для них по таблице 12.16÷12.20 [12]. Сумму коэффициентов местных сопротивлений на каждом участке сводим в (табл. 5.1).

ТАБЛИЦА 5.1

Сумма коэффициентов местных сопротивлений на каждом участке воздуховода

№ участка	D, мм	наименование местных сопротивлений	ζ	n	$\Sigma \zeta$
	1	2	3	4	5
магистраль					
1	355	отвод	1,1	1	1,1

2	355	тройник; диффузор у вентилятора	0,03+0,15	1;1	0,18
ответвления					
3	180	тройник, шибер	0,16+1,9	1;1	2,06

Результаты $\sum \zeta$ заносим в графу 7 (табл.5.2).

Потери давления на местные сопротивления [12]

$$Z = H_d \cdot \sum \zeta, \text{ Па} \quad (5.31)$$

Результаты расчета заносим в графу 9 (табл.5.2).

Общие потери давления на каком-либо участке воздуховода

$$\Delta P_{\text{уч}} = R \cdot l + Z, \text{ Па} \quad (5.32)$$

Результаты расчета сводятся в графу 10 (табл.5.2).

Рассчитав общие потери давления на каждом участке $\Delta P_{\text{уч}}$ определяем суммарные потери давления на всех участках системы $H_p = \sum (R \cdot l + Z)$, величину которых записываем в графу 11 (табл. 5.2).

Увязку всех остальных участков системы проводят, начиная с самых протяженных ответвлений. Методика увязки ответвлений аналогична расчету участков основного направления. Разница состоит лишь в том, что при увязке каждого ответвления известны потери в нем. Потери от точки разветвления до конца ответвления должны быть равны потерям от той же точки до конца главной магистрали, т.е. $(R \cdot l + Z)_{\text{отв}} = (R \cdot l + Z)_{\text{парал.уч}}$. Для расчета ответвления применяется способ последовательного подбора. Размеры сечений ответвлений считаются подобранными, если относительная невязка потерь не превышает 10%:

$$\frac{(R \cdot l + Z)_{\text{отв}} - (R \cdot l + Z)_{\text{парал.уч}}}{(R \cdot l + Z)_{\text{парал.уч}}} \cdot 100\% \leq 10\% \quad (5.33)$$

ТАБЛИЦА 5.2

Расчетная таблица сети воздуховодов, обеспечивающих вытяжку воздуха

№ участка	Количество воздуха L, м ³ /ч	Длина l, м	Диаметр d _в , мм	Скорость v, м/с	Потери давления на трение, кг/м ²		сумма коэффициентов местных	Скоростное давление Н _д , кг/м ²	Потери давления на местные сопротивления	Общие потери давления на участке R·l+Z, кг/м ²	Суммарные потери давления на участках от начала сети Н _п , кг/м ²
					на 1 м R,	на всем участке R·l					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
магистраль											
1	2966	7,7	355	8,5	0,210	1,617	1,1	4,42	4,862	6,473	6,473
2	3485	7,7	355	10	0,29	2,233	0,18	7,54	1,36	3,59	10,06
ответвления											
3	519	5,5	180	6	0,260	1,43	2,06	2,2	4,532	5,962	
невязка (1;3): $\frac{6,473 - 5,962}{6,473} \cdot 100\% = 7,9\%$											

Так как невязка на всех участках сети не превышает предельно допустимой величины 10%, то аэродинамический расчет вытяжной системы вентиляции считаем законченным.

При объеме удаляемого воздуха при помощи местных отсосов равным L=3485 м³/ч и суммарных потерь давления по длине воздуховода ΔP_{уч}=10,533 Па, для удаления вытяжного воздуха, необходимо установить вентилятор ВЦ 4-75 №6,3 с параметрами:

скорость вращения колеса	960, об/мин;
производительность	4, тыс.м ³ /час;
давление	570, Па;

наибольший КПД

0,8

и электродвигатель с параметрами:

мощность

2,2 кВт;

синхронная частота вращения вала 1000 мин;

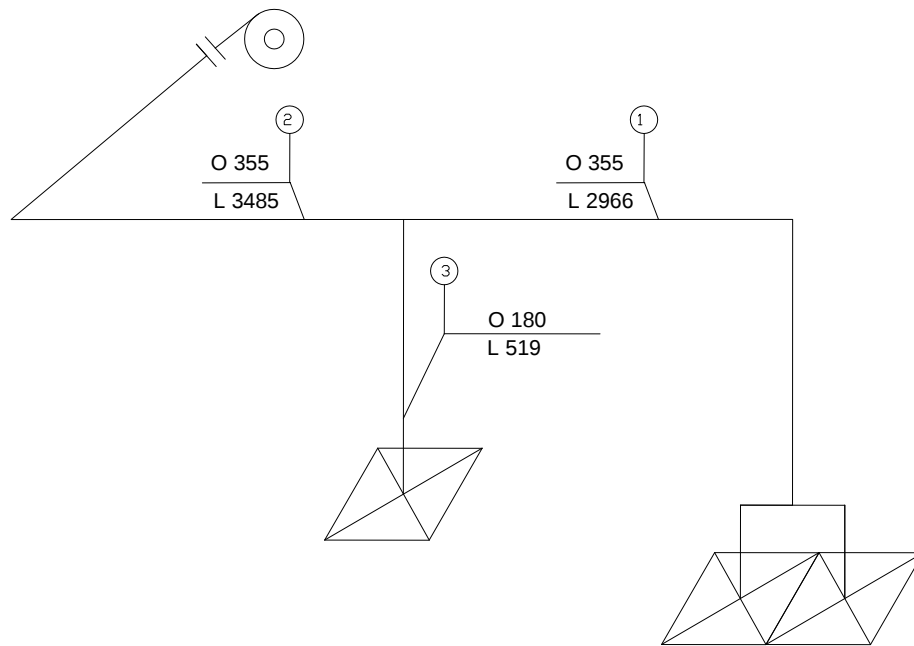


Рис 5.3 Вытяжная система вентиляции

6. Социальная ответственность.

В последнее время становятся все более актуальными вопросы безопасности эксплуатации энергетического оборудования. Это, прежде всего, связано с ростом мощности и производительности оборудования. Для обслуживания котельных установок большой производительности требуется большое количество персонала. Поэтому безопасность жизнедеятельности в основном зависит от четкого соблюдения этим персоналом разработанных мер безопасности. В результате этого на любом промышленном предприятии разрабатывается система безопасной эксплуатации какого-либо оборудования.

