

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(национальный исследовательский университет)»

Политехнический институт
Факультет механико-технологический
Кафедра «Технологические процессы и автоматизация машиностроительного
производства»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____ С.В. Сергеев
_____ 2017 г.

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА КВГМ-30

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 15.03.04.2017.105.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты
Безопасность жизнедеятельности,
зав. кафедрой МАЭ
_____ В.Г. Некрутов
_____ 2017 г.

Руководитель проекта,
зав. кафедрой
_____ С.В. Сергеев
_____ 2017 г.

Автор проекта
студент группы ДО-550
_____ Р.Н. Шайдулин
_____ 2017 г.

Нормоконтролер,
доцент
_____ Ю.С. Сергеев
_____ 2017 г.

Челябинск 2017 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ	7
2 СТРУКТУРА И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА.....	13
3 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ КОТЛА КВГМ-30	21
4 ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КОТЛА КВГМ-30	25
5 ВЫБОР ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ	
5.1 Выбор частотного преобразователя	40
5.2 Выбор микроконтроллера.....	42
5.3 Блок питания для микроконтроллера DL05	44
5.4 Выбор датчиков давления - разряжения Метран-100ДИВ1131, 100ДИ1141	45
6 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА	46
7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
7.1 Расчет затрат при существующей схеме котла КВГМ-30	48
7.2 Расчет затрат на подготовку производства в проектном варианте....	49
7.3 Экономический эффект	50
8 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
8.1 Краткое описание рассматриваемого объекта	52
8.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	52
8.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса	52
8.4 Охрана труда.....	53
8.5 Требования правил безопасности при ремонтно-наладочных работах.....	55
8.6 Эргономика и производственная эстетика	60
8.7 Противопожарная и взрывобезопасность.....	65
8.8 Экологическая безопасность.....	66
8.9 Гражданская оборона.....	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	69
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	70

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

Электроприводы тягодутьевых механизмов водонагревающих котлов потребляют не менее 20-25% всей вырабатываемой электроэнергии и в большинстве случаев остаются нерегулируемыми, что не позволяет получить режим рационального энергопотребления, при изменении технологических потребностей в широких пределах. Силовое оборудование выбирается на максимальную производительность, в действительности же его среднесуточная загруженность может составлять около 20-50% от номинальной мощности. Значительное снижение момента нагрузки при снижении скорости вращения приводного двигателя, характерное для рассматриваемых механизмов, обеспечивает существенную экономию электроэнергии (до 50%) при использовании регулируемого электропривода и позволяет создать принципиально новую технологию поддержания расхода воздуха и разряжения в топке котлового агрегата, обеспечивающую эффективное регулирование производительности агрегата. Кроме того, поддержание в системе минимально необходимого давления приводит к существенному уменьшению непроизводительного расхода газа и снижению числа аварийных остановок котельной. Опыт применения частотно-регулируемых электроприводов в теплоснабжении даст значительную экономию эксплуатационных затрат.

Дроссельное регулирование расхода - осуществляется за счет изменения эффективного сечения трубопровода с помощью заслонки. В этом случае вентилятор, так же, как и при отсутствии регулирования, тратит энергию на преодоление противодействия заслонки, а повышенное давление вызывает износ оборудования.

Регулирование с помощью преобразователя частоты - работу одного вентилятора. В этом случае преобразователь частоты, осуществляет поддержание давления в системе независимо от расхода, с помощью регулирования частоты вращения электродвигателя. Таким образом, при малых расходах вентилятор вращается на малой скорости необходимой только для поддержания номинального давления и не расходует лишней энергии. Экономится электроэнергия, а также газ и ресурс оборудования.

Физическая природа снижения энергопотребления иллюстрируется на примере вентилятора котлового агрегата. На рисунке 1.1 приведена типичная характеристика вентилятора котлового агрегата - зависимость выходного давления P от потока (расхода) воздуха Q . Она остается неизменной при постоянной частоте вращения вентилятора. Здесь же представлена характеристика системы вентилятора. Она показывает, какое давление требуется от вентилятора для обеспечения требуемого потока воздуха. Точка 1 пересечения двух кривых является фактической рабочей точкой системы. Изменение производительности котлового агрегата осуществляется дроссельными заслонками на выходе вентилятора. Что приводит к изменению его характеристики, это показано на рисунке 1.1. Из рисунка 1.1 видно, что снижение частоты вращения вентилятора приводит к перемещению рабочей точки вдоль характеристики системы и существенному снижению расхо-

									Лист
									7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.04.2017.105.00 113				

да электроэнергии при тех же расходах. Точки 2 и 3 соответствуют пониженной частоте вращения.

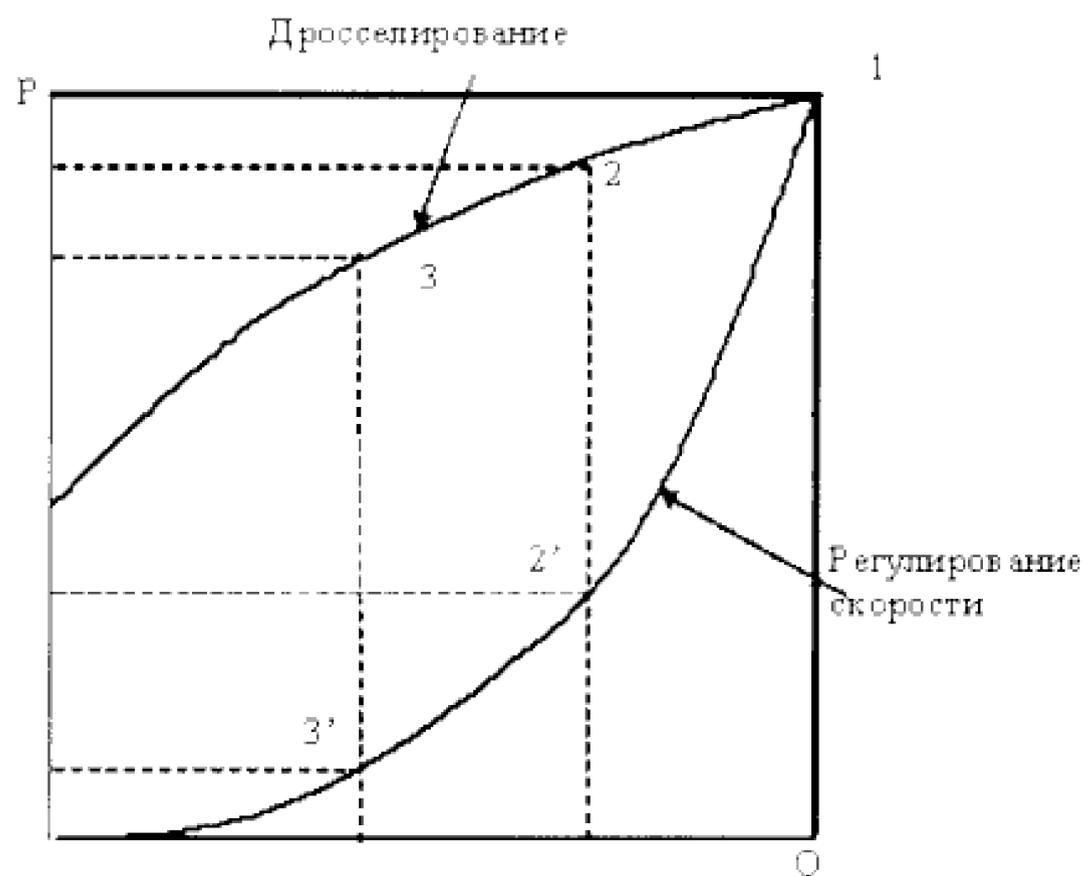


Рисунок 1.1 Зависимость потребляемой мощности от расхода

Разность между значениями этими кривыми при заданном расходе позволяет определить экономию энергии при частотном регулировании по сравнению с регулированием дроссельной заслонкой.

Опыт применения преобразователей частоты для управления вентиляторами показывает их исключительно высокую эффективность в области энергосбережения. Экономия энергии тем выше, чем больше перепады рабочих расходов воздуха.

Котельная является основным поставщиком отопления и горячего водоснабжения района г. Лангенас.

С появлением надежных и доступных преобразователей частоты, электронных устройств, позволяющих плавно регулировать скорость вращения асинхронного двигателя, появилась возможность применения регулируемых асинхронных электропривод там, где раньше применялись нерегулируемые привода, или регулируемые привода постоянного тока.

Успешное внедрение частотных преобразователей для решения различных технологических задач, объясняется в первую очередь обширным распространением асинхронных электродвигателей (до 90% рынка) отличающихся простотой конструкции, высокой надежностью, дешевизной, легкостью подключения и т.д. Электродвигателям также присущи и некоторые недостатки, снижающие их область применения или делающих их менее эффективными. К ним можно отнести невозможность плавного регулирования частоты вращения ротора, и как следствие, неэкономичное применение при определенных задачах, существенные пусковые токи и т.д.

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.04.2017.105.00 ПЗ				

Для устранения вышеописанных недостатков асинхронных электродвигателей и были разработаны частотно регулируемые электропривода.

Преобразователь частоты или частотный преобразователь служит для плавного изменения скорости асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором за счёт формирования в обмотках статора напряжений и токов частотой отличной от частоты источника питания, то есть преобразует неизменное трех- или однофазное напряжение питания с частотой 50Гц в изменяемое напряжение с изменяемой частотой (0,1-400Гц). Изменяя с помощью преобразователя частоту f на входе двигателя, регулируется частота вращения ротора. В схему любого преобразователя частоты входят силовая часть и система управления. Структурная схема представлена на рисунке 1.2.

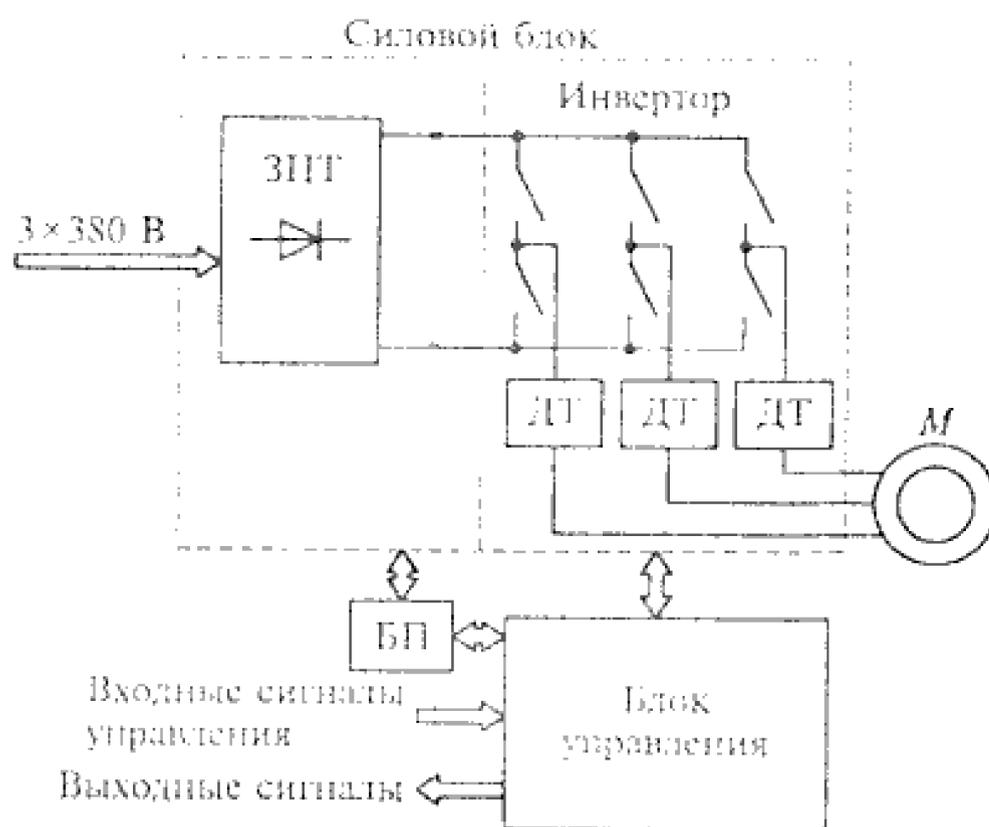


Рисунок 1.2 Структурная схема преобразователя частоты

Преобразователь состоит из: звена постоянного тока ЗПТ, содержащего неуправляемый выпрямитель с фильтром (рисунок 1.2); мостового трехфазного инвертора, выполненного на IGBT-приборах; блока управления; блока питания БП; датчиков тока ДТ. Выпрямитель осуществляет преобразование трехфазного переменного напряжения сети питания в выпрямленное напряжение постоянной амплитуды. $R_{огр}$ - резистор ограничения тока заряда конденсатора; $R_{торм}$ - тормозной резистор; ТК-транзисторный ключ; $C_{ф}$ - конденсатор фильтра.

Инвертор посредством широтно-импульсного модулирования управления транзисторными ключами преобразует постоянное напряжение в переменное регулируемой частоты f_n амплитуды U . Через цепь постоянного тока передается активная мощность из сети к двигателю. Для циркуляции реактивной мощности, которая необходима для создания электромагнитного поля асинхронного двигателя, образуется цепь: обмотки статора двигателя - обратные диоды, шунтирующие транзисторные ключи - конденсаторы фильтра. При заперении ключей индуктив-

ные токи замыкаются через диоды на конденсатор фильтра, не вызывая перенапряжений.

Принципиальная схема звена постоянного тока (ЗПТ) преобразователя частоты показана на рисунке 1.2.

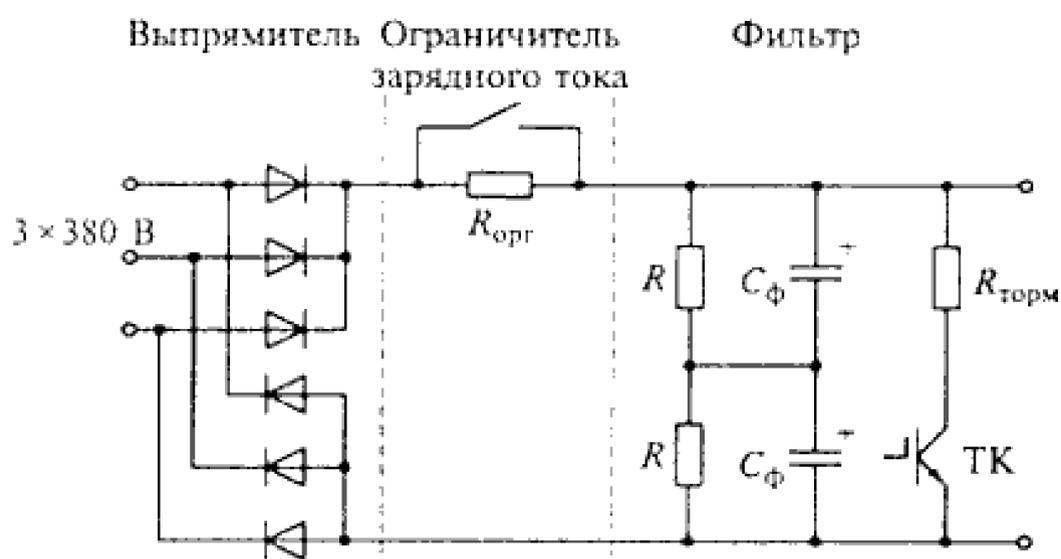


Рисунок 1.2 Принципиальная схема звена постоянного тока (ЗПТ) преобразователя частоты

Для решения задач регулирования скорости и момента в современном электроприводе применяют два основных метода частотного управления:

- скалярное управление
- векторное управление

Асинхронный электропривод со скалярным управлением является на сегодняшний день наиболее распространенным. Он применяется в составе приводов насосов, вентиляторов, компрессоров и других механизмов, для которых важно поддерживать либо скорость вращения вала двигателя. Основным принципом скалярного управления – изменение частоты и амплитуды питающего напряжения по закону $U/f_n = \text{const}$, где $n \geq 1$. Конкретный вид зависимости определяется требованиями, предъявляемыми к электроприводу нагрузкой. Обычно за независимое воздействие принимается частота, а значение напряжения при данной частоте определяет вид механической характеристики, значения пускового и критического моментов. Скалярное управление обеспечивает постоянство перегрузочной способности электропривода независимо от частоты напряжения, однако имеет место снижение развиваемого двигателем момента при низких частотах (при $f < 0,1 f_{\text{ном}}$). Максимальный диапазон регулирования скорости вращения ротора при неизменном моменте сопротивления для электроприводов со скалярным управлением достигает 1:10. Метод скалярного управления относительно прост в реализации, но обладает двумя существенными недостатками. Во-первых, при отсутствии датчика скорости на валу двигателя невозможно точно регулировать скорость вращения вала. Наличие датчика скорости решает эту проблему, второй недостаток – это переход двигателя в шаговый режим.

Существует векторное управление электроприводами. При использовании векторного управления достигаются следующие преимущества:

- высокая точность регулирования скорости даже при отсутствии датчика скорости;
- плавное, без рывков, вращение двигателя в области малых частот;
- возможность обеспечения номинального момента на валу при нулевой скорости (при наличии датчика скорости);
- быстрая реакция на изменение нагрузки: при резких скачках нагрузки практически не происходит скачков скорости;
- обеспечение такого режима работы двигателя, при котором снижаются потери на нагрев и намагничивание, а, следовательно, повышается КПД двигателя. Наряду с очевидными преимуществами, методу векторного управления присущи и некоторые недостатки, такие, как большая вычислительная сложность и необходимость знания параметров двигателя. Кроме того, при векторном управлении колебания скорости на постоянной нагрузке больше, чем при скалярном управлении, высокая стоимость.