Как и на крупных тепловых электростанциях, в котельных малой производительности (разрабатываемый котельный агрегат эксплуатируется в основном в небольших промышленных котельных) существуют определенные правила эксплуатации оборудования и требования к уровню подготовки обслуживающего персонала.

В данный раздел включены подразделы, посвященные анализу опасных вредных производственных факторов и решению вопросов обеспечения защиты от выявленных факторов на основе требований действующих нормативно-технических документов.

6.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Котел и трубопроводы котельной находятся под действием избыточного давления и температуры. Следовательно, они относятся к объектам повышенной опасности, поскольку не исключены случаи разрушения их вследствие различных факторов. Поэтому изготовление, монтаж, ремонт и обслуживание элементов, находящихся под давлением,

должно производиться согласно «Требованиям устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов» специализированной организацией имеющей разрешение на данный вид деятельности.

Для безопасной работы оборудования котельной, находящегося под

давлением, имеются следующие приборы: манометры, термометры, предохранительные клапана или мембраны, запорная арматура. Предохранительные защитные устройства предназначены для автоматического отключения агрегатов при выходе какого-либо параметра оборудования за пределы допустимых значений, что исключает аварийные режимы работы [2].

За состоянием оборудования котельной следит квалифицированный персонал. На любое оборудование в котельной разработаны графики осмотров, текущих ремонтов, капитальных ремонтов, проверки работоспособности. Замеченные при осмотре недостатки и неполадки в работе оборудования и принятые меры для их устранения, обслуживающий персонал записывает в эксплуатационный журнал.

Главными вредными источниками, влияющими на здоровье и нормальный труд обслуживающего персонала, являются:

1) Дымовые газы. Источником проникновения дымовых газов являются неплотности котла, при забивании конвективных пучков в газоходах котла, ухудшение тяги; при ремонтных работах внутри топки после останова котла. Предельно допустимые концентрации СО в дымовых газах средне-суточные: 3мг летучей: 0,05-0,15 мг/м³; сажи: 0,05мг/м³; SO₂-0,05мг/м³.

На котельной в наиболее вероятных местах загазованности СО установлены газосигнализаторы СОУ-1 которые информируют персонал о степени концентрации газа, при достижении опасной концентрации срабатывает звуковая и световая сигнализация.

2) Вибрации. Источники вибрации - насосы, электродвигатели. Вибрация распространяется по грунту и достигает фундамента здания, вызывая их осадку. Это может привести к разрушению расположенных на них инженерных и строительных конструкций. У человека вибрации вызывают раздражающее действие.

3) Шум. Шум создается вентиляторами, двигателями, и др. Нормированными

параметрами шума являются уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 2000, 8000 Гц. При нахождении обслуживающего персонала у насосного парка, работающего оборудования следует применять средства индивидуальной защиты (шумофоны, беруши).

4) Температурные воздействия на организм человека и микроклимат на рабочем месте. Подвергнутся тепловому излучению и получить ожоги обслуживающий персонал может в результате неизолированной поверхности, продувке водоуказательных стекол, при ремонтных работах внутри топки, когда температура воздуха больше допустимой.

5) Возможность поражения электрическим током от незаземленных электроустановок, неисправности электропроводки.

6) Технологический процесс труда, который сопровождается мерами по технике безопасности труда при: перемещении грузов, при ремонте и обслуживании котлов, при выполнении теплоизоляционных работ, при эксплуатации оборудования химводоподготовки и сосудов под давлением, организация вентиляционных работ [2].

6.2 Техника безопасности

Техника безопасности - это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих воздействие на рабочих опасных производственных факторов. Правила по технике безопасности содержат требования от воздействия предметов и средств труда, безопасную работу машин, оборудования и инструментов, снабжение оборудования предохранительными приспособлениями.

В политике правительства большое место занимают вопросы охраны труда. Проявляется неустанная забота об обеспечении безопасных и высокопроизводительных условий труда, ликвидации производственного травматизма и профессиональных заболеваний

Охрана труда – это система законодательных актов и норм, направленных на обеспечение безопасности труда и соответствующих им социально-экономических, организационных, технических и санитарно-гигиенических мероприятий.

За охраной труда на промышленном предприятии проводят три вида надзора: ведомственный, государственный и общественный.

Ведомственный контроль осуществляется инженерно-техническими сотрудниками предприятия, на которых ложится контроль за выполнением правил техники безопасности, организация инструктажа.

Государственный надзор охраны труда осуществляет котлонадзор, сан надзор, пожарный надзор, энергонадзор. Одна из главных задач Госгортехнадзора - предупреждение травматизма и аварийности.

Общественный надзор осуществляется комиссиями и общественными инспекторами по охране труда.

Задача охраны труда - свести к минимуму вероятность поражения или заболевания рабочего с одновременным обеспечением комфорта при максимальной производительности труда. Реальные производственные условия труда характеризуются, как правило, наличием некоторых опасных и вредных производственных факторов.

Примерами опасных и вредных производственных факторов могут послужить открытые токоведущие части оборудования, раскаленные тела, наличие емкостей с топливом, оборудование, находящееся под давлением, примеси в воздухе, неблагоприятные метеорологические условия, лучистая теплота, недостаточное освещение, вибрация, шум, электромагнитные поля, наличие вредных микроорганизмов и так далее.

Для оборудования котельной в разделе «Требования безопасности» излагаются следующие требования:

- а) к конструкции (устройству ограждений опасных элементов, блокировка

включений при нерабочем состоянии и аварийном положении, система сигнализации);

б) к обеспечению на объекте стандартизации санитарно-гигиенических условий, отвечающих действующим нормам (местной вентиляции, освещению, фильтрам, защитным кожухам, экраном от радиационных, электромагнитных или тепловых воздействий, средствам снижения шума, вибраций, ультра- и инфразвука);

в) к электробезопасности (устройству электроизоляции, защитному заземлению, отключению при перегрузках);

г) эргономические по обеспечению удобств при запуске, управлении и обслуживании, обработке и окраске поверхности в соответствии с требованиями технической эстетики;

д) к использованию сигнальной окраски и знаков безопасности;

е) к методам и средствам контроля параметров опасных и вредных производственных факторов.

Основными требованиями охраны труда, представленными при проектировании оборудования котельной, являются: безопасность для человека, надежность и удобство эксплуатации. Безопасность оборудования обеспечивается правильным выбором принципов его действия, конструктивных решений, параметров рабочих процессов, использованием различных средств защиты. Средства защиты должны быть многофункционального типа, то есть решать несколько задач одновременно.

Надежность оборудования котельной определяется вероятностью нарушения нормальной работы котла и всего вспомогательного оборудования. Большое значение в обеспечении надежности имеет прочность конструктивных элементов. Все элементы котла должны быть рассчитаны на прочность. Толщины стенок выбраны по условию прочности из стандартов на трубопроводы и листы. Конструкционная прочность оборудования котельной определяется

прочностными характеристиками, как материала конструкции, так и его крепежных соединений (сварные швы, резьбовые соединения), а также условиями их эксплуатации (наличие смазочного материала, коррозия под воздействием окружающей среды, наличие чрезмерного изнашивания).

6.3 Производственная санитария

Предмет санитарной охраны труда - борьба с вредностями и ее последствиями - профессиональными заболеваниями. В трудовом процессе нагрузка в основном падает на мышечную и нервную систему человека, а окружающая обстановка (температура воздуха, влажность, загрязнения, вибрации и др.) вызывают изменения в функционировании органов дыхания, зрения, слуха, кровообращения и др. Каждый из этих факторов отрицательно влияет на работоспособность человека, повышает его утомляемость, ослабляет внимание, что ведет к повышению числа травм.

Нормы по производственной санитарии устанавливают меры индивидуальной защиты работающих от профессиональных заболеваний и производственных травм. На работах с вредными условиями труда рабочим выдается специальная одежда, - обувь и другие средства индивидуальной защиты. На работе связанной с загрязнением, рабочим выдается мыло, смывающие и обезвреживающие средства. На предприятии с вредными условиями труда выдается молоко равноценные продукты. При поступлении на работу проходят медицинский осмотр, для определения пригодности и предупреждения профессиональных заболеваний.

Для анализа и профилактики производственного травматизма, профессиональной заболеваемости важное значение имеет классификация причин. Несчастные случаи и профессиональные заболевания являются следствием неудовлетворительных условий труда, возникающих в процессе производства в результате действия опасных и вредных производственных факторов.

Можно выделить две группы факторов, определяющих состояние безопасности труда: производственно-технические и психофизиологические.

Классификация причин травматизма:

- организационные: отсутствие или некачественное проведение инструктажа, отсутствие инструкций по охране труда, нарушение правил безопасности и так далее;
- технические: несоответствие нормам безопасности конструкций технологического оборудования, оснастки и так далее;
- санитарно-гигиенические: неблагоприятные метеорологические условия, высокая концентрация вредных веществ, наличие шума и вибраций и так далее;
- психофизиологические: совершение ошибок вследствие утомляемости, напряженности и тяжести труда.

Основными признаками производственного несчастного случая являются: поражение организма работающего и внезапность, мгновенность и кратковременность события. К несчастным случаям, связанным с производством, относятся такие, которые произошли с рабочим и служащим: 1) на территории предприятия, организации учреждения;

2) вне территории предприятия по заданию администрации;

3) на транспорте предприятия с лицами его обслуживающими; а также с работниками, доставленными на место работы и обратно на транспорте предприятия.

К профессиональным заболеваниям (силикозу, кессонно или вибрационной болезни, электроофтальмии, конъюнктивиту, экземе и др.) относятся такие повреждения организма связанные с производством, которые возникли в результате длительного воздействия на работающих неблагоприятных факторов: пыли, повышенного давления, вибраций, излучений, раздражающих жидкостей и др.

Острые отравления, обмороживание, тепловые удары, произошедшие на производстве в течение коротко времени, учитываются как производственные несчастные случаи. Большая роль в изучении причин и устранении несчастных случаев и профзаболеваний, а также мероприятий по их устранению принадлежит инженерно-техническим сотрудникам. В настоящее время осуществляется комплексная механизация и автоматизация важнейших производственных процессов, которые вредно сказываются на здоровье человека и его безопасности.

В котельном зале должны быть созданы нормальные комфортные условия труда (температура воздуха 19-25⁰С, влажность не более 75%, скорость воздуха не более 0,2 м/с). При воздействии высоких температур воздуха, интенсивного теплового излучения возможен перегрев организма, обильное потоотделение, учащение пульса и дыхания, резкая слабость, головокружение, появление судорог и теплового удара. Помещение котельной оборудуется отоплением и вентиляцией, поддерживающими температуру в помещении [18]. В соответствии с ГОСТ 12.1.005 - 88 устанавливаются оптимальные и допустимые метеорологические условия.

6.4 Шум и вибрация

Шум на производстве наносит большой ущерб, вредно действуя на организм человека. Поэтому борьба с шумом является важной задачей. Шумом является всякий нежелательный для человека звук.

Как правило, любое течение газа или жидкости сопровождается шумом, поэтому с повышенным аэродинамическим шумом приходится встречаться достаточно часто. К источникам аэродинамического шума относят: вихревые процессы в потоке рабочей среды, колебания среды, вызываемые неоднородностью потока. Основное снижение аэродинамических шумов достигается путем звукоизоляции источника установки глушителя.

В котельной установлен ряд насосов, которые также являются источником шума. В них причиной шума является кавитация жидкости, возникающая у поверхности лопастей при высоких окружных скоростях и

недостаточном давлении на всасывании, а также работа электродвигателей. Меры борьбы с кавитационным шумом - это улучшение гидродинамических характеристик насосов и выбор оптимальных режимов их работы. Для борьбы с шумом, возникающим при гидравлических ударах, необходимо правильно эксплуатировать гидросистемы, в частности, закрытие арматуры должно происходить постепенно, а не резко.

В качестве звукопоглощающего материала в котельной используется капроновое волокно, минеральная вата, древесноволокнистые плиты. На эффективность звукопоглощающих облицовок влияет высота расположения их над источником шума, а также конфигурация помещения. В низком помещении потолок и пол являются основными отражающими поверхностями.