Рассмотрим характеристики некоторых частотных преобразователей в таблице 1.1.

Таблица 1.1 Характеристики частотных преобразователей

Параметр	«Веспер» EI-8000	«НПАСН» L200	«Altivar» ATV38HC19N4
Напряжение питания, В	380	380	380
Выходная частота, Гц	от 0,5 до 650	от 1 до 400	от 0,5 до 400
Защита двигателя от перегрузки по току	да	да	да
Защита двигателя от повышенного и пониженного напряжения	да	да	да
Контроллерное управление	да	да	да
Возможность дистанционного управления и мониторинга (протокол MODBUS)	да	да	да
Аналоговые и цифровые входы/выходы для регулирования и дистанционного управления	да	нет	да
Функция быстрого запуска	нет	да	да
Возможность подключения внешнего пульта управления	нет	да	да

Вывод по главе один: Подводя итог можно сказать, что скалярное управление частотным преобразователем имеет достаточную эффективность в большинстве случаев. Такие устройства имеют диапазон регулирования до 1:40, чего

обычно хватает. Ещё одним важным достоинством скалярного типа регулирования является возможность использования одного преобразователя для управления сразу несколькими электродвигателями. В целом можно отметить, что принцип работы частотных преобразователей скалярного типа проще, а сами устройства – дешевле.

					15.03.04.2017.105.00 ИЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

2 СТРУКТУРА И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

На данный момент структура производственного процесса на котельной представлена, как система управления технологическим процессом, в которой функции выполняются без применения вычислительного комплекса.

Основные функции этой системы следующие:

- контроль параметров технологического процесса;
- стабилизация технологического процесса на заданном уровне, определяемом регламентом производства;
- защита оборудования от аварий;
- оперативная связь со старшими ступенями управления.

Функционально структура системы управления показана на рисунке 2.1

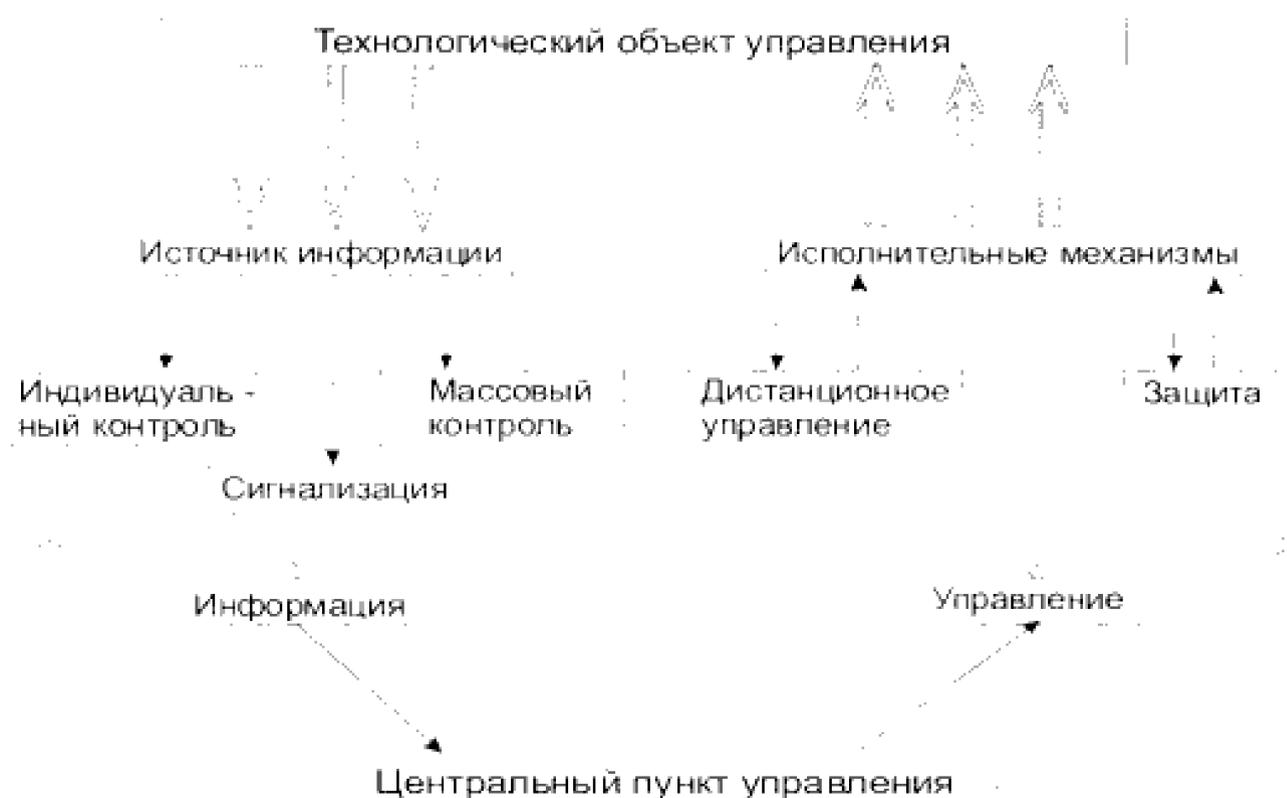


Рисунок 2.1 Функциональная структура системы управлением технологическим процессом

С помощью показывающих и регистрирующих приборов контролируются наиболее важные технологические параметры. Регистрация позволяет прогнозировать изменения контролируемой величины, оценивать качество работы систем управления отдельными участками, анализировать в дальнейшем причины возникновения, ход и развитие аварий и рассчитывать экономичность установки по усредненным значениям параметров на заданном интервале времени.

Массовый контроль применяется при необходимости измерения большого количества однотипных вспомогательных параметров и малой вероятности отклонения их от заданного значения, такими приборами на котельной являются приборы расхода и учета (расходомеры) установленные на центральном пункте управления.

Использование централизованных систем массовых измерений и применение первичных приборов с унифицированным сигналом на выходе (электриче-

вод газов в атмосферу. При помощи сетевого насоса 5 вода подается в сеть тепло-снабжения. Недостаток воды в системе восполняется насосом подпитки 6.

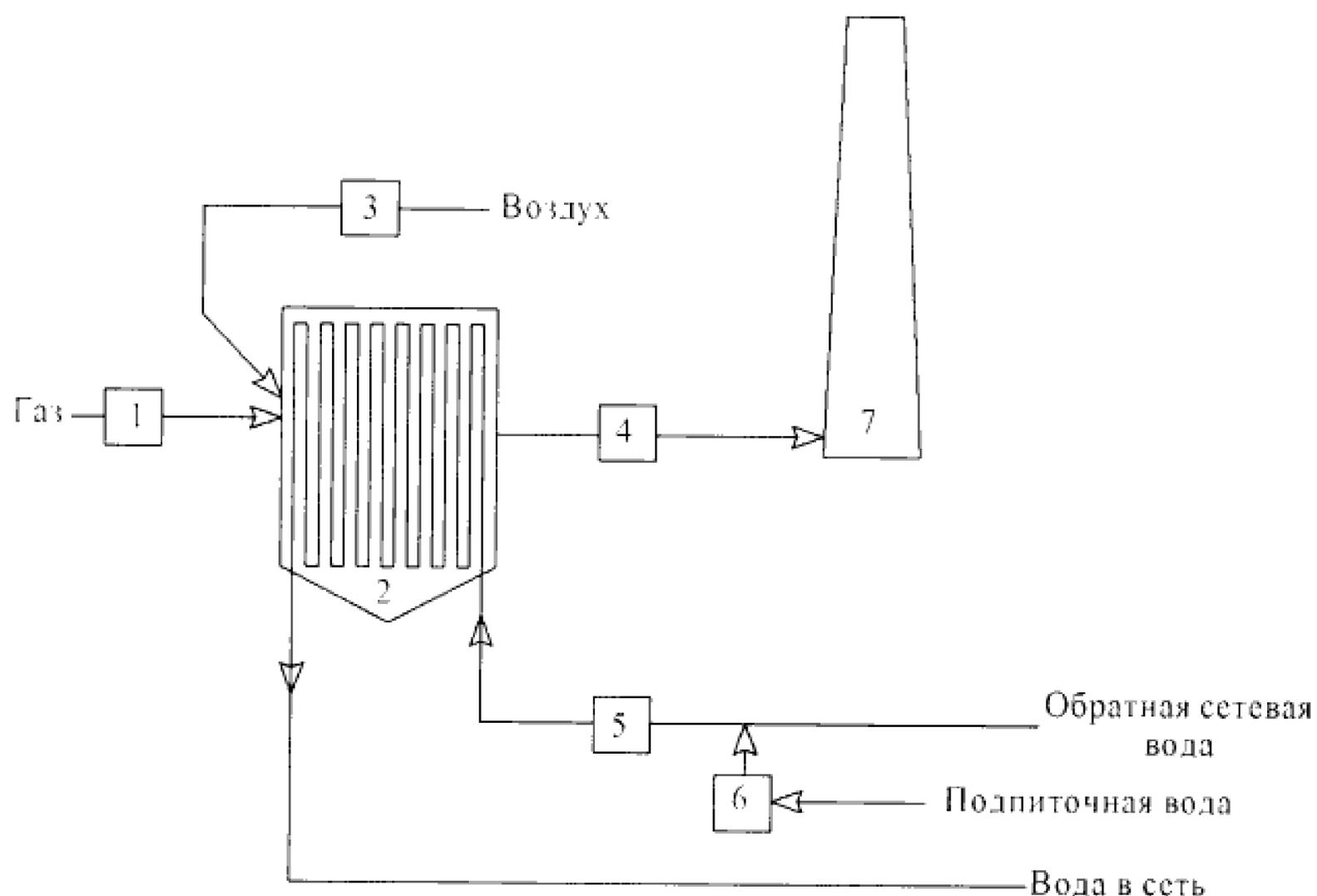


Рисунок 2.2 -- Упрощенная схема водогрейного котла KBGM-30: 1 – узел топливоподачи; 2 – водогрейный котел; 3 – вентилятор; 4 – дымосос; 5 – сетевые насосы; 6 – насос подпитки; 7 – труба

Устойчивая работа котла возможна при условии точного соблюдения режимной карты. Одним из основных параметров работы котла является соотношение «газ – воздух» в составе газо-воздушной смеси. При переизбытке воздуха, подаваемого на горелку возможен отрыв факела, с последующим аварийным остановом котла. При недостаточном количестве воздуха, подаваемого на горелку, происходит неполное сгорание газа и повышение содержания CO в составе дымовых газов.

График зависимости соотношения «газ – воздух» котла KBGM-30, представлен на рисунке 2.3.

Регулирование давления газа подаваемого на горелку котла (рисунок 2.4) осуществляется дистанционно, со щита управления котлом, посредством запорной арматуры поворотной регулируемой заслонки (ПРЗ), установленной на газопроводе перед горелкой. Контроль величины давления воздуха, подаваемого на горелку, производится визуально, посредством контрольно-измерительных приборов. Регулирование давления воздуха подаваемого на горелку котла осуществляется дистанционно оператором котла (рисунок 2.4), со щита управления котлом, задатчиком частоты вращения двигателя.

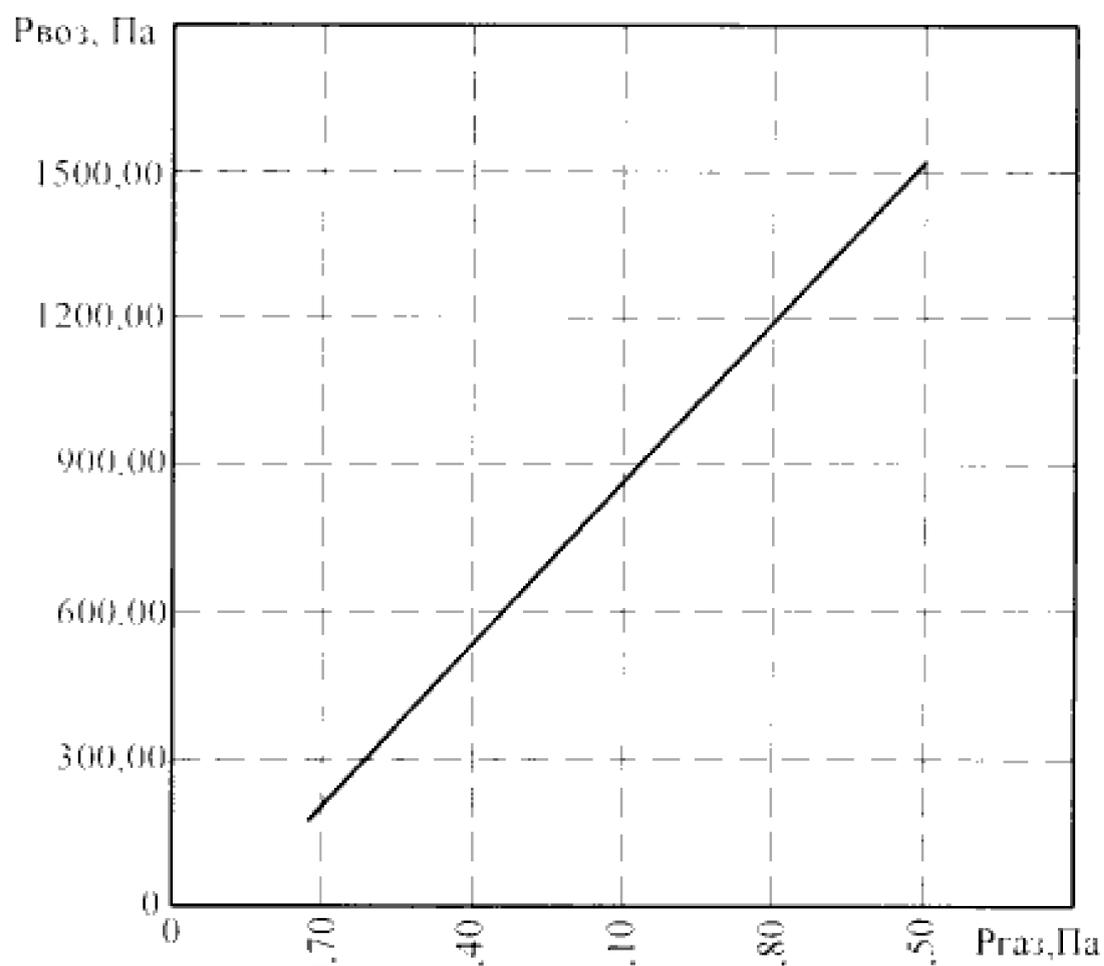


Рисунок 2.3 График соотношения «газ-воздух» котла КВГМ-30

Приборы КИП

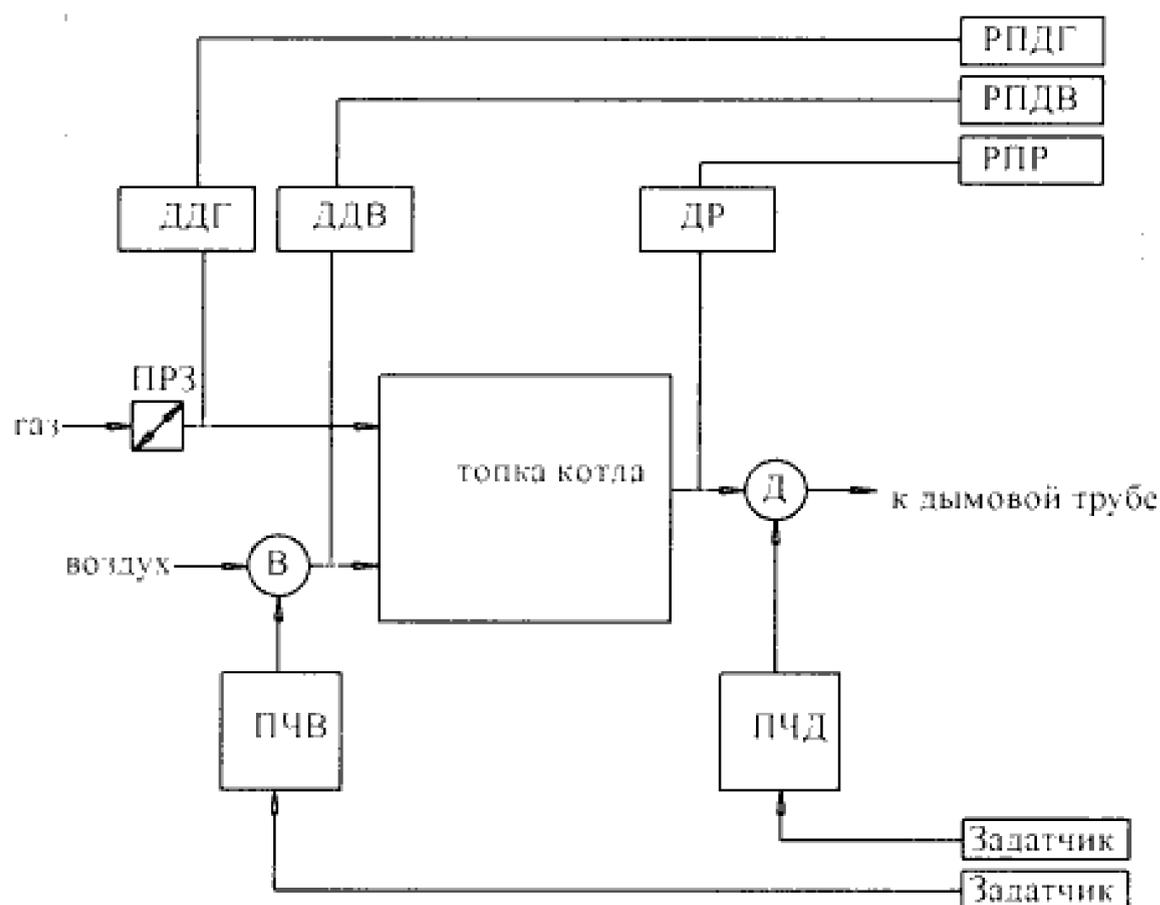


Рисунок 2.4 Принцип регулирования параметров котла КВГМ-30: ПРЗ – поворотная регулирующая заслонка; В – двигатель вентилятора; Д – двигатель дымососа; ПЧВ – преобразователь частоты вентилятора; ПЧД – преобразователь частоты дымососа; ДДГ – датчик давления газа; ДДВ – датчик давления воздуха; ДР – датчик разрежения; РПДГ – регистрирующий прибор давления газа; РПДВ – регистрирующий прибор давления воздуха; РПР – регистрирующий прибор разрежения

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.04.2017.105.00 ПЗ

Контроль величины давления воздуха, подаваемого на горелку, производится визуально, посредством контрольно-измерительных приборов.