Основными мероприятиями для борьбы с вибрациями машин и оборудования являются:

- 1) снижения вибраций воздействием на источник возбуждения (посредством снижения или ликвидации вынуждающих сил);
- 2) вибродемпфирование - увеличение механического импеданса колеблющихся конструктивных элементов;
- 3) отстройка от режима резонанса путем рационального выбора массы или жесткости колеблющейся системы.

Причиной низкочастотных вибраций насосов, двигателей является неуравновешенность вращающихся элементов. Действие неуравновешенных вращающихся сил может усугубляться плохим креплением деталей, их износом в процессе эксплуатации. Устранение вибраций достигается балансировкой в соответствии с ГОСТ 22061-76

6.5 Электробезопасность.

Основными мерами защиты от поражения электрическим током являются: обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением, от случайного прикосновения; устранение опасности поражения при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования, что достигается применением малых напряжений, использованием двойной изоляции, выравниванием потенциала, защитным заземлением; применением специальных электрозащитных средств -переносных приборов и приспособлений. Защита от статического электричества ведется преимущественно по двум направлениям: уменьшением генерации электрических зарядов и устранением уже образовавшихся зарядов.

Устранение зарядов статического электричества достигается, прежде всего, заземлением электрооборудования. Оно выполняется независимо от других средств защиты. Заземляющие устройства, предназначенные для отвода статического электричества, обычно объединяются с защитными заземляющими устройствами для электрооборудования.

Для уменьшения интенсивности теплового излучения от нагретых поверхностей (котла), а также для предотвращения ожогов при прикосновении к этим поверхностям эффективным мероприятием является теплоизоляция. По действующим санитарным нормам температура нагретых поверхностей оборудования не должна превышать 45°C.

Вентиляция предназначена для создания на рабочем месте метеорологических условий и чистоты воздушной среды, соответствующих действующим стандартам и санитарным нормам [18].

Вентиляция с естественным побуждением характеризуется воздухообменом за счет теплового и ветрового напоров. Организационная или регулируемая вентиляция осуществляется дефлекторами или аэрацией. Дефлекторы - это специальные насадки, которые устанавливаются над вытяжными отверстиями в

крыше котельной. Назначением дефлектора является усиление вытяжки загрязненного воздуха из помещения.

6.6 Освещение в котельной.

Освещение. Из общего объема информации человек получает через зрительный канал около 80%. Качество поступающей информации во многом зависит от освещения: неудовлетворительное количественно или качественно оно не только утомляет зрение, но и вызывает утомление организма в целом. Нерациональное освещение может явиться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие источники света и блики от них, резкие тени ухудшают видимость и могут вызвать полную потерю ориентировки работающих.

В котельной предусматриваются три вида освещения - естественное, искусственное и совмещенное (естественное и искусственное вместе).

Естественное освещение - освещение помещений светом неба, проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях. В котельной предусмотрено естественное боковое освещение, которое осуществляется через световые проемы в наружных стенах.

Оценка количественной характеристики естественного освещения выражается через КОЕ в процентах. КЕО - отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения, к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, %.

При одностороннем естественном боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на расстоянии 1м от стены, наиболее удаленной от световых проемов.

Искусственное освещение применяется при работе в темное время суток и днем по условиям технологии, организации производства. Искусственное освещение в котельной подразделяется на рабочие и аварийное.

Для обеспечения наиболее благоприятных условий зрительной работы принято нормировать минимальную освещенность на наиболее темном участке рабочей поверхности. Так как в котельной работа связана с повышенной опасностью травматизма, то нормы освещенности повышаются на одну ступень согласно норм освещенности по СНиП 23-05-95.

Аварийное освещение (в помещениях и на местах производства наружных работ) в котельной должно быть предусмотрено, так как действия персонала в темноте могут явиться причиной взрыва, пожара, массового травматизма или привести к длительному нарушению технологического процесса. Светильники такого освещения должны создавать на рабочих поверхностях не менее 5% освещенности, нормируемой для рабочего освещения, но не менее 2лк внутри зданий. Питание светильников аварийного освещения осуществляется не зависимыми источниками питания.

Расчет освещенности помещения мастерской.

Помещение мастерской имеет следующие размеры: длина $A=12$ м, ширина $B=7$ м, высота $H=4,5$ м. Высота рабочей поверхности $h_p = 0,8$ м. В мастерской выполняются работы высокой точности (наименьший размер объекта размещения $0,5\div 1,0$ мм). Контраст объекта с фоном и характеристика фона являются средними (СНиП 23-05-95), поэтому требуется создать освещенность $E=400$ лк [16].

Коэффициент отражения стен.

$R_c = 30\%$, для бетонных стен с окнами [16].

Коэффициент отражения потолка.

$R_{\pi} = 50\%$, для чистых бетонных потолков [16].

Коэффициент запаса.

$K_3 = 1,5$ для светильников с люминесцентными лампами [16].

Коэффициент неравномерности.

$Z = 1,1$ для люминесцентных ламп [16].

Выбор светильников.

Светильники выбираем с люминесцентными лампами типа ОД, для которых:

$$\lambda = 1,4 \text{ [16].}$$

Расстояние светильника от потолка.

$$h_c = 0,8 \text{ м.}$$

Высота светильника над полом.

$$h_n = H - h_c = 4,5 - 0,5 = 4 \text{ м.} \quad (6.1)$$

Высота светильника над рабочей поверхностью

$$h = h_n - h_p = 4 - 0,8 = 3,2 \text{ м.} \quad (6.2)$$

Расстояние между светильниками.

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \cdot 3,2 = 4,5 \text{ м.} \quad (6.3)$$

Установка светильников

Предварительно выбираем светильники с длиной 1,52 м типа ОД. Светильники размещаем в три ряда по три штуки вдоль длины мастерской. Расстояние между светильниками принимаем 0,50 м

Определение индекса помещения

$$i = \frac{S}{h(A+B)} = \frac{12 \cdot 7}{4,5(12+8)} = 1,5, \quad (6.4)$$

где $S = A \cdot B$ – площадь освещаемой поверхности.