Регулирование разряжения в топке котла (рисунок 2.4) осуществляется дистанционно, со щита управления котлом, датчиком частоты вращения двигателя. Контроль величины давления воздуха, подаваемого на горелку, производится визуально, посредством контрольно-измерительных приборов.

Электропривода двигателей вентилятора и дымососа реализованы на частотных преобразователях фирмы «Altivar» ATV38HD79N4 и ATV38HC19N4X соответственно. Преобразователь «Altivar» предназначен для управления асинхронным двигателем, что обеспечивает поддержание заданного технологического параметра, в данном случае давления воздуха и разряжения в топке котла КВГМ-30. Паспортные данные частотного преобразователя «Altivar» ATV38HD79N4 представлены в таблице 2.1, а «Altivar» ATV38HC19N4X в таблице 2.2.

В электроприводе реализован:

- плавный пуск;
- длительная работа в заданном диапазоне частот вращения и нагрузок;
- торможение и останов.

В составе электропривода предусмотрен встроенный пульт управления ПУ, который содержит клавиатуру для управления режимами работы, а также элементы индикации и сигнализации для отображения значений параметров и диагностирования.

Частотные преобразователи «Altivar» дают возможность подключения большого числа дополнительного оборудования: различных датчиков, устройств сигнализации, оборудования для контроля параметров работы электропривода.

Перечень клемм цепей управления частотных преобразователя «Altivar» представлен в таблице 2.3.

Таблица 2.1 Паспортные данные частотного преобразователя «Altivar» ATV38HD79N4

Параметры	Значение
Максимальная номинальная мощность двигателя, кВт	75
Линейный ток, А	158
Максимальный ожидаемый ток короткого замыкания, кА	22
Максимальный переходной ток, А	152
Мощность потерь при номинальной нагрузке, Вт	1730
Питание силовых цепей, кВ	380
Питание цепей управления, В	380
Выходная частота, Гц	0,5...500
Ток перегрузки, %	110
Рабочая температура, С	-10... 50
Габаритные размеры, мм	350 x 650 x 304

Таблица 2.2 Паспортные данные «Altivar» ATV38HC19N4X

Параметры	Значение
Максимальная номинальная мощность двигателя, кВт	279
Линейный ток, А	158
Максимальный ожидаемый ток короткого замыкания, кА	22
Номинальный ток, А	300
Максимальный переходной ток, А	330
Мощность потерь при номинальной нагрузке, Вт	4000
Питание силовых цепей, кВ	380
Питание цепей управления, В	380
Выходная частота, Гц	0,5...500
Ток перегрузки, %	110
Рабочая температура, С	-10...+50
Габаритные размеры, мм	480 x 680 x400

Таблица 2.3 Назначение клемм цепей управления частотных преобразователя «Altivar»

Клемма	Назначение	Электрические характеристики
R1A R1B R1C	Переключающий контакт с общей точкой (R1C) реле безопасности R1	Минимальная коммутационная способность 10 мА для 24 В пост. тока
R2A R2C	Контакт программируемого реле R2	Максимальная, коммутационная способность при индуктивной нагрузке ($\cos \varphi = 0,4$ и $L/R = 7$ мс): 1,5 А для 250 пер. и 30 В пост. тока
AO1	Аналоговый выход по току	Аналоговый выход по току X-Y мА, где X и Y могут программироваться Заводская настройка 0-20 мА
COM	Общая клемма для дискретных и аналоговых входов	
AN	Аналоговый вход по напряжению	Аналоговый вход 0 ... + 10 В Полное сопротивление 30 кОм
+10	Питание для задающего потенциометра	+ 10 В(-0, + 10%) 10 мА макс, с защитой от к.з. и перегрузок
L1 L2 L3 L4	Дискретные входы	Программируемые дискретные входы Полное сопротивление 3,5 кОм Питание + 24 В (макс. 30 В) Состояние 0, если <5 В, состояние 1, если > 11 В
+24	Питание входов	+ 24 В с защитой от к.з. и перегрузок минимум 18 В, максимум 30 В Максимальный ток 200 мА

Паспортные данные двигателя вентилятора котла КВГМ-30 приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Паспортные данные двигателя асинхронного АМН250М6У3

Наименование характеристики	Значение характеристики
Напряжение, В	380
Мощность, кВт	75
Синхронная частота вращения, об/мин	1000
Род тока	Переменный
Сила тока, А	145
cosφ	0,85
η, %	92,5
M_{max} / M_n	2,5
Номинальная частота вращения, об/мин	940

Паспортные данные двигателя дымососа котла КВГМ-30 приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Паспортные данные двигателя асинхронного АЛР35556У3

Наименование характеристики	Значение характеристики
Напряжение, В	380
Мощность, кВт	160
Синхронная частота вращения, об/мин	1000
Род тока	Переменный
Сила тока, А	288,0
cosφ	0,9
η, %	94,0
M_{max} / M_n	2,5
Номинальная частота вращения, об/мин	940

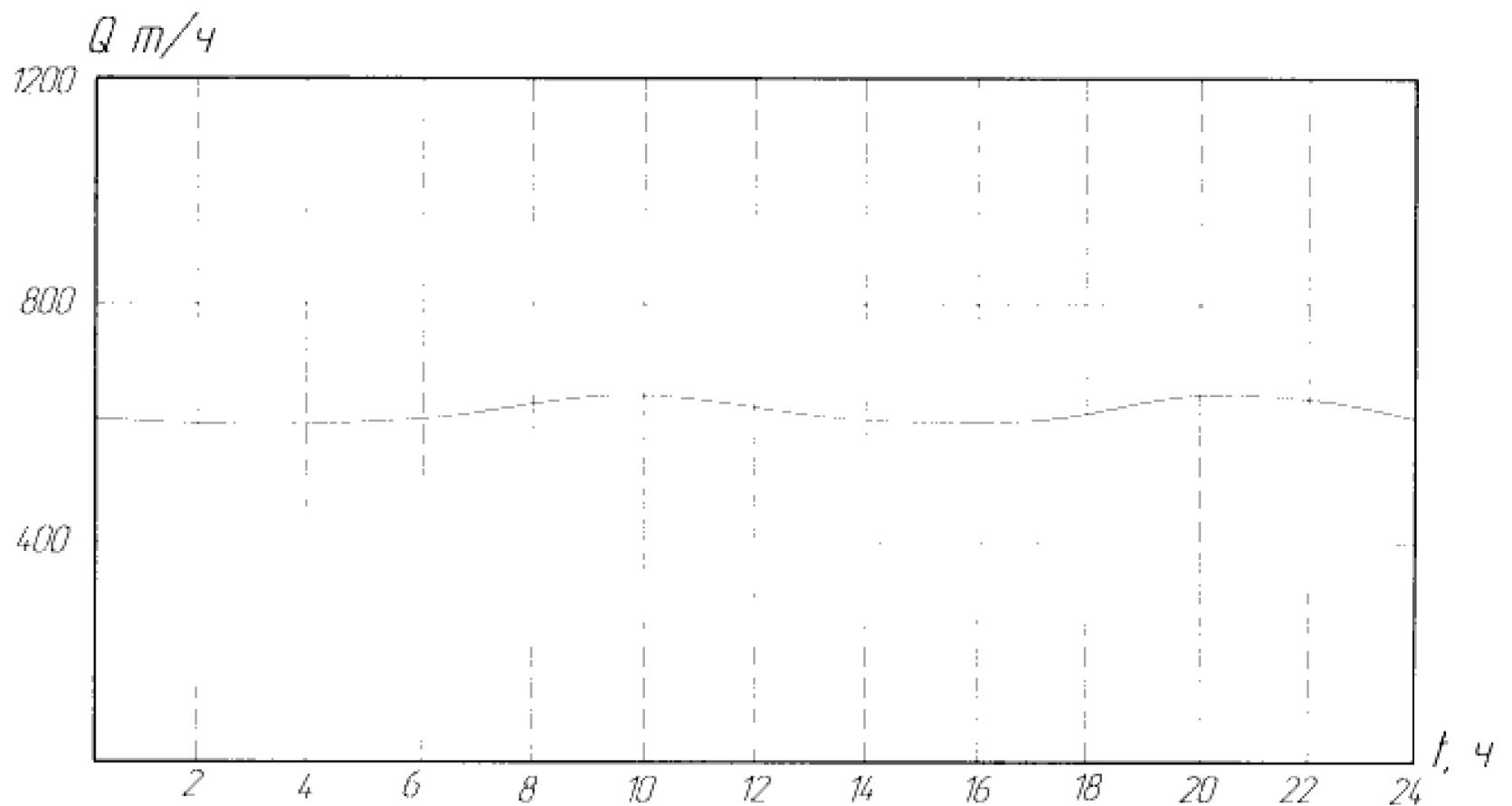


Рисунок 2.4 Расход воды за сутки

В течении суток отбор тепла из тепловой сети непостоянен, расход воды (рисунок 2.4) и для поддержания необходимой температуры теплоносителя требуется изменять нагрузку котла. Снижение нагрузки котла осуществляется регулированием давления газа и воздуха, подаваемого на горелку. Суточный график давления газа на горелке показан на рисунке 2.5.

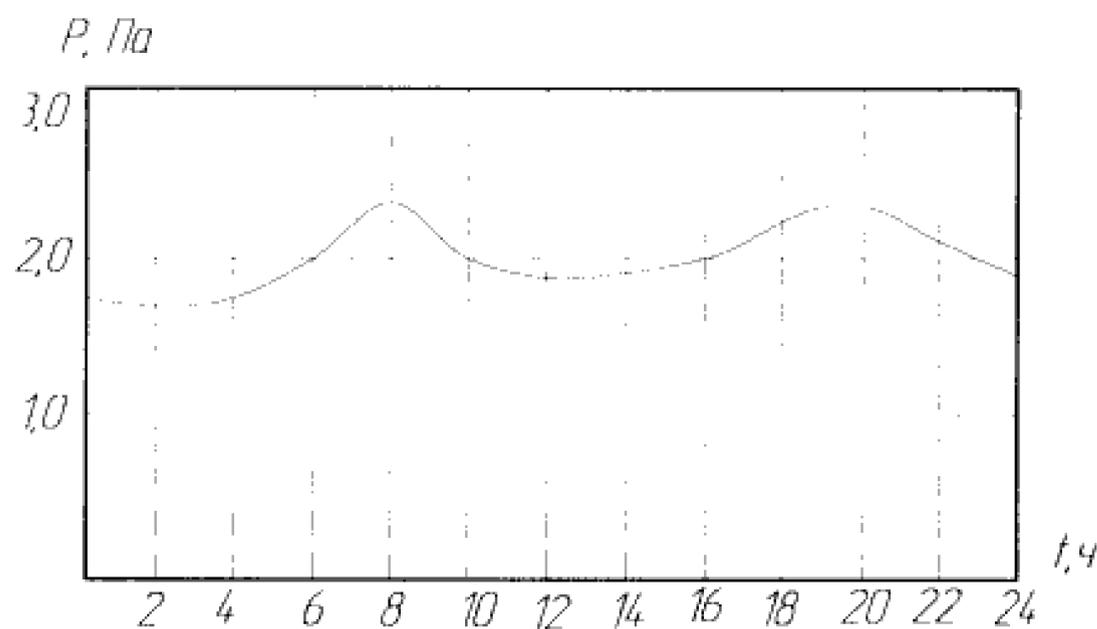


Рисунок 2.5 Суточный график давления газа на горелке

Вывод по разделу два: Точность настройки давления газа, давления воздуха, разрежения в топке котла осуществляет оператор котла, что приводит к отклонению показаний, от нормы, на пять десять процентов. А это в свою очередь влечет перерасход электрической энергии и газа. Снижение эксплуатационных затрат возможно при использовании замкнутой системы автоматического управления.

3 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ КОТЛА КВГМ-30

Исходные продукты – вода, воздух, газ. Готовый продукт – горячая вода. Из многих параметров характеризующих процесс, необходимо выбрать те, которые подлежат регулированию и изменением которых целесообразно вносить регулирующее воздействие. Показателем эффективности работы водогрейного котла является температура прямой воды. На нее действуют следующие возмущения:

- расход воды через котел;
- расход топлива;
- расход воздуха;
- разряжение;
- температура обратной воды.

Расход воды стабилизируется при помощи подпитки обратной воды. Кроме того, температура прямой воды должна изменяться в зависимости от температуры наружного воздуха. Экономически целесообразным будет изменение подачи топлива. На регулятор топлива подается сигнал от датчика температуры воды за котлом и от датчика температуры обратной воды. Таким образом, подача топлива изменяется в зависимости от температуры наружного воздуха и температуры обратной воды. Воздух должен подаваться в таком количестве, чтобы обеспечить полное сжигание топлива. Если воздуха недостаточно, то кроме неполноты сжигания, будет загрязнение атмосферы. Если воздуха будет избыток, то будет унос тепла в трубу. Таким образом, необходимо регулировать соотношение "топливо-воздух". Для повышения качества необходимо контролировать полноту сжигания топлива по содержанию кислорода в дымовых газах. Таким образом, регулятор воздуха будет изменять подачу воздуха в зависимости от расхода топлива. Для процесса горения в топке должно быть создано разряжение, если оно будет недостаточным, то возможно погасание пламени. Если слишком велико, то отрыв пламени от горелки. Разряжение регулируется в зависимости от расхода воздуха, изменением производительности дымососа.

Контролю подлежат те параметры, по значениям которых осуществляется оперативное управление технологическим процессом, а также его пуск и остановка. Обязательному контролю подлежат параметры, значения которых регламентируются технологической картой:

- расход обратной воды;
- температура обратной воды;
- температура прямой воды;
- давление воздуха;
- концентрация кислорода в дымовых газах;
- разряжение в топке котла;
- температура воды в коллекторе.

Кроме регулируемых параметров контролю подлежат следующие:

- расход газа;
- давление воды на входе и выходе из котла;

					15.03.04.2017.105.00 113	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

- расход воды в коллекторе и расход прямой воды;
- температура дымовых газов за котлом;
- давление воздуха после дутьевого вентилятора;
- давление газа;
- разряжение перед дымососом;
- содержание метана в помещении;
- наличие пламени.

Контроль расхода газа и расхода воды необходим для расчета технико-экономических показателей. Контроль давления воды необходим для того, чтобы определить, есть ли расход воды через котел. При уменьшении расхода давление понижается. Контроль давления воздуха после дутьевого вентилятора необходим для определения работы вентилятора. Понижение давления воздуха происходит в случае отключения вентилятора. Так как в момент отключения вентилятора воздух в топку не поступает, разряжение увеличивается, происходит отрыв факела.

Понижение давления газа ниже допустимого приводит к погасанию факела. Поэтому давление топлива необходимо контролировать. При погасании факела, топка котла и помещение заполняются газом, и может произойти взрыв. Для предотвращения этого предусмотрен контроль по наличию пламени в топке котла. Сигнализации подлежат все параметры, изменения которых могут привести к аварии, несчастным случаям или серьезному нарушению технологического режима.

К ним относятся:

- повышение температуры воды за котлом;
- понижение и повышение давления газа;
- понижение давления воды в обратном трубопроводе;
- наличие пламени;
- понижение давления воздуха;
- повышение разряжения дымовых газов;
- понижение расхода газа;
- повышение кислорода в дымовых газах.

Котел подлежит защите при отклонении следующих параметров:

- повышение температуры воды за котлом;
- понижение давления воздуха;
- повышение или понижение давления газа;
- уменьшение разряжения в топке котла;
- повышение давления обратной воды;
- погасание факела в топке котла.

Защита заключается в автоматическом прекращении подачи топлива при отклонении любого из вышеперечисленных параметров.

Для реализации автоматического управления котла, применяется системы автоматического регулирования (САР). Использоваться будут следующие САР:

1. САР температуры прямой воды с коррекцией по температуре обратной воды, температуры наружного воздуха;

					15.03.04.2017.105.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

2. САР давление воздуха и по расходу топлива, изменением подачи воздуха;
3. САР разрежения в топке котла с коррекцией по расходу воздуха, изменением производительности дымососа;
4. САР обратной воды, подачей питательной воды.

На котельной №2 установлен котлоагрегат серии КВГМ-30, который может работать как на мазуте, так и на газе. в данном случае котел работает только на топливе в виде газа. Технические характеристики котла указаны в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Технические характеристики котла КВГМ - 30

Наименование величины	Единица измерения	Значение
Номинальная теплопроизводительность	Гкал/час	30
Расход воды	т/час	370
Расход топлива:		
газ	м ³ /час	3680
мазут	кг/час	3490
Температура уходящих газов		
газ	°С	160
мазут	°С	250
КПД при номинальной нагрузке		
на газе	%	91,2
на мазуте	%	87,7
Гидравлическое сопротивление котла	кгс/м ²	19000
Давление воды расчетное	кгс/см ²	25
Видимое теплонпряжение топочного объема		
газ	ккал/м ³ час	551 · 10 ³
мазут	ккал/м ³ час	480 · 10 ³

Функциональная схема котла КВГМ-30 представлена на рисунке 3.1, включает систему регулирования соотношения газ - воздух, дымосос и сетевые насосы водоснабжения.

Вывод по разделу три: На регулирование САУ влияют: давление и расход газа, воды, воздуха, разрежения, температуры. Для анализа энергозатрат и настройки системы автоматического регулирования необходимо математическое моделирование режимов работы котла.

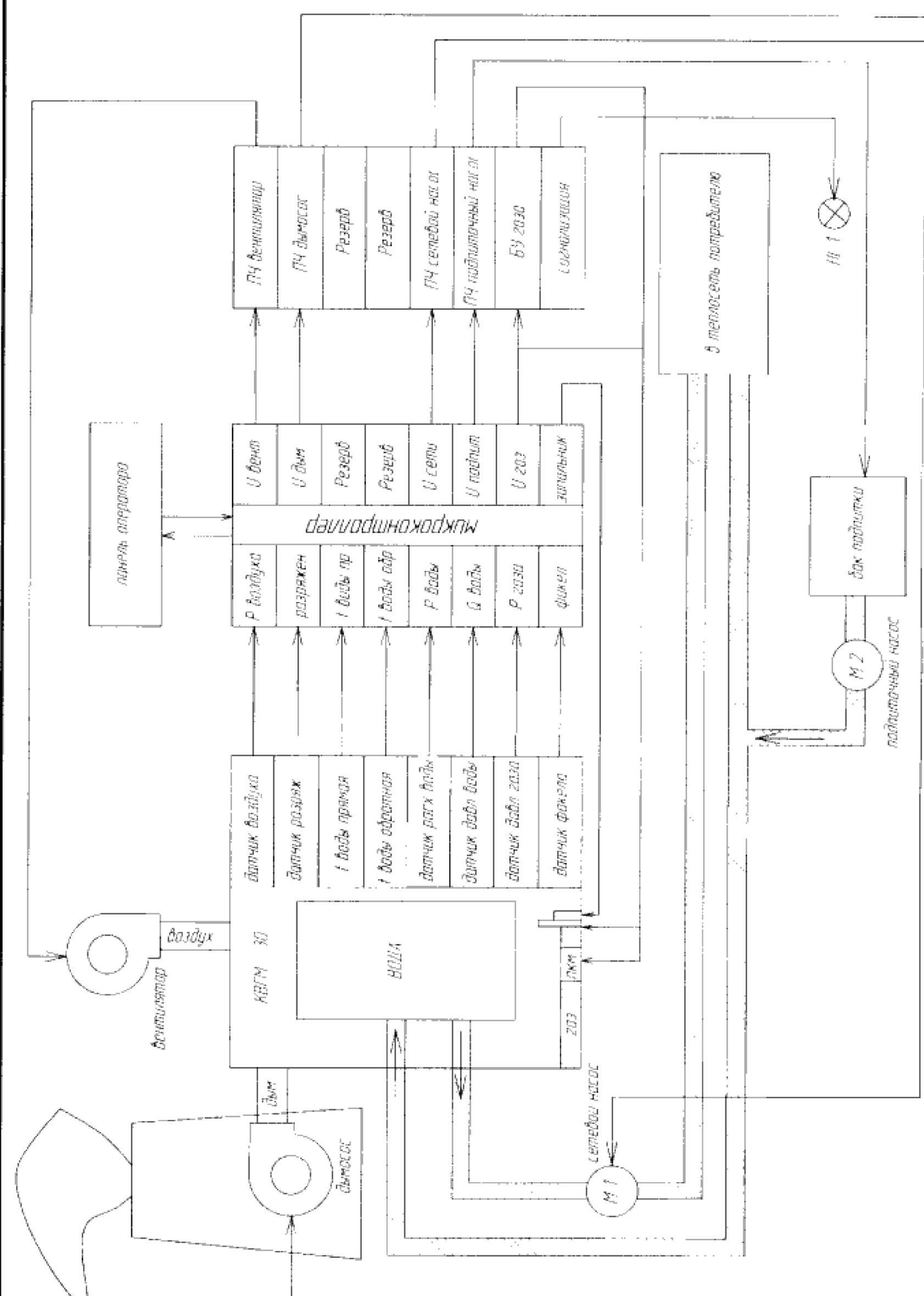


Рисунок – 3.1 функциональная схема котла КВГМ-30

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.04.2017.105.00 И13

4 ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КОТЛА КВМ-30

Разработчиком программного пакета VisSim является фирма Visual Solutions Inc. Программный пакет используют крупнейшие компании во всем мире для моделирования, имитации и разработки систем управления производственными процессами и электроприводов в различных отраслях промышленности, аэрокосмической технике, энергетике, системах связи, биомедицине и экономике. VisSim – программная оболочка для симуляции систем. Имеет частотные, корневые, вариационные, нейронные инструменты оценки качества, устойчивости, синтеза, коррекции, оптимизации, линеаризации, отладки объектов в контуре модели и программирования цифровых сигнальных процессоров. VisSim имеет вычислитель интерпретирующего типа, функционирующий в динамическом режиме с возможностью online-взаимодействия с оборудованием реального времени.

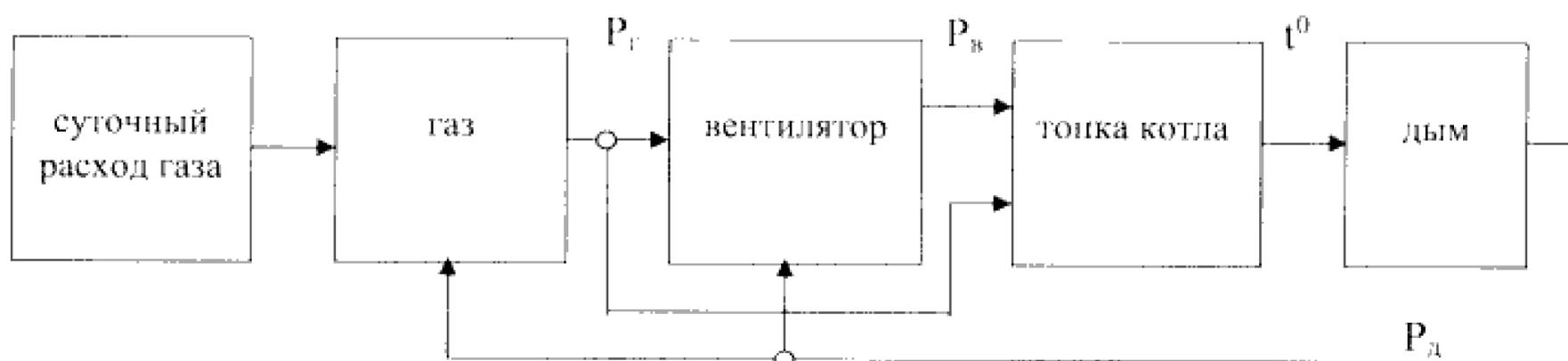


Рисунок 4.1 Структурная схема модели котла

Суточный график давления газа на горелке не постоянен, зависит от расхода горячей воды в теплосети. Пример карты в пакете VisSim представлен на рисунке 4.2

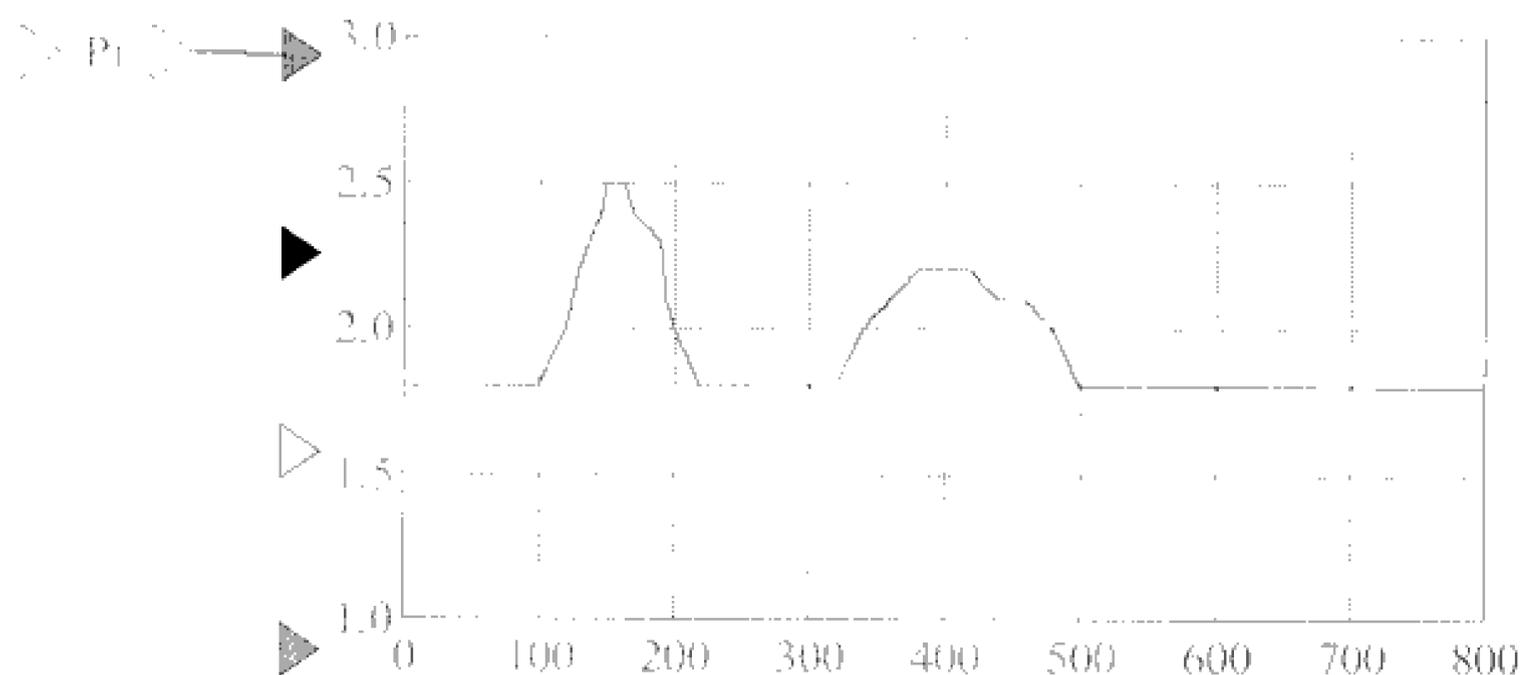


Рисунок 4.2 Пример карты в пакете VisSim

Блок реализующий давление газа, показан на рисунке 4.3

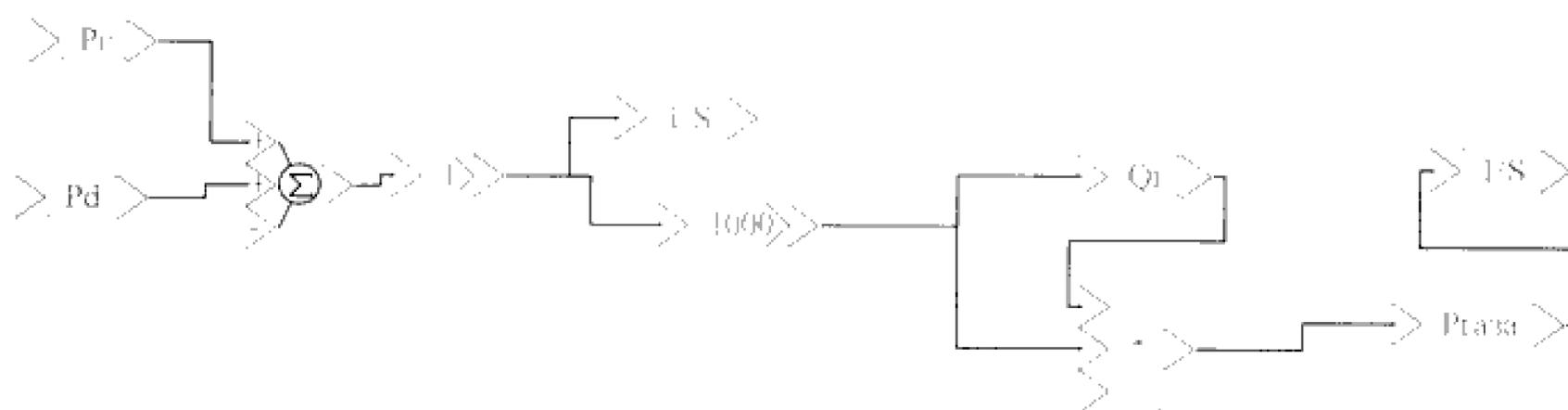


Рисунок - 4.3 Давление газа на горелке

Давлен газа на горелке, $P_{\text{газа}}$, $\text{м}^3/\text{с}$, может быть реализована формулой вида

$$P_{\text{газа}} = Q_r \cdot (P_r + P_d) \cdot 1000,$$

где, Q_r – расход газа;

P_r – давление газа в трубопроводе;

P_d – давление дыма.

Блок «двигатель» учитывает механическую инерционность привода, потери в приводе и нагрузку двигателя вентилятора, показан на рисунке 4.4

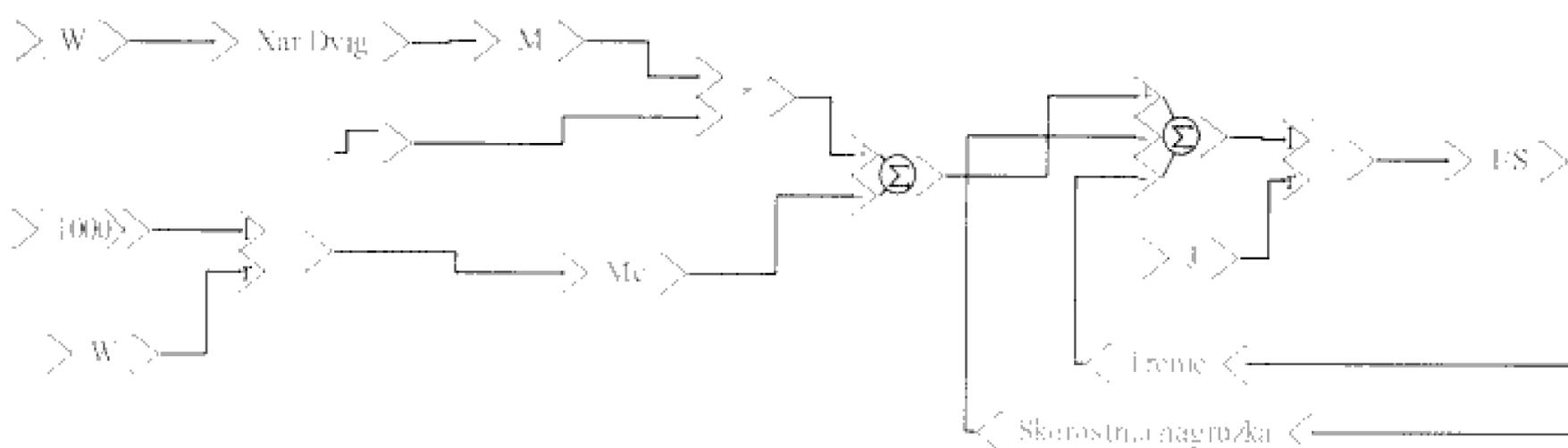


Рисунок - 4.4 Работа блока двигателя вентилятор

Номинальную частоту вращения двигателя вентилятора $\omega_{\text{ном.в}}$, рад/с определяется по формуле

$$\omega_{\text{ном.в}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{\text{ном.в}}}{60},$$

где $n_{\text{ном.в}}$ – номинальная скорость вращения двигателя вентилятора, об/мин.

$$\omega_{\text{ном.в}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 940}{60} = 98,4 \text{ рад/с}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Номинальный момент двигателя вентилятора находится по формуле

$$M_{\text{ном.в}} = \frac{P_{\text{ном.в}}}{\omega_{\text{ном.в}}},$$

где $\omega_{\text{ном.в}}$ – номинальная угловая скорость вращения двигателя вентилятора, рад/с;

$P_{\text{ном.в}}$ – номинальная мощность двигателя вентилятора, Вт.

$$M_{\text{ном.в}} = \frac{75000}{102} = 735.3 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Значение максимального момента двигателя вентилятора $M_{\text{мах.в}}$ определяется из соотношения

$$M_{\text{мах.в}} = \lambda \cdot M_{\text{ном.в}},$$

где $M_{\text{ном.в}}$ – номинальный момент двигателя вентилятора, Н·м;

λ – коэффициент.

$$M_{\text{мах.в}} = 2,5 \cdot 735.3 = 1838.25 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Номинальное скольжение двигателя вентилятора $s_{\text{ном.в}}$ находится по формуле

$$s_{\text{ном.в}} = \frac{\omega_{0.в} - \omega_{\text{ном.в}}}{\omega_{0.в}},$$

где $\omega_{0.в}$ – угловая скорость идеального холостого хода двигателя вентилятора, рад/с.

$$s_{\text{ном.в}} = \frac{104,7 - 98,4}{104,7} = 0,06.$$

Критическое скольжение двигателя вентилятора $s_{\text{к.в}}$ находится из уравнения

$$s_{\text{к.в}} = s_{\text{ном.в}} \cdot (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1}),$$

$$s_{\text{к.в}} = 0,06 \cdot (2,5 + \sqrt{2,5^2 - 1}) = 0,29.$$

Момент асинхронного двигателя вентилятора рассчитывается по формуле Клосса

$$M_v = \frac{2 \cdot M_{\text{мах.в}}}{\left(\begin{matrix} s_{\text{ном.в}} & s_{\text{к.в}} \\ s_{\text{к.в}} & s_{\text{ном.в}} \end{matrix} \right)}.$$

					15.03.04.2017.105.00 ИЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Для двигателя вентилятора приведенный статический момент M_{cv} , Н·м

$$M_{cv} = \frac{M_v \cdot \eta_v}{i},$$

где M_v – момент электропривода вентилятора, Н·м ;

η_v – КПД привода вентилятора;

i – передаточное отношение.