Коэффициент использования светового потока.

$$\eta = 0,56 \text{ для } R_c = 30\%, R_n = 50\% \text{ по [16].}$$

Потребный световой поток ламп в каждом из рядов

$$\Phi_{\text{л расч}} = \frac{E \cdot S \cdot K \cdot Z}{n \cdot \eta} = \frac{400 \cdot 84 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{18 \cdot 0,56} \quad (6.5)$$

где $n = 18$, количество ламп в светильниках

Выбираем люминесцентные светильники с лампами типа ЛБ, мощностью $p_{\text{л}} = 80$ Вт и с потоком $\Phi_{\text{л стандарт}} = 5400$ лм.

Проверка выполнения условия [16].

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л стандарт}} + \Phi_{\text{л расч}}}{\Phi_{\text{л стандарт}}} \cdot 100\% \leq +20\%, \quad (6.6)$$

получаем

$$-10\% \leq \frac{5400 - 5500}{5400} \leq +20\%,$$

$$-10\% \leq -1.2\% \leq +20\%,$$

т.е. условие выполняется.

Электрическая мощность светильной установки.

$$N = n \cdot p_{\text{л}} = 18 \cdot 80 = 1440 \text{ Вт}. \quad (6.7)$$

6.7 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защиты. Пожарная профилактика включает в себя комплекс мероприятий, необходимых для предупреждения возникновения пожара.

Причинами пожаров на котельной могут являться:

- нарушение технологического режима;
- неисправность электрооборудования (короткое замыкание, перегрузки);
- неисправность запорной арматуры;
- конструктивные недостатки оборудования.

Основы противопожарной защиты определены стандартами ГОСТ 12.1-004-76 «Пожарная безопасность» и ГОСТ 12.1-070-76 «Взрывобезопасность».

Для предотвращения возникновения пожаров в котельной необходимы следующие меры:

- а) предотвращение образования горючей среды;

- б) предотвращение образования в горючей среде источников воспламенения;
- в) поддержание температуры и давления газа, ниже максимально допустимых значений по горючести.

Используемое в котельной топливо является легковоспламеняющимся.

Таким образом, согласно строительным нормам и правилам ИПБ 105-03 котельная является производственным объектом категории -Г- так как в производственном процессе итилизруется природный газ.В связи с этим к помещению предъявляется ряд специальных требований.

Помещение котельной в обязательном порядке должно иметь не менее двух выходов. Места проходов трубопроводов и кабелей, электропроводок, выполненных из стальных труб, через стены здания должны тщательно заделываться.

На котельной в качестве средств пожаротушения применяются ручные огнетушители. С их помощью можно быстро локализовать огонь или ликвидировать очаг возгорания до прибытия пожарной команды. В котельной в качестве ручных огнетушителей могут использоваться ручные углекислотные огнетушители ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8, предназначенные для тушения необходимых начинающих очагов возгорания электропроводок, двигателей внутреннего сгорания и тому подобное. Углекислотные огнетушители нельзя применять для тушения веществ, горящих без доступа воздуха. Также в котельной предусматривается установка ящиков с песком.

Электрическая пожарная сигнализация служит для быстрого оповещения службы пожарной охраны о возникновении пожара в котельной. При необходимости пожарная сигнализация может быть совмещена с охранной сигнализацией. Система электрической пожарной сигнализации обнаруживает начальную стадию пожара и сообщает о месте его возникновения.

Также регулярно должен проводиться противопожарный инструктаж персонала.

6.8 Охрана окружающей среды

Биосфера как внешняя оболочка Земли, занятая совокупность всех живых организмов, составляет покров планеты. В результате преобразовательной деятельности человека в биосферу выбрасываются новые, несвойственные ей вещества, многие из которых оказываются активными и вредными.

К вредным веществам относятся отходы производства преобразования химической энергии топлива:

- 1) сернистых соединений SO_2 и SO_3 ;
- 2) токсичных окислов азота NO_x ;
- 3) углекислого газа CO_2 , который создает парниковый эффект;
- 4) окиси углерода CO ;
- 5) канцерогенные вещества - бенз(а)пирена $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$;

.

Выбросы вредных веществ в атмосферу нормированы и не должны превышать пределов этого нормирования. За соблюдением данных условий следят определенные службы, которые постоянно проверяют содержание вредных веществ в атмосфере. При повышении концентрации выбросов вредных веществ на предприятие налагаются штрафы.

Наиболее опасными являются выбросы: бенз(а)пирена, сероводорода, пятиоксида ванадия и двуоксида азота.

В таблице 14 представлены допустимые разовые и среднесуточные допустимые концентрации выбросов вредных веществ в атмосферу.

Кроме вредных выбросов в атмосферу, промышленные предприятия являются еще и «поставщиком» сточных вод. На территории промышленных предприятий образуются сточные воды трех видов: бытовые, поверхностные и производственные.

Бытовые сточные воды предприятий образуются при эксплуатации на его

территории душевых, туалетов, прачечных и столовых. Предприятие не отвечает за качество данных сточных вод и направляет их на городские (районные) станции очистки.

Таблица 14 Предельно-допустимая концентрация вредных веществ в атмосфере

Вещество	Формула	ПДК мг/м ³	
		Среднесуточная	Максимальная разовая
1	2	3	4
Двуокись азота	NO ₂	0,085	0,085
Окись азота	NO	0,25	0,25
Пятиокись ванадия	V ₂ O ₅	0,002	—
Сернистый ангидрид	SO ₂	0,05	0,5
Серный ангидрид	SO ₃	0,1	0,3
Сероводород	H ₂ S	0,008	0,008
Окись углерода	CO	1,00	3,0
Бенз(а)пирен	C ₂₀ H ₁₂	0,000001	—
Сажа	C	0,05	0,15
Пыль		0,015	0,5

Поверхностные сточные воды образуются в результате смывания дождевой, талой и поливочной водой примесей, скапливающихся на территории, крышах и стенах производственных зданий. Основными примесями этих вод являются твердые частицы (песок, камень, стружки и опилки, пыль, сажа, остатки растений, деревьев и тому подобное); нефтепродукты (масла, бензин, керосин), используемые в двигателях транспортных средств и другое. Каждое предприятие отвечает за загрязнение водоемов, поэтому необходимо знать объем сточных вод

данного типа.

В результате вышеперечисленных отрицательных воздействий на окружающую среду в современном обществе резко возросла роль промышленной экологии, призванной на основе оценки степени вреда разрабатывать и совершенствовать инженерно-технические средства защиты окружающей среды. С целью снижения концентраций вредных веществ в районах, прилегающих к котельной, сооружают высотные дымовые трубы, которые рассеивают дымовые газы в атмосфере. В качестве дополнительных средств защиты применяют: аппараты и системы для очистки газовых выбросов, сточных вод от примесей. Эти средства защиты постоянно совершенствуются и широко внедряются в технологические и эксплуатационные циклы во всех отраслях народного хозяйства.