Момент электропривода вентилятора, M_v вычисляется по формуле

$$M_v = J_v \cdot \omega_v,$$

где J_v – суммарный момент инерции электропривода вентилятора, кг·м².

Суммарный момент инерции J_v для электропривода вентилятора составляет 2 кг·м².

Блок реализующий "характеристику двигателя" вентилятора, показан на рисунке 4.5

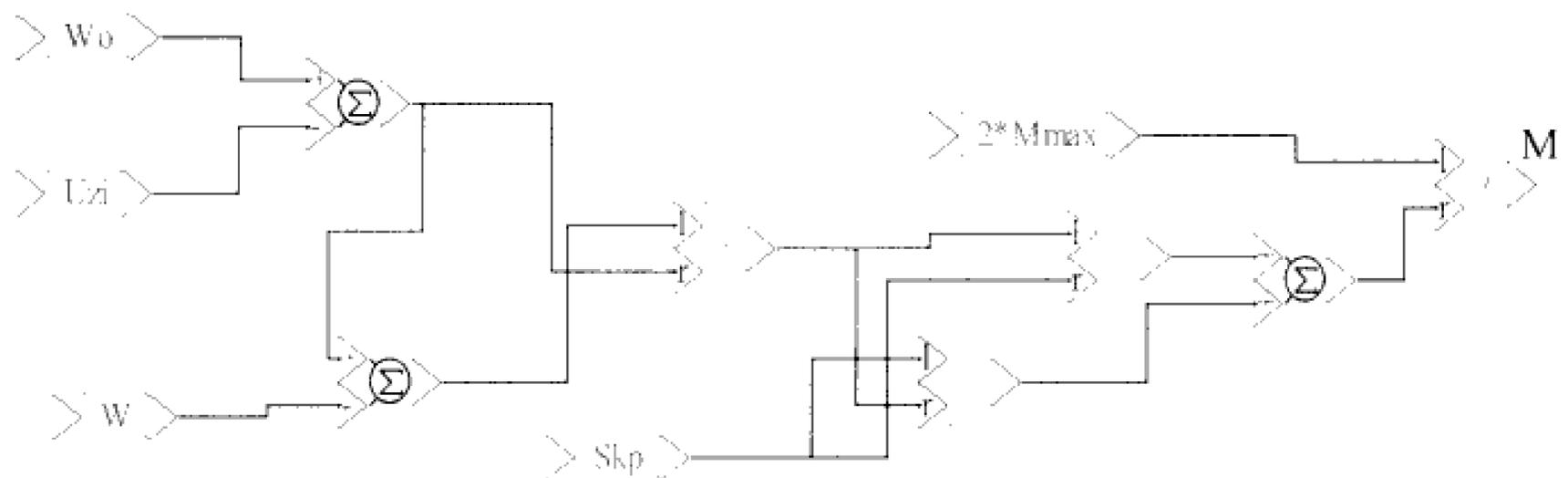


Рисунок 4.5 Блок "характеристика двигателя" вентилятора

Блоки «Трение» и «Скоростная нагрузка» учитывают механические $M_{тр}$ и вентиляционные M_v потери в двигателе вентилятора рисунок 4.6



Рисунок 4.6 Реализация блоков «Трение» и «Скоростная нагрузка»

Результаты расхода воздуха \overline{Q}_v за сутки полученные при моделировании работы вентилятора показана на рисунке 4.7; давления воздуха \overline{P}_v , рисунок 4.8. Скорость вентилятора показана на рисунке 4.9. Все значения приведены в относительных единицах.

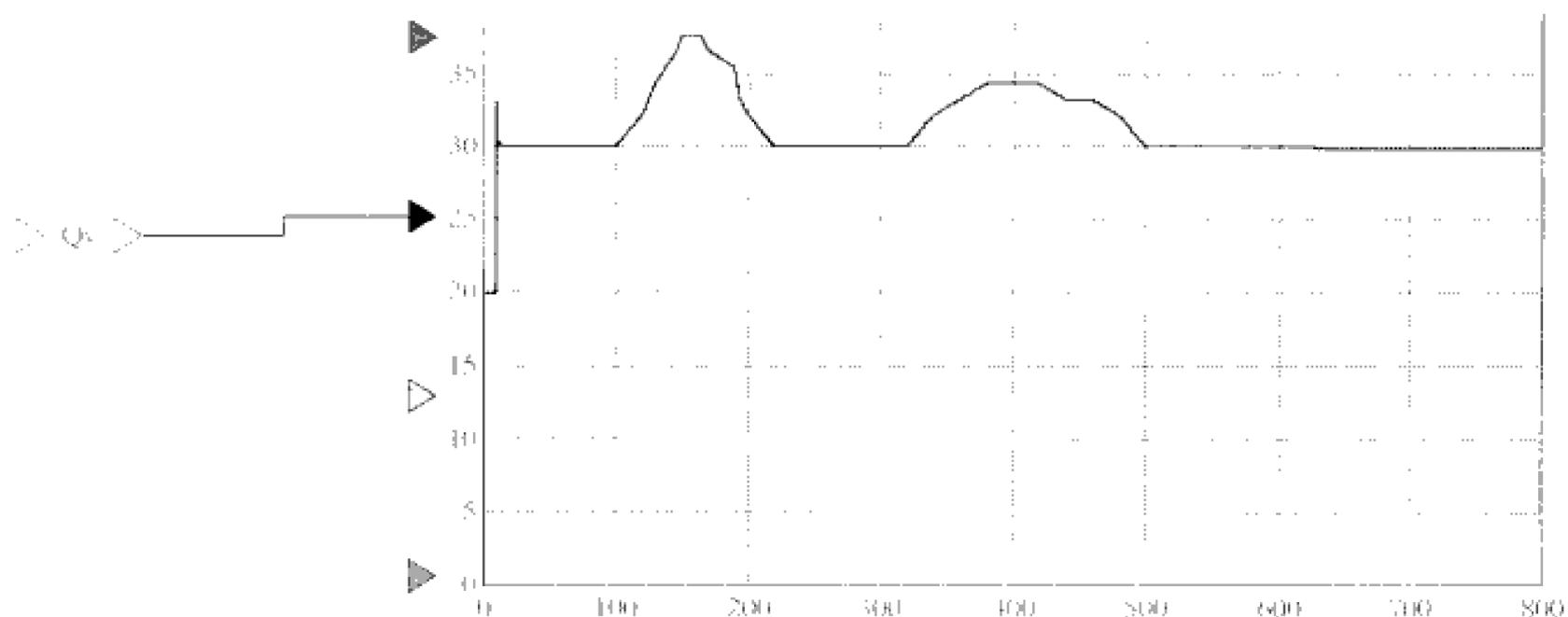


Рисунок 4.7 Расход воздуха

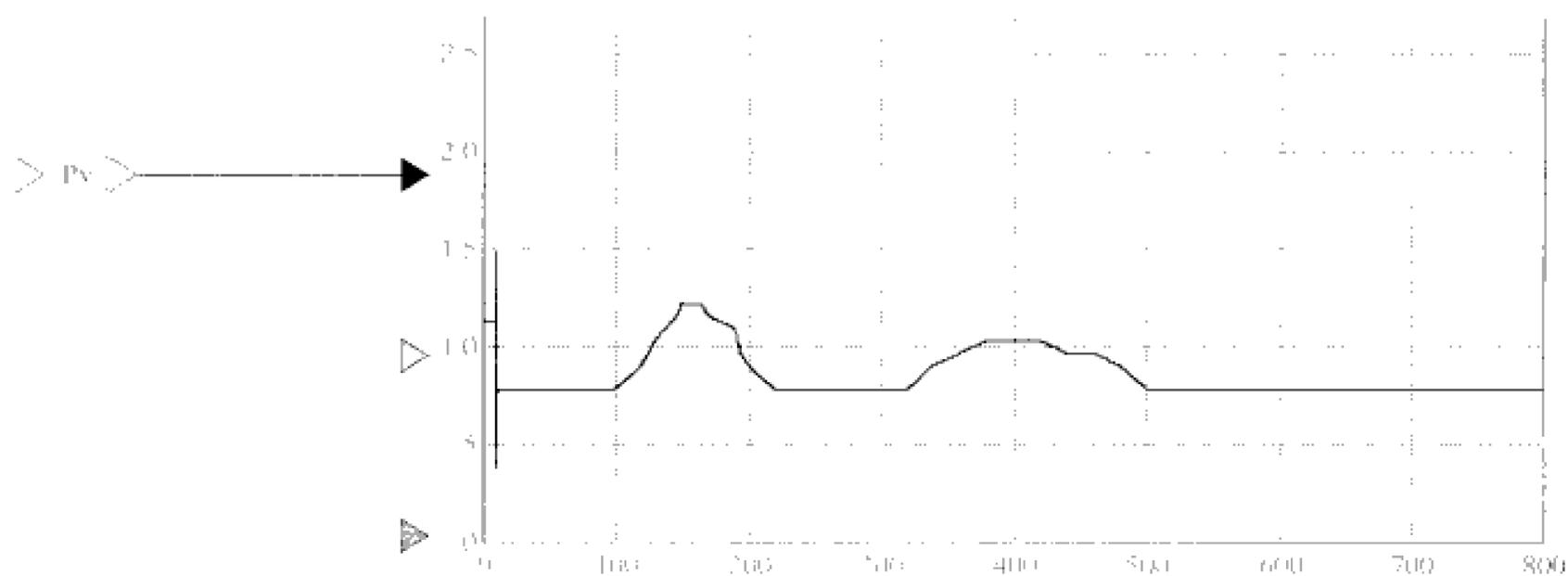


Рисунок 4.8 Давление воздуха

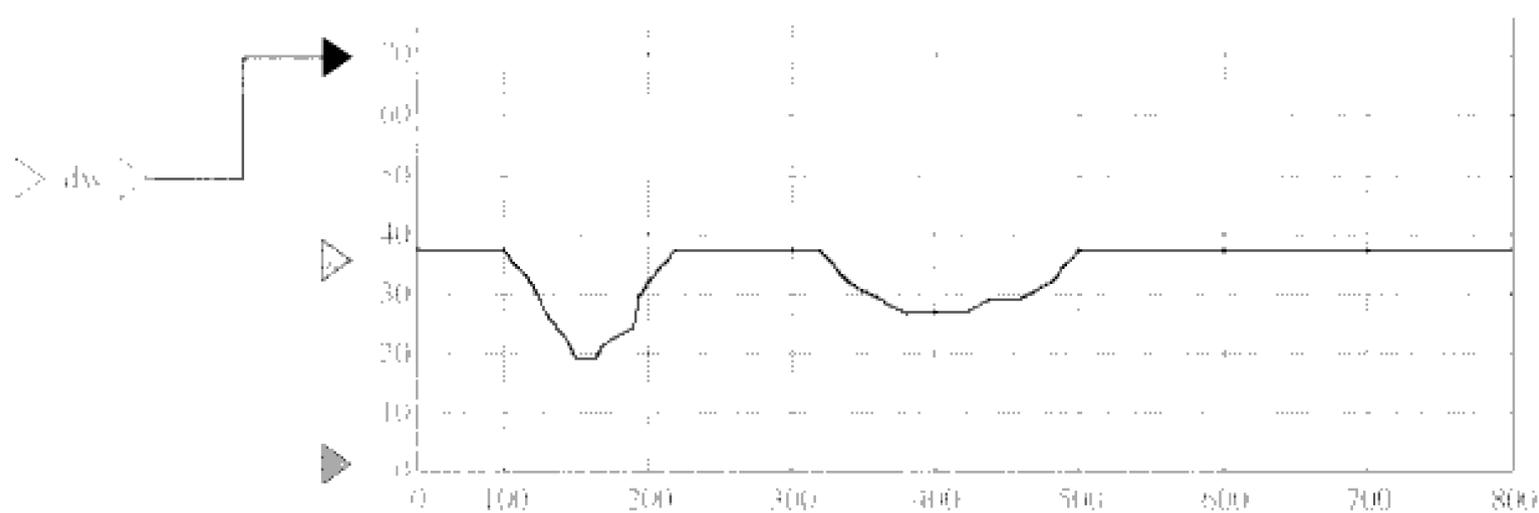


Рисунок 4.9 Скорость вентилятора

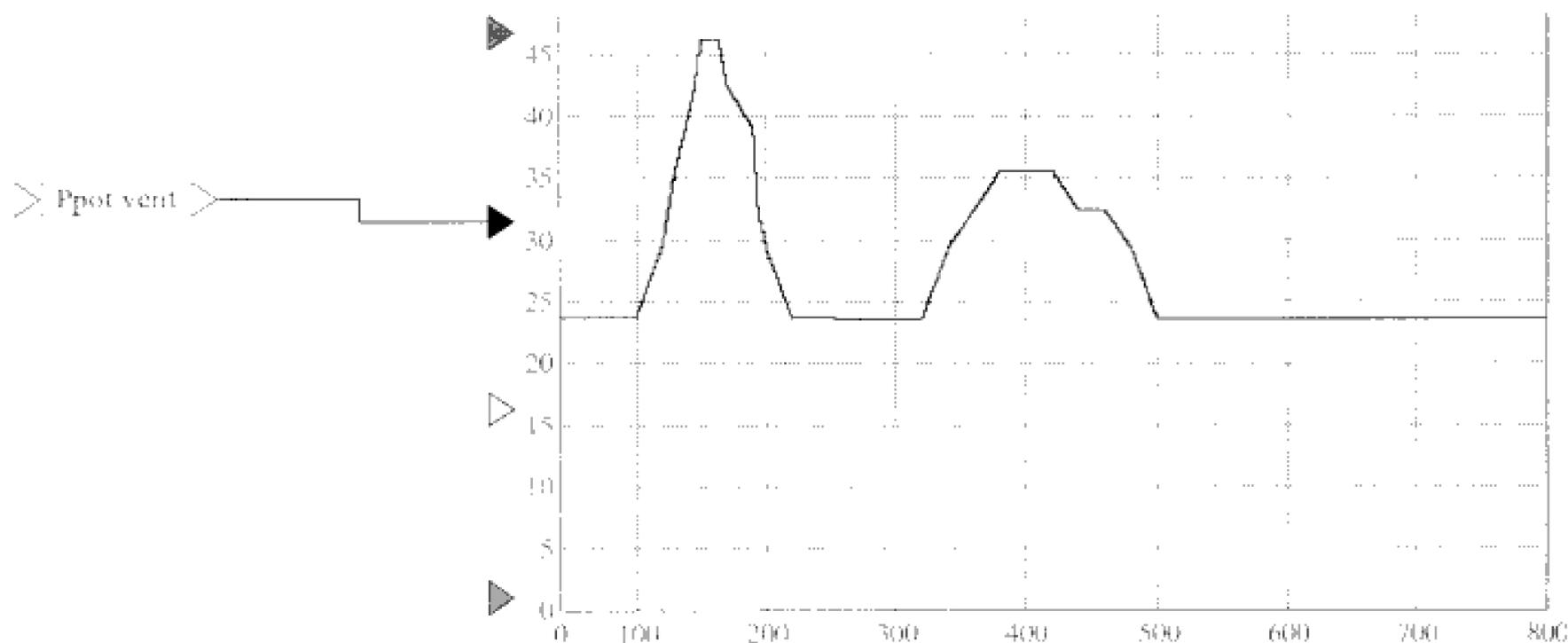


Рисунок 4.10 Мощность, потребляемая вентилятором за сутки

Мощность, потребляемая вентилятором при работе, $P_{\text{пот.вент.}}$, Вт, может быть реализована формулой вида.

$$P_{\text{пот.вент.}} = k_3 \cdot \frac{P_v \cdot Q_v}{\eta}$$

где k_3 – коэффициент запаса мощности, принимаем равным 1,1;

η – КПД двигателя;

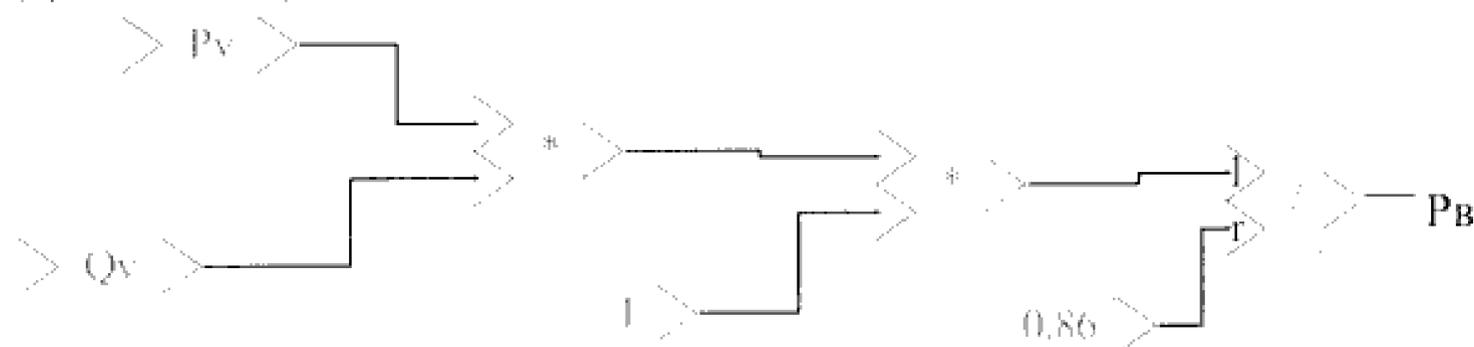


Рисунок 4.11 – Блок реализующий характеристику потребления мощности при работе вентилятора

Блок преобразователя частоты для вентилятора с ПИ-регулятором в программе VisSim изображён на рисунке 4.12

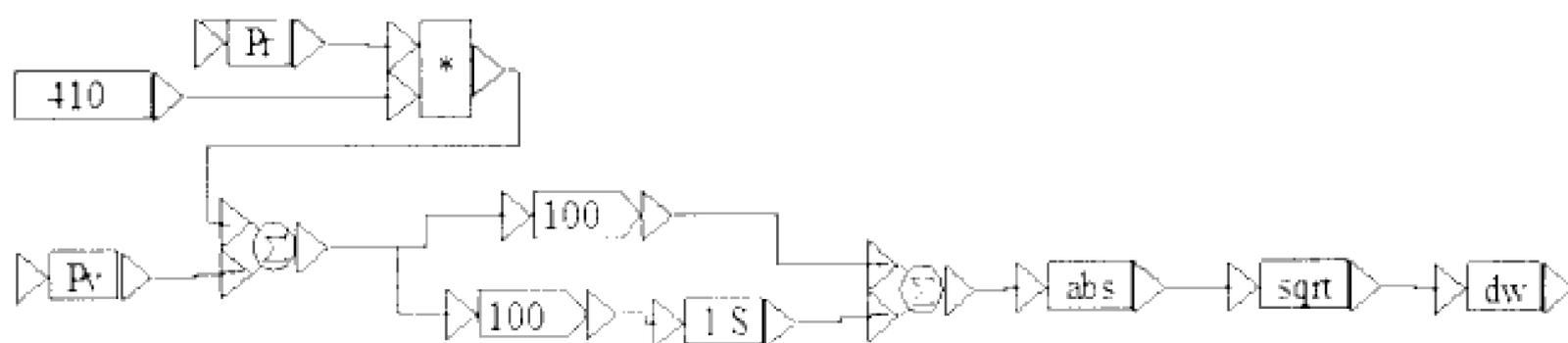


Рисунок 4.12 – Модель блок преобразователя частоты для вентилятора с ПИ-регулятором

Электрическая мощность потребляемая электродвигателем вентилятора при работе, $P_{э.в}$, Вт.

$$P_{э.в} = \frac{P_{в} \cdot 100\%}{\eta_{эв}}$$

где $\eta_{эв}$ - КПД электродвигателя вентилятора, %.

Электрическая мощность, потребляемая электродвигателем вентилятора 4.10

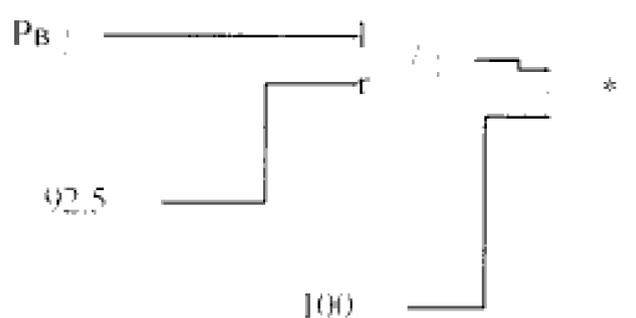


Рисунок 4.13 - Электрическая мощность, потребляемая электродвигателем вентилятора

Регулированию давления воздуха и разрежения в точке котла, а также расхода воды, температура в точке, смоделированы при помощи пакета VisSim.

Блок управления температурой в точке котла показан на рисунке 4.15. Указанные значения приведены в относительных единицах.

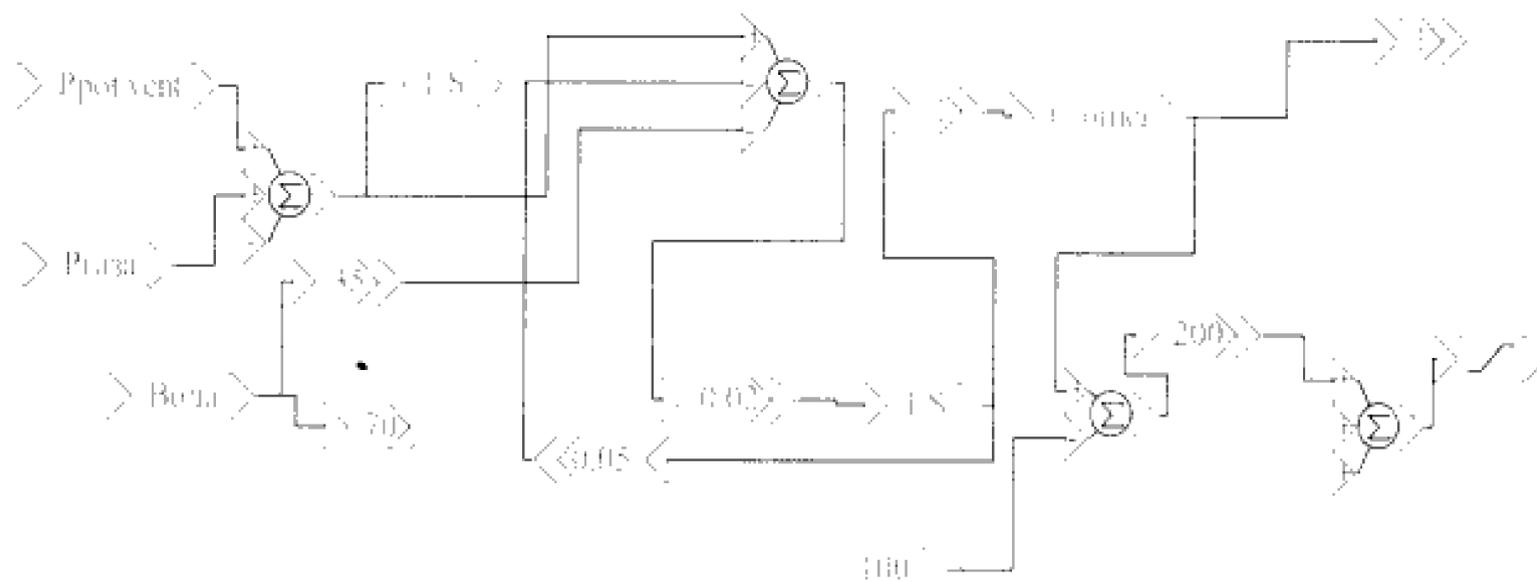


Рисунок 4.15 - Блок управление температурой в точке котла

Для оптимального сгорания топлива, задается соотношение расхода газ - воздух, Q_g и, Q_v , которое представлено на рисунке 4.16;

Нагрев воды в котле зависит от расхода воды через котел, в определенный промежуток времени. Можно увидеть из рисунка 4.17, где 1 - вода, 2 - температура. График нагрева воды при автоматическом управлении дымососа, представлен на рисунке 4.18, где 1 - расход воды, 2 - температура нагрева, 3 - дымосос. График нагрева воды при ручном управлении дымососа, представлен на рисунке 4.19, где 1 - расход воды, 2 - температура нагрева, 3- дымосос.