6.9 Чрезвычайные ситуации

Чрезвычайная ситуация - состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации на объекте, определенной территории или акватории нарушаются условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

При стихийных явлениях и чрезвычайных ситуациях антропогенного происхождения возникают первичные и вторичные опасные факторы. Условно к первичным (внешним) можно отнести: обрушение зданий и сооружений, воздействия электростатических разрядов (молнии), ударной, световой и электромагнитной волн при взрыве, оползней, лавин, селей и тому подобное. Вторичными (внутренними) опасными факторами являются взрывы оборудования, открытое пламя (пожар), химическое, радиоактивное и бактериологическое воздействия, повышенная загазованность и так далее.

На котельных применяется ряд мероприятий по действиям персонала в случае чрезвычайной ситуации. В частности, на котельной должен быть план

эвакуации персонала; стены котельной должны быть застекленными на случай взрыва; весь персонал котельной должен пройти, технику безопасности и ознакомлен с порядком действий во время чрезвычайной ситуации.

7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

Экономичность системы отопления обусловлена стоимостью материалов и оборудования, изготовления и сборки, а также эксплуатации. Показателями экономичности являются технологичность конструкции, масса элементов, затраты труда, сроки изготовления и монтажа, расходы на наладку, управление и ремонт.

Технологичность конструкции включает такие реальные мероприятия, как упрощение схемы, унификация и уменьшение числа деталей, удобство сборки, которые обеспечивают изготовление и монтаж с минимальными затратами времени, средств и труда.

Создание экономичной системы отопления невозможно без модернизации и внедрения новой техники. Экономический эффект выявляется при проведении технико-экономического сравнения различных проектных решений. Сравнение позволяет выбрать систему отопления наиболее экономичную в данных конкретных условиях.

При экономическом сравнении вариантов системы применяют такие показатели, как капитальные вложения K , эксплуатационные затраты I , продолжительность строительно-монтажных работ и производительность труда. В обычных случаях используют часть этих показателей. Чаще всего сопоставляют системы по капитальным вложениям и эксплуатационным затратам.

При сопоставлении вариантов, один из которых имеет меньшие капитальные вложения, а другой меньшие эксплуатационные затраты используют сравнительный срок окупаемости.

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_1 - K_2}{I_2 - I_1} \quad (7.1)$$

Если этот срок $T_{\text{ок}} \leq T_{\text{н}}$, т.е. равен или меньше нормативного срока, то целесообразно осуществить вариант с большими капитальными вложениями K_1 и меньшими годовыми эксплуатационными затратами, если $T_{\text{ок}} \geq T_{\text{н}}$, то наоборот.

При экономическом сопоставлении нескольких систем или вариантов системы, когда не существует прибыли от реализации проекта, для нахождения более эффективного варианта используют метод приведенных затрат по формуле [23]

$$\Pi = K \cdot E_H + И \quad (7.2)$$

где K – капитальные затраты или сумма производственных основных фондов, руб.;

E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных затрат, равный 0,15;

$И$ – эксплуатационные затраты, руб.

Чем ниже уровень приведенных затрат $И + E \cdot K$, тем экономичнее и эффективнее объект, вариант, мероприятие.

Так как у нас имеется несколько вариантов систем отопления, нет прибыли от реализации проекта и невозможно рассчитать экономическую эффективность капиталовложений, воспользуемся для расчета методом приведенных затрат.

Целью данного технико-экономического расчета является сравнение приведенных затрат на системы водяного, воздушного и газового отопления и выбор лучшего варианта.

7.1 Расчет инвестиций в систему отопления

Расчет инвестиций в систему отопления проведем по укрупненным показателям.

В состав инвестиций (K) входят стоимости основного оборудования ($K_{Ос}$), доставки и монтажа оборудования ($K_{МОН}$), вспомогательного оборудования ($K_{О.всп}$), общестроительных работ ($K_{Стр}$) и оборотных средств ($K_{об.с}$). [23]

Таким образом

$$K = K_{О.с.} + K_{МОН} + K_{О.всп} + K_{Стр}, \text{ руб} \quad (7.3)$$

где K_{OC} – стоимость основного оборудования системы отопления, руб.;

$K_{мон}$ – затраты на доставку и монтаж оборудования (принять равными 20% от стоимости основного оборудования), руб.;

$K_{O.всп}$ – затраты на вспомогательное оборудование (принять равными 60% от стоимости основного оборудования), руб.;

$K_{стр}$ – затраты на общестроительную часть (принять равными 120-150 % от стоимости основного оборудования), руб.

Расчет инвестиций в систему отопления рассматриваемых вариантов сведем в таблицу 7.1.

ТАБЛИЦА 7.1

Смета начальных капитальных затрат

Элементы текущих затрат	водяное отопление	газовое отопление
1	2	3
1. Стоимость основного оборудования, K_{OC} , руб.		
Регистр отопительный из стальных труб, одновитковый ($D_y=100$ мм)	92413	—
Труба стальная неоцинкованная водогазопроводная (ГОСТ 3262 – 75*)	20000	—
Газовый инфракрасный излучатель ГИИ-ТМ-5U (3 шт)		25200 (1шт) 75600
ИТОГО	112413	75600
2. Затраты на доставку и монтаж оборудования $K_{мон}$,	22482,6	15120

руб.		
3. Затраты на вспомогательное оборудование $K_{O.всп}$, руб.	67447,8	45360
4. Затраты на общестроительную часть, $K_{стр.}$, руб.	134895,6	90720
5. Общие затраты K , руб.	337599	226800

7.2 Расчет ежегодных эксплуатационных издержек на содержание системы отопления

Годовые эксплуатационные затраты (И) включают в себя: амортизационные отчисления (I_a), затраты на потребляемый ресурс (электроэнергия, тепловая энергия, газ) ($I_э$), издержки на текущий ремонт ($I_{тр.}$) и прочие расходы ($I_{пр}$).

$$И = I_a + I_э + I_{тр.} + I_{пр} \quad (7.4)$$

Годовые амортизационные отчисления

Норму амортизации определим по следующей формуле

$$N_a = 1 / T_{сл}, 1/\text{год} \quad (7.5)$$

где $T_{сл}$ - срок службы установленного оборудования, год.