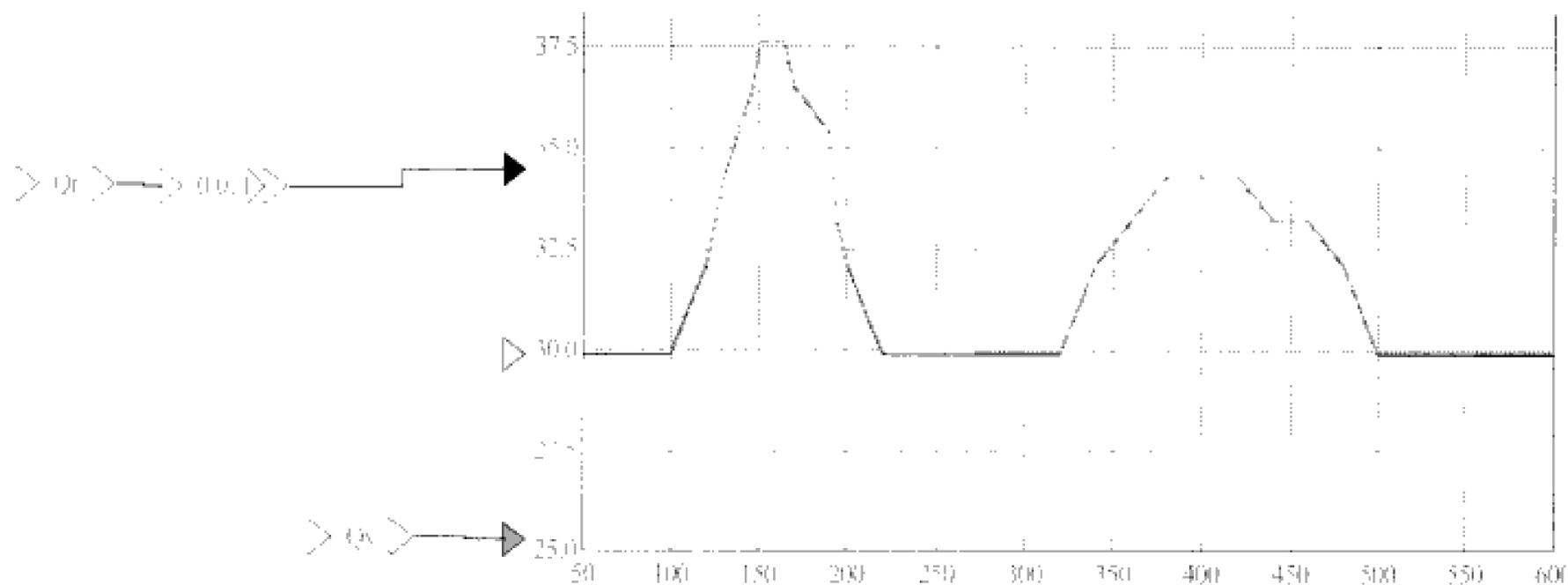


Рисунок 4.16 Соотношение расхода газ-воздух

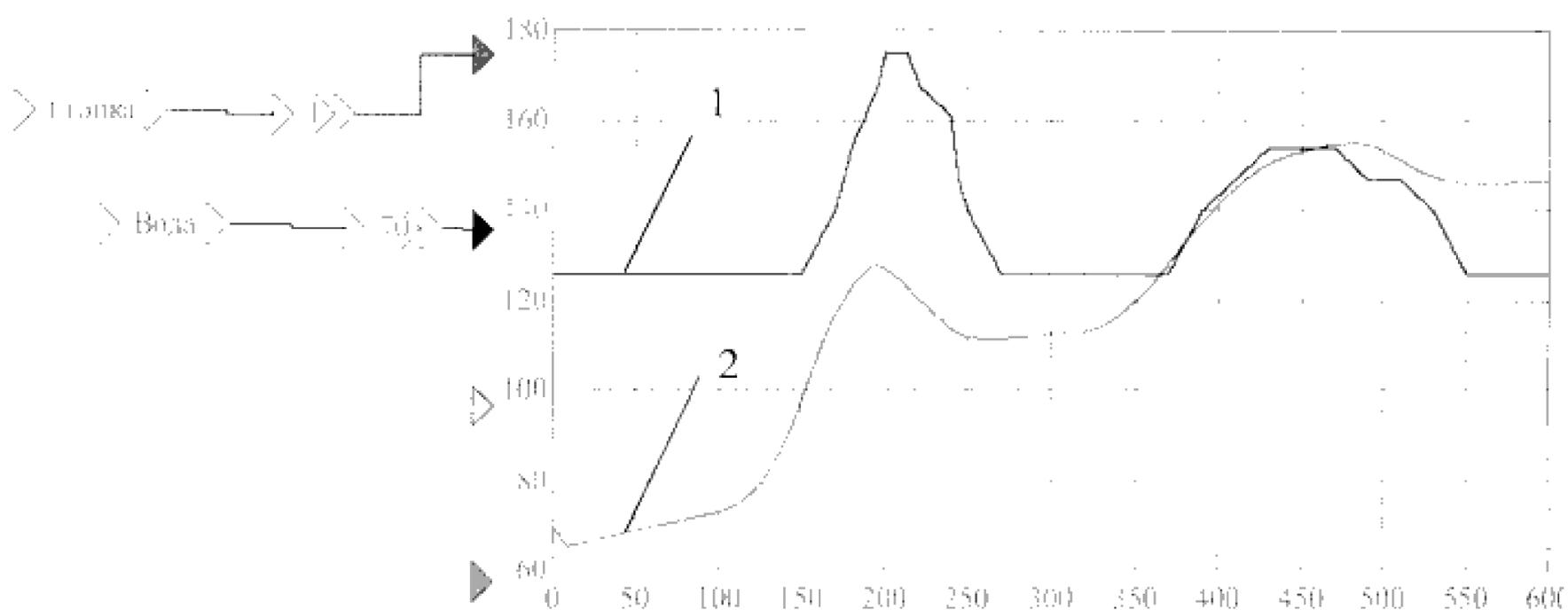


Рисунок 4.17 График нагрева воды за сутки

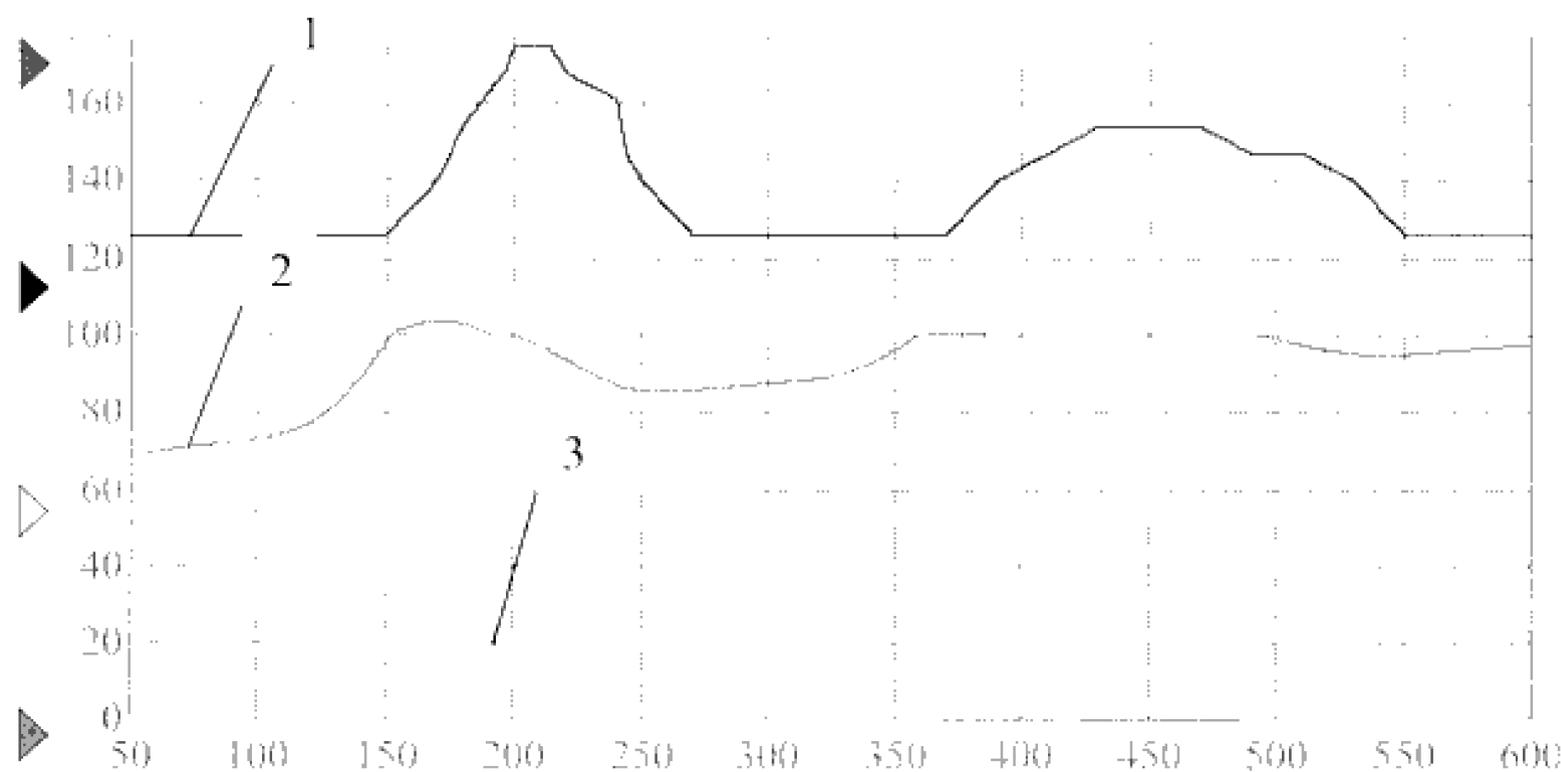


Рисунок 4.18 График нагрева воды при автоматическом управлении дымоcоса

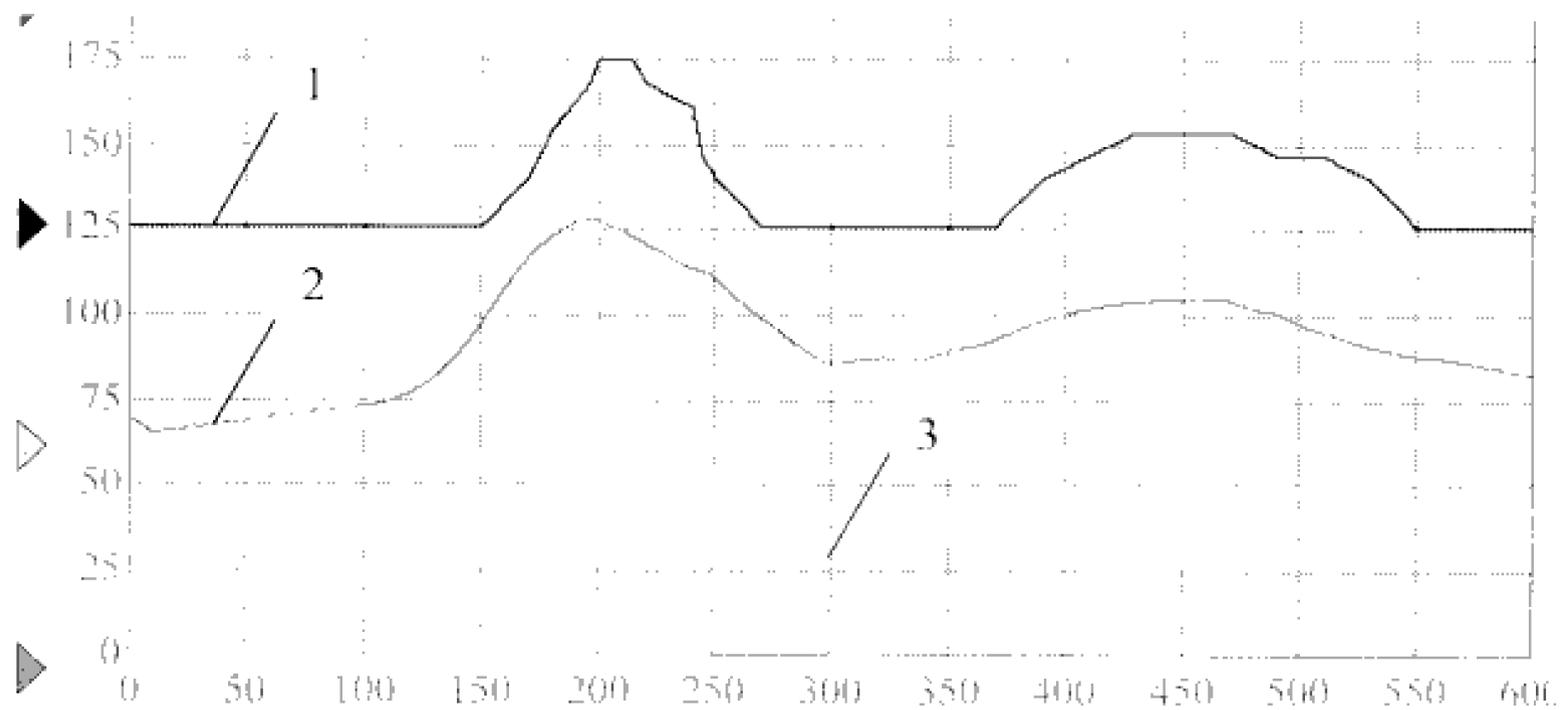


Рисунок 4.19 График нагрева воды при ручном управлении дымососа

Блок «двигатель» учитывает механическую инерционность привода, потери в приводе и нагрузку двигателя дымососа, показан на рисунке 4.20

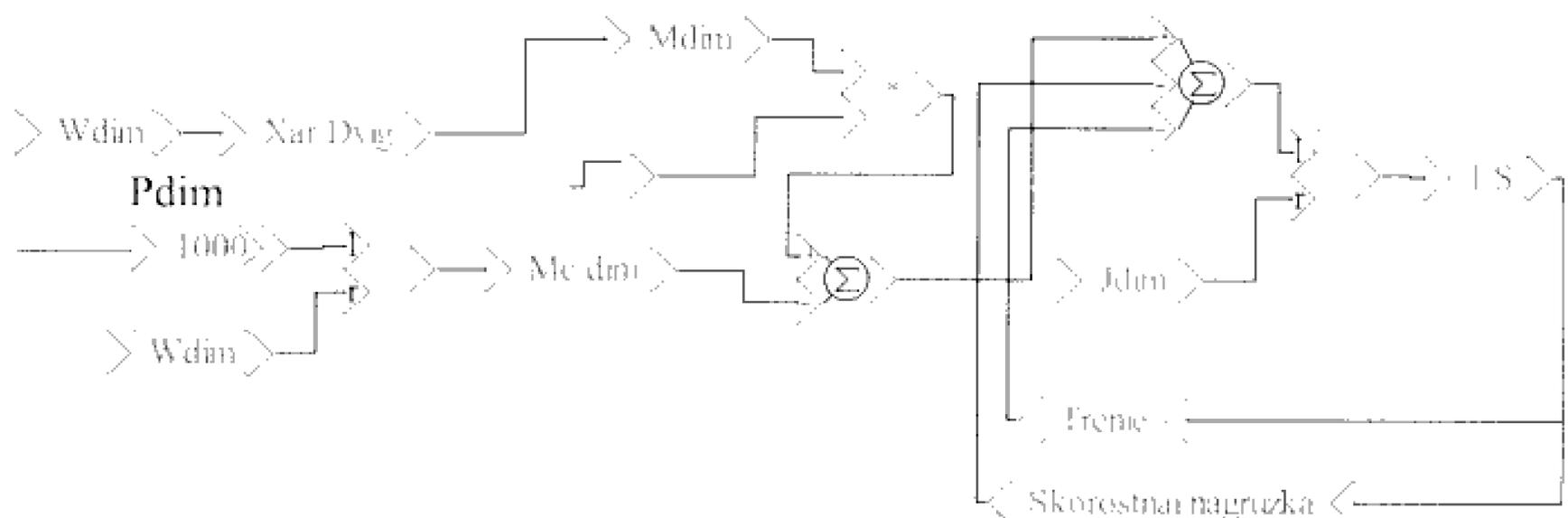


Рисунок 4.20 Блок "двигатель" дымососа

Номинальную частоту вращения двигателя дымососа $\omega_{\text{ном.d}}$, рад/с определяется по формуле

$$\omega_{\text{ном.d}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{\text{ном.d}}}{60}$$

где $n_{\text{ном.d}}$ номинальная скорость вращения двигателя дымососа, об/мин.

$$\omega_{\text{ном.d}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 940}{60} = 98,4 \text{ рад/с}$$

Номинальный момент двигателя дымососа находится по формуле

$$M_{\text{ном.d}} = \frac{P_{\text{ном.d}}}{\omega_{\text{ном.d}}}$$

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

где $\omega_{ном.d}$ – номинальная угловая скорость вращения двигателя дымососа, рад/с;
 $P_{ном.d}$ – номинальная мощность двигателя дымососа, Вт.

$$M_{ном.d} = \frac{160000}{98,4} = 1626 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Значение максимального момента двигателя дымососа $M_{max.d}$ определяется из соотношения

$$M_{max.d} = \lambda \cdot M_{ном.d},$$

где $M_{ном.d}$ – номинальный момент двигателя дымососа, Н·м;
 λ – коэффициент.

$$M_{max.d} = 2,5 \cdot 1626 = 4065 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Номинальное скольжение двигателя дымососа $s_{ном.d}$ находится по формуле

$$s_{ном.d} = \frac{\omega_{0.d} - \omega_{ном.d}}{\omega_{0.d}},$$

где $\omega_{0.d}$ – угловая скорость идеального холостого хода двигателя дымососа, рад/с.

$$s_{ном.d} = \frac{104,7 - 98,4}{104,7} = 0,06.$$

Критическое скольжение двигателя дымососа $s_{к.d}$ находится из уравнения

$$s_{к.d} = s_{ном.d} \cdot (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1}),$$

$$s_{к.d} = 0,06 \cdot (2,5 + \sqrt{2,5^2 - 1}) = 0,29.$$

Момент асинхронного двигателя дымососа рассчитывается по формуле Клосса

$$M_d = \frac{2 \cdot M_{max.d}}{\left(\begin{matrix} s_{ном.d} & s_{к.d} \\ s_{к.d} & s_{ном.d} \end{matrix} \right)}$$

Для двигателя дымососа приведенный статический момент $M_{c,d}$, Н·м

$$M_{c,d} = \frac{M_d \cdot \eta_d}{i}$$

где M_d – момент электропривода дымососа, Н·м ;

η_d – КПД привода дымососа;

i – передаточное отношение.

Момент электропривода дымососа, M_d вычисляется по формуле

$$M_d = J_d \cdot \omega_d$$

где J_d - суммарный момент инерции электропривода дымососа, кг/м².

Суммарный момент инерции J_d для электропривода вентилятора составляет 2,5 кг·м².

Блок реализующий "характеристику двигателя" дымососа, показан на рисунке 4.21

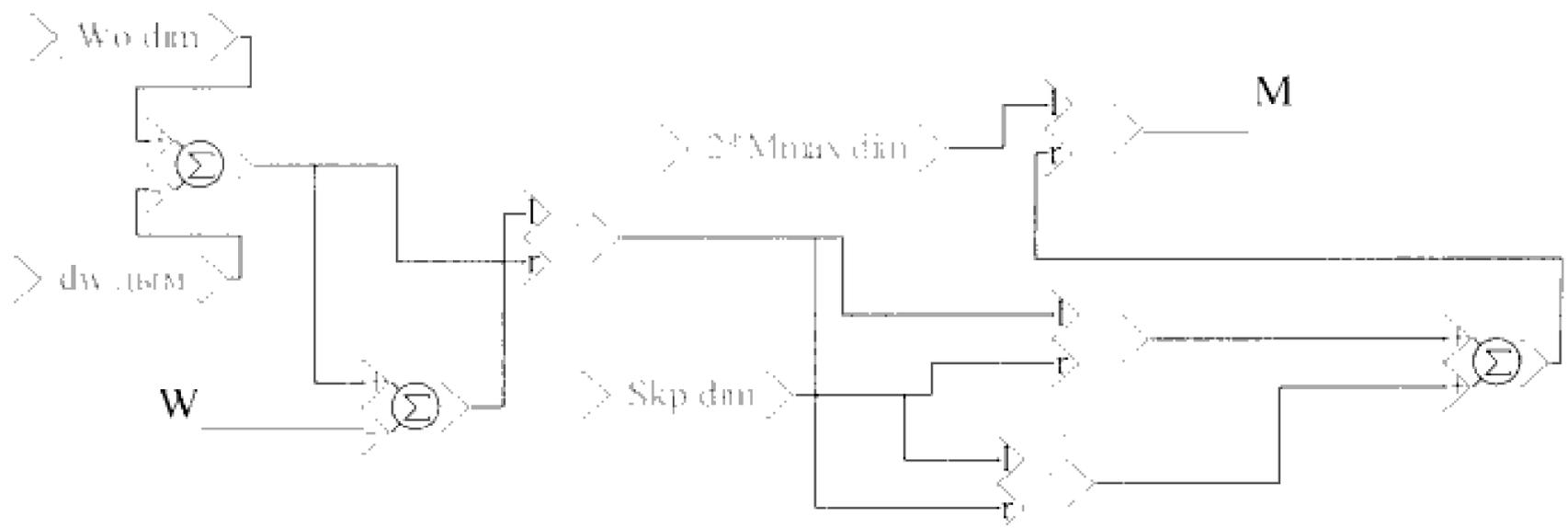


Рисунок 4.21 Блок "Характеристика двигателя" дымососа

Блоки «Трение» и «Скоростная нагрузка» учитывают механические $M_{тр}$ и вентиляционные M_v потери в двигателе вентилятора рисунок 4.22

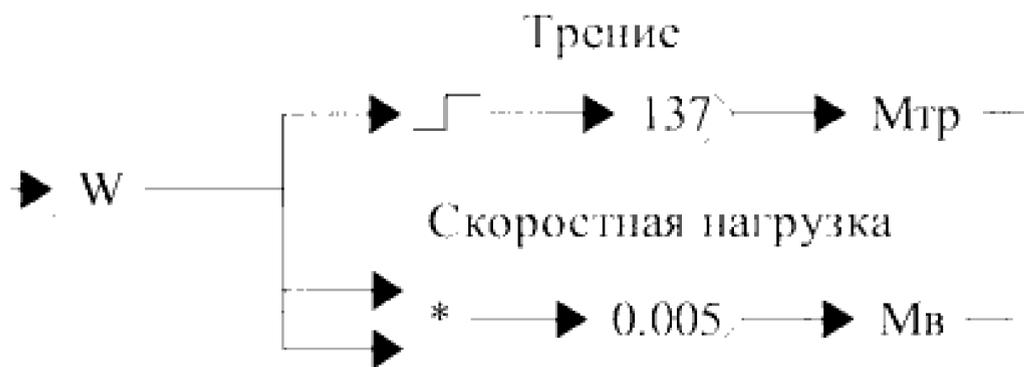


Рисунок 4.22 Реализация блоков «Трение» и «Скоростная нагрузка»

В системе VisSim скорость вращения электродвигателя дымососа, n_d , об/с, может быть реализована формулой вида.

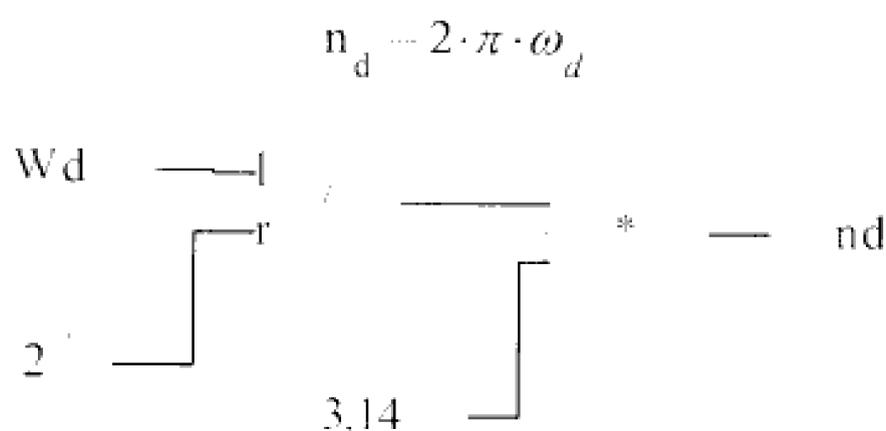


Рисунок 4.23 Блок реализующий скорость вращения электродвигателя дымососа

В системе VisSim напорная характеристика дымососа с достаточной степенью точности может быть реализована формулой вида.

$$P_d = k_d \cdot n_d^2,$$

где k_d – коэффициент напора дымососа;

n_d – скорость вращения дымососа, об/с.

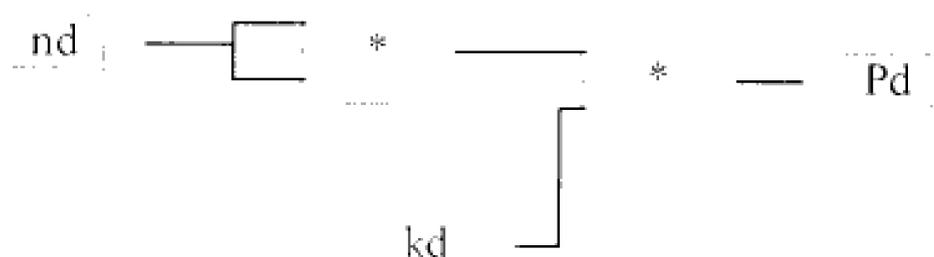


Рисунок 4.24 Блок реализующий напорную характеристику дымососа

В системе VisSim характеристика расхода дымососа \bar{Q}_d , с достаточной степенью точности может быть реализована формулой вида.

$$\bar{Q}_d = k_Q \cdot n_d,$$

где k_Q – коэффициент расхода дымососа;

n_d – скорость вращения дымососа, об/с.

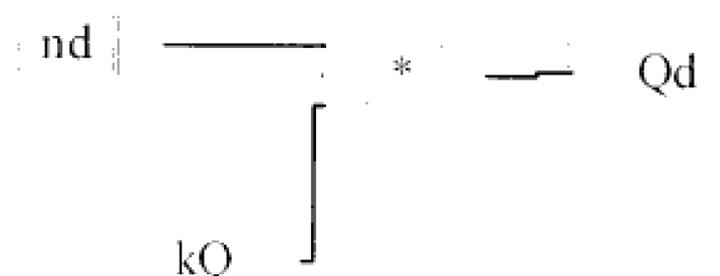


Рисунок 4.25 Блок реализующий характеристику расхода дымососа

Мощность, потребляемая дымососом при работе, $\bar{P}_Д$, может быть реализована формулой вида.

$$\bar{P}_Д = k_3 \cdot \frac{P_d \cdot Q_d}{\eta}$$

где k_3 коэффициент запаса мощности, принимаем равным 1,1;

$\eta_{пер}$ КПД дымососа.