Для водяной системы отопления $T_{сл} = 15$ лет

Для газовой $T_{сл} = 10$ лет

Тогда норма амортизации равна

- для водяной системы отопления $N_a = 0,067, 1/\text{год}$;

- для газовой $N_a = 0,1, 1/\text{год}$.

Годовые амортизационные отчисления определяются по формуле

$$I_a = N_a \cdot K \quad (7.6)$$

где K - начальные капитальные затраты, руб;

H_a - норма амортизации, 1/год.

- для водяной системы отопления:

$$I_a^1 = 0,067 \cdot 337599 = 22619, \text{ руб/год};$$

- для системы отопления газовыми излучателями

$$I_a^2 = 0,1 \cdot 226800 = 22680, \text{ руб/год}$$

7.3 Затраты на потребляемый ресурс

Для водяной системы отопления

Средний расход теплоты за отопительный период [3]

$$Q_o^{cp} = Q_o' \cdot \frac{t_{в.р} - t_{н.о}^{cp.о}}{t_{в.р} - t_{н.о}}, \text{ Вт} \quad (7.7)$$

где Q_o' - расчетные теплопотери здания, Вт (табл. 1);

$t_{н.о}^{cp.о}$ - средняя температура наружного воздуха за период работы отопления, °С;

$t_{н.о}$ - расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С;

$t_{в.р}$ - температура воздуха рабочей зоны, °С.

$$Q_o^{cp} = 22424 \cdot \frac{18 - (-8,8)}{18 - (-37)} = 10926,6, \text{ Дж/с} = 39,3 \cdot 10^6, \text{ Дж/ч}$$

Число часов работы за отопительный период – 5760.

Тогда получим $Q_o^{cp} = 39,3 \cdot 10^6 \cdot 5760 = 226,37 \text{ ГДж} = 54 \text{ Гкал}$.

Цена 1 Гкал горячей воды составляет $C_T = 1426$ руб. (по данным ОАО «Омский РТС»)

Следовательно, расходы на горячую воду составят:

$$I_э = Q_o^{cp} \cdot C_T, \text{ руб} \quad (7.8)$$

$$И_{\text{э}}^1 = 54 \cdot 1426 = 77004, \text{ руб}$$

Для газовой системы отопления

Определяется стоимость природного газа на газовые инфракрасные излучатели в течение отопительного периода

$$И_{\text{э}} = V_{\text{Г}} \cdot h_{\text{уст}} \cdot Ц_{\text{Г}} \quad (7.10)$$

где $V_{\text{Г}}$ – расход газа, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$h_{\text{уст}}$ - число часов работы излучателей (5760 часов);

$Ц_{\text{Г}}$ - цена (тариф) одного м^3 природного газа, принимаем 4.57 руб/ м^3 (по данным ЗАО «Межрегионгаз Омск»).

$$И_{\text{э}}^2 = 1,5 \cdot 5760 \cdot 4,57 = 39484,8, \text{ руб}$$

Затраты на текущий ремонт

Принимаем равной 20% от затрат на амортизацию оборудования,

$$И_{\text{т.р.}} = 0,2 \cdot И_{\text{а}}, \text{ руб.} \quad (7.11)$$

- для водяной системы отопления $И_{\text{т.р.}}^1 = 0,2 \cdot 22619 = 4523,8, \text{ руб.};$

- для газовой системы отопления $И_{\text{т.р.}}^2 = 0,2 \cdot 22680 = 4536 \text{ руб.}$

Прочие расходы

Принимаем равной 15% от суммы всех издержек

$$И_{\text{пр}} = 0,15 \cdot (И_{\text{а}} + И_{\text{э}} + И_{\text{т.р}}), \text{ руб.} \quad (7.12)$$

Тогда

- для водяной системы отопления $И_{\text{пр}}^1 = 0,15 \cdot (22619 + 77004 + 4523,8) = 15622,02, \text{ руб.}$

- для газовой системы отопления $И_{\text{пр}}^2 = 0,15 \cdot (22680 + 39484,8 + 4536) = 10005,12, \text{ руб.}$

Годовые эксплуатационные затраты (формула 7.4)

- для водяной системы отопления

$$И^1 = 22619 + 77004 + 4523,8 + 15622,02 = 119768,82, \text{руб.}$$

- для газовой системы отопления

$$И^2 = 22680 + 39484,8 + 4536 + 10005,12 = 72169,92, \text{руб.}$$

Приведенные затраты (формула 7.2)

- для водяной системы отопления $\Pi^1 = 0,15 \cdot 337599 + 119768,82 = 170768,82 \text{руб.}$

- для газовой системы отопления $\Pi^2 = 0,15 \cdot 226800 + 72169,92 = 106189,92 \text{руб.}$

ТАБЛИЦА 7.2

Таблица результатов расчета приведенных затрат

	Водяное отопление	Газовое отопление
1	2	3
Годовые амортизационные отчисления, $И_a$, руб.	22619	22680
Затраты на потребляемый ресурс, $И_z$, руб.	77004	39484,8
Затраты на текущий ремонт, $И_{т.р.}$, руб.	4523,8	4536
Прочие расходы, $И_{пр.}$, руб.	15622,02	10005,12
Годовые эксплуатационные затраты, $И$, руб.	119768,82	72169,92
Нормативный коэффициент эффективности капитальных затрат, E_n	0,15	0,15

Приведенные затраты П, руб	170408,67	106189,92
-------------------------------	-----------	-----------

Сравнив варианты приведенных затрат на системы отопления (водяная, и газовая) получили, что минимальные приведенные затраты имеет газовая система отопления. Т.е. данная система отопления более экономичная и эффективная из рассматриваемых вариантов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы выполненной был произведен расчет отопления и вентиляции. Для расчета отопления был составлен тепловой баланс помещения. Найдены потери через ограждающие конструкции, которые в сумме составили $Q=32038$ Вт. Для того, чтобы компенсировать потери теплоты, спроектирована система отопления. Вычерчена в аксонометрии двухтрубная система водяного отопления с нижней разводкой и тупиковым движением воды. Определено необходимое количество приборов в помещении. К установке приняты регистры отопительные из стальных труб, одновитковые ($D_y=100$ мм). Произведен гидравлический расчет системы водяного отопления: найдены необходимые диаметры трубопроводов на каждом участке и потери давления. Рассмотрена схема теплового пункта.

В проекте рассмотрен также вариант газового отопления.

Рассмотрено отопление цеха с помощью инфракрасных излучателей. Для этого, исходя из нагрузки на систему отопления с применением газовых инфракрасных излучателей, выбрано количество горелок (3 шт.) и их тип (ГИИ-ТМ-5U). Начерчена схема расположения горелок в цехе и подвод к ним газопровода, по которому подается природный газ Тюменских месторождений. Для определения объемов продуктов сгорания в газопроводе был произведен расчет процесса горения топлива. Для удаления продуктов сгорания из помещения проведен газоход.

В экономической части работы были найдены приведенные затраты для каждого варианта системы и выбран лучший. Наиболее экономичным вариантом отопления цеха оказалось отопление при помощи газовых инфракрасных излучателей.

Проведя проект отопления и вентиляции можно прийти к мнению, что оптимальное конструкторское решение рождается на основании большого опыта проектной работы. Чем точнее и полнее учитываются факторы, влияющие на

расчет и конечный результат, тем меньшими могут приниматься различные поправочные коэффициенты. Сложный и ответственный расчет должен сопровождаться прикидочной оценкой порядка искомой величины. Наиболее часто ошибки в расчетах являются следствием неверных предпосылок, отклонений метода расчета от действительного хода описываемого процесса.

Ценность всякого инженерного расчета повышается, если используемое для его реализации оборудование выбрано на основе технико-экономических расчетов или на основе сопоставления с другими аналогичными объектами. Каждая конструкция должна быть оценена с точки зрения удобства и экономичности её эксплуатации. Эти качества аппарата определяются его надежностью и долговечностью, простотой и доступностью управления, ревизии и ремонта, а также высокими КПД.

CONCLUSION

As a result of work the calculation of heating and ventilation was produced. For the calculation of heating thermal balance of apartment was made. Losses are found through non-load-bearing constructions that in a sum made $Q=32038$ W. In an order to compensate defervescences, we design the system of heating. We draw in an axonometry double-pipe scheme of the aquatic heating with lower разводкой and dead-locked motion of water. The necessary amount of devices is determined in an apartment. To setting registers отопительные from steel pipes, одновитковые ($D_y=a$ 100 mm), are accepted. The hydraulic calculation of the system of the aquatic heating is produced: the necessary diameters of pipelines on every area and loss of pressure are found. The chart of thermal point is considered.

The variant of the gas heating is considered in a project also. Heating of workshop was examined by means of infra-red emitters. For this purpose, coming from loading on the system of heating with the use of gas infra-red emitters, the amount of gas-rings (3 шт.) and their type (ГИИ-ТМ- 5U) are chosen. A layout of gas-

rings in a workshop and carts chart is drawn to them gas pipeline on that natural gas of Тюменских of deposit is given. For determination of volumes of products of combustion the calculation of process of burning of fuel was produced in a gas pipeline. For moving away of products of combustion from an apartment расход is conducted.

In economic part of work the brought expenses over were found for every variant of the system and the best is chosen. Heating appeared the most economical variant of heating of workshop through gas infra-red emitters.

Conducting the project of heating and ventilation it is possible прийти to opinion, that an optimal designer decision gives birth on the basis of large experience of project work.

What factors influencing on a calculation and end-point are taken into account more precisely and completer, the different correction coefficients can less be accepted. A difficult and responsible calculation must be accompanied by the прикидочной estimation of order of the sought after size. Most often errors in calculations are investigation of incorrect pre-conditions, deviations of method of calculation from actual motion of the described process.

The value of every engineering calculation rises, if the equipment used for his realization is chosen on the basis of технико-экономических calculations or on the basis of comparison with other analogical objects. Every construction must be appraised from the point of view of comfort and economy of her exploitation. These qualities of vehicle are determined by his reliability and longevity, simplicity and availability of management, revision and repair, and also high КПД.

Список использованной литературы

1. СНиП II-3-79 Строительная теплотехника, 1979 г.
2. СНиП 2.04.05-91* Отопление, вентиляция и кондиционирование, 1991 г.
3. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов – 6-е изд., перераб. – М.: Издательство МЭИ, 1999. – 472 с.:ил.
4. Свистунов В.М., Пушняков Н.К. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства: Учебник для вузов. – СПб.: Политехника, 2001. – 423 с.:ил.
5. Щекин Р. Ф. и др. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Отопление и теплоснабжение, 1968 г.
6. Тищенко Н.Ф. Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе. Справ.изд. – М.: Химия, 1991. – 368 с., ил.
7. Кострюков В.А. Примеры расчета по отоплению и вентиляции. Часть II, вентиляция. – Москва, 1966. – 188с.
8. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Под ред. Щекина Р. В., Кореневский С. М. ч1. Отопление. Изд-во "Будтвельник", 1968 г.
9. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. Ч1. Отопление/В.Н. Богословский, Б. А. Крупнов, А.Н. Сканава и др.; Под ред. И.Г.Староверова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.:Стройиздат, 1990. – 344 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
10. Сканава А. Н. Конструирование и расчет систем водяного и воздушного отопления зданий. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1983. – 304 с., ил.
11. Андреевский А. К. Отопление: [Учеб. пособие для вузов по спец. 1208 "Теплогазоснабжение и вентиляция"]/Под ред. М. И. Курпана. – 2-е изд., перераб. И доп. – Мн.: Высшая школа, 1982. – 364 с., ил.
12. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. Ч2. Вентиляция/В.Н. Богословский, Б. А. Крупнов, А.Н. Сканава и др.; Под ред. И.Г.Староверова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.:Стройиздат, 1990. – 344 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
13. Дроздов В. Ф. Отопление и вентиляция: Учеб. Пособие для строительных вузов и факультетов по специальности "Теплогазоснабжение и вентиляция". В 2-х ч. Ч.2. Вентиляция. – М.:Высш.шк., 1984 – 263 с., ил.
14. Сканава А. Н. Конструирование и расчет систем водяного и воздушного отопления зданий, М., Стройиздат, 1977, 135 с.