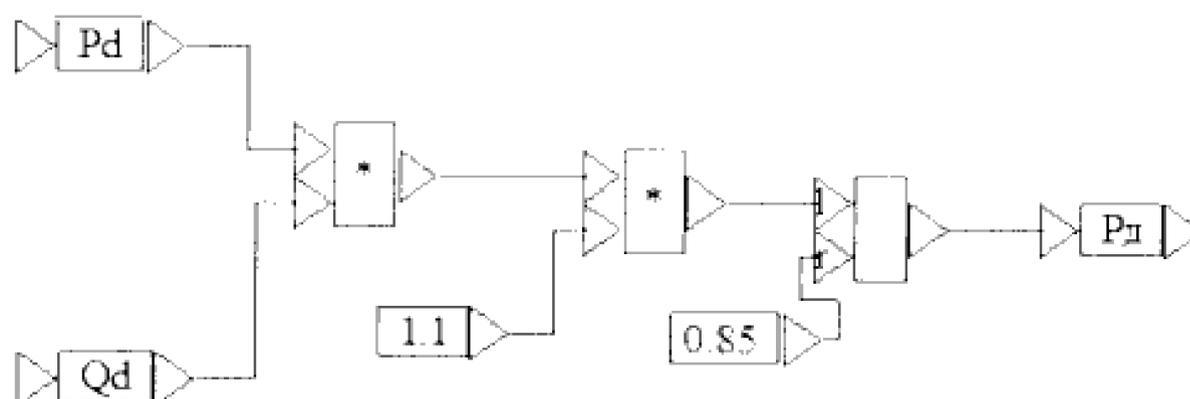


Рисунок 4.26 Блок реализующий характеристику потребления мощности при работе дымососа

Количество выделяемых продуктов сгорания, $\bar{Q}_{сгорания}$, в относительных единицах, может быть реализована формулой вида

$$\bar{Q}_{сгорания} = Q_r \cdot 10,98$$



Рисунок 4.27 Блок реализующий характеристику количества продуктов сгорания

Блок преобразователя частоты для дымососа с ПИ-регулятором в программе VisSim изображён на рисунке 4.28

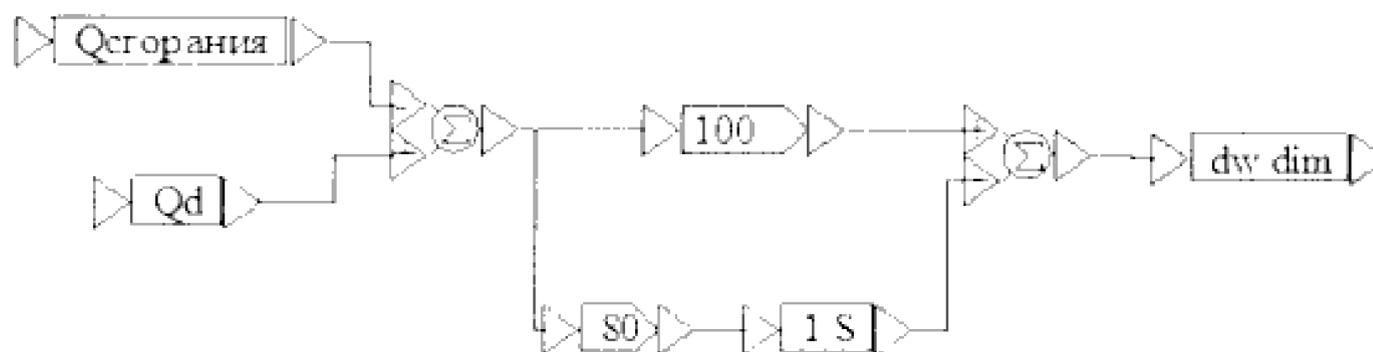


Рисунок 4.28 Модель блок преобразователя частоты для дымососа с ПИ-регулятором

Электрическая мощность, потребляемая электродвигателем дымососа при работе, $P_{эд}$, Вт.

$$P_{эд} = \frac{P_{д} \cdot 100\%}{\eta_{эд}}$$

где $\eta_{эд}$ - КПД электродвигателя дымососа, %.

Блок позволяющий оценить электрическую мощность, потребляемую электродвигателем дымососа, при работе изображён на рисунке 4.29

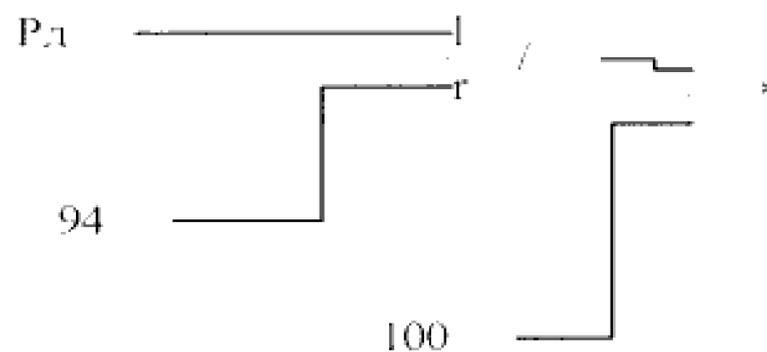


Рисунок 4.29 -- Модель блока позволяющий оценить электрическую мощность, потребляемую электродвигателем дымососа при работе

Мощность, потребляемая электродвигателем дымососа, при работе в ручном и автоматическом режиме на различных нагрузках котла представлена в таблице 4.1

Таблица 4.1 Электрическая мощность, потребляемая электродвигателем дымососа при работе в ручном и автоматическом режиме

Мощность, потребляемая электродвигателем дымососа, Вт	
ручной режим	автоматический режим
31311	27049
48196	41639
73278	63442
Средняя мощность, потребляемая электродвигателем дымососа, Вт	
35114	30426
Экономия мощности потребляемой электродвигателем дымососа, %	
13,3	

Таблица 4.2 - Электрическая мощность, потребляемая электродвигателем вентилятора при работе в ручном и автоматическом режиме

Мощность, потребляемая электродвигателем вентилятора, Вт	
ручной режим	автоматический режим
9840	9120
15360	14160
23422	21600
Средняя мощность, потребляемая электродвигателем вентилятора, Вт	
11136	10320
Экономия мощности потребляемой электродвигателем вентилятора, %	
7,3	

Вывод по разделу четыре: Из результатов расчета видно, что при применении автоматической системы управления снижается средний расход электрической энергии: электродвигателем вентилятора на 7,3%, а электродвигателем дымососа на 13,3%.

5 ВЫБОР ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

5.1 Выбор частотного преобразователя

Для электропривода выбирается преобразователь ВПЧА-630 Преобразователь частоты или частотный преобразователь служит для плавного изменения скорости асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором за счёт формирования в обмотках статора напряжений и токов частотой отличной от частоты источника питания, т.е. преобразует неизменное трех- или однофазное напряжение питания с частотой 50Гц в изменяемое напряжение с изменяемой частотой (0,1 - 400Гц). Изменяя с помощью преобразователя частоту f на входе двигателя, регулируется частота вращения ротора.

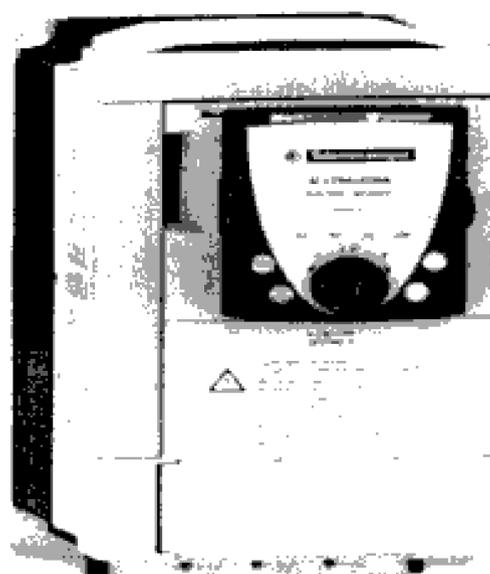


Рисунок 5.1 Преобразователя частоты

В схему любого преобразователя частоты входят силовая часть и система управления.

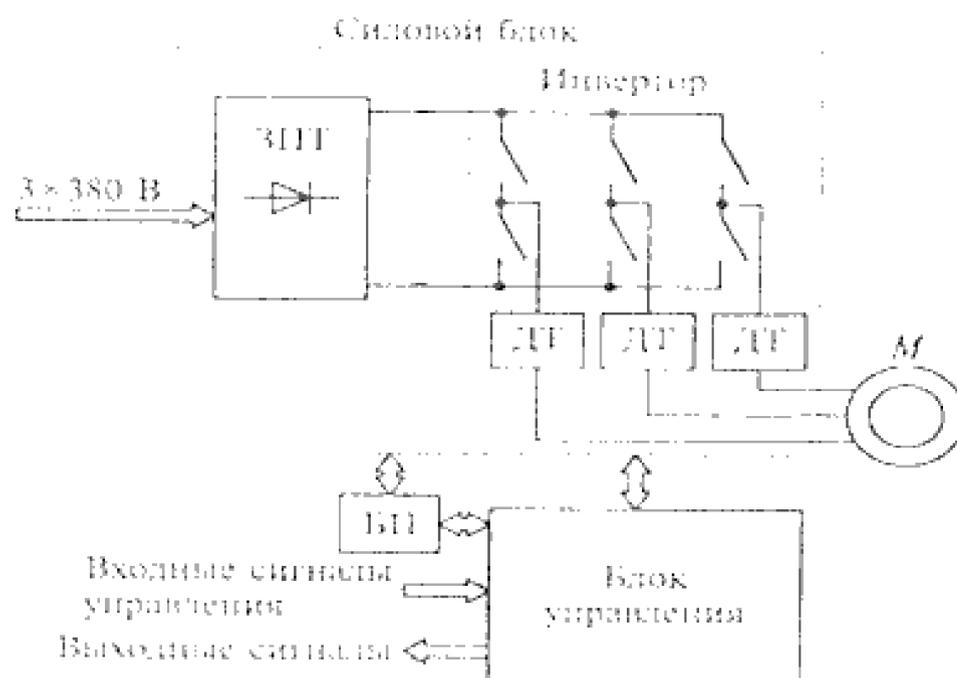


Рисунок 5.2 Структурная схема преобразователя частоты

Преобразователь состоит из: звена постоянного тока ЗПТ, содержащего неуправляемый выпрямитель с фильтром (рисунок 1.2); мостового трехфазного инвертора, выполненного на IGBT-приборах; блока управления; блока питания БП; датчиков тока ДТ. Выпрямитель осуществляет преобразование трехфазного переменного напряжения сети питания в выпрямленное напряжение постоянной амплитуды. $R_{огр}$ – резистор ограничения тока заряда конденсатора; $R_{торм}$ – тормозной резистор; ТК – транзисторный ключ; $C_{ф}$ – конденсатор фильтра.

Инвертор посредством широтно-импульсного модулирования управления транзисторными ключами преобразует постоянное напряжение в переменное регулируемой частоты $f_{и}$ амплитуды U . Через цепь постоянного тока передается активная мощность из сети к двигателю. Для циркуляции реактивной мощности, которая необходима для создания электромагнитного поля асинхронного двигателя, образуется цепь: обмотки статора двигателя – обратные диоды, шунтирующие транзисторные ключи – конденсаторы фильтра. При заперении ключей индуктивные токи замыкаются через диоды на конденсатор фильтра, не вызывая перенапряжений.

Принципиальная схема звена постоянного тока (ЗПТ) преобразователя частоты показана на рисунке 1.2.

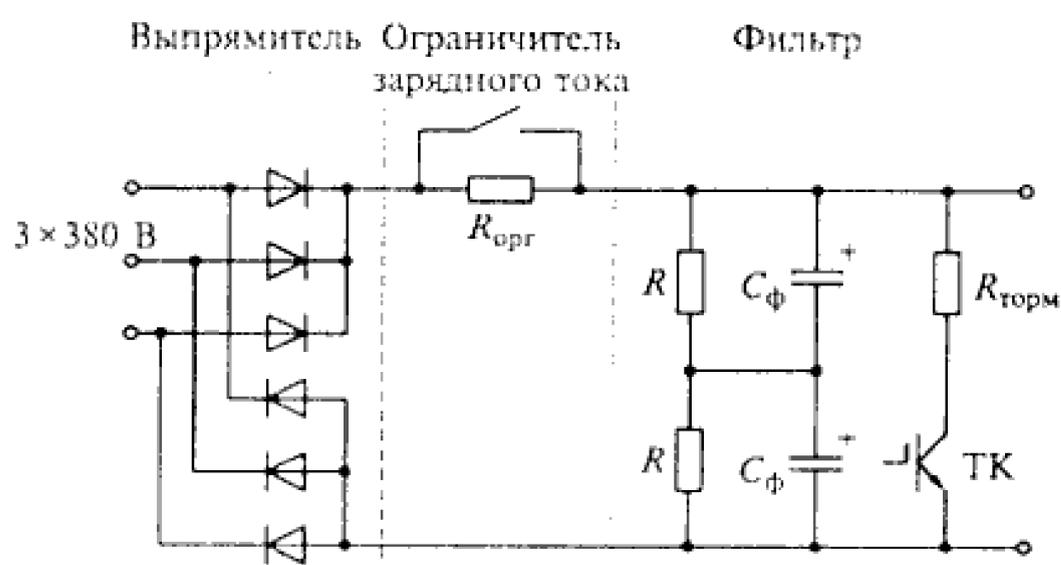


Рисунок 5.3 Принципиальная схема звена постоянного тока (ЗПТ) преобразователя частоты

Таблица 5.1 Характеристика частотного преобразователя «Altivar» ATV38HC19N4

Параметр	«Altivar» ATV38HC19N4
Напряжение питания, В	380
Выходная частота, Гц	от 0,5 до 400
Защита двигателя от перегрузки по току	да
Защита двигателя от повышенного и пониженного напряжения	да
Контроллерное управление	да

Окончание Таблицы 5.1

Возможность дистанционного управления и мониторинга (протокол MODBUS)	да
Аналоговые и цифровые входы/выходы для регулирования и дистанционного управления	да
Функция быстрого запуска	да
Возможность подключения выносного пульта управления	да

Схема подключения преобразователя показана на рисунке 5.4

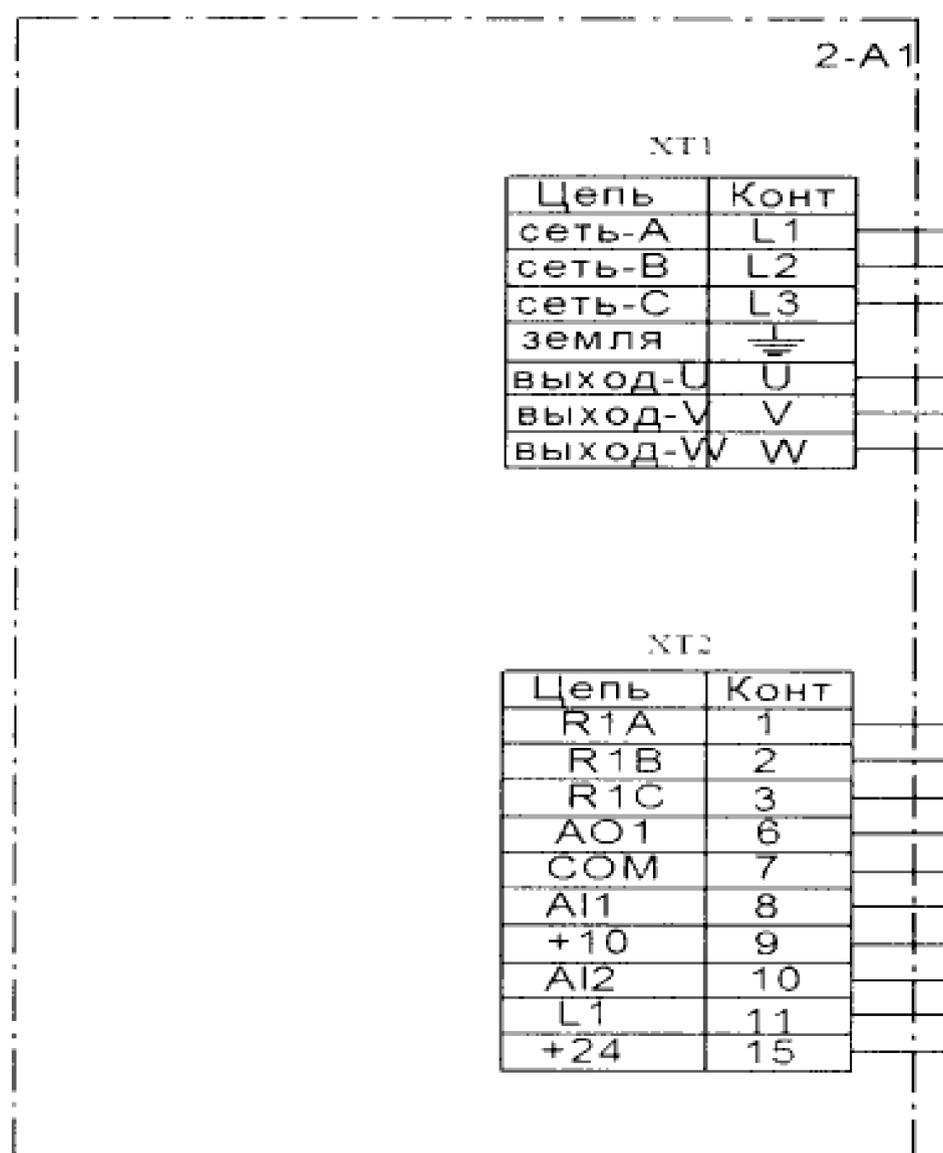


Рисунок 5.4 Схема подключения преобразователя частоты

5.2 Выбор микроконтроллера

В системе стабилизации давления воздуха устанавливаем микроконтроллер DL05AD с комбинированным четырехканальным по входу и двухканальным по выходу аналоговом модулем F0-4AD2QA. Микроконтроллер DL05 показан на рисунке 5.5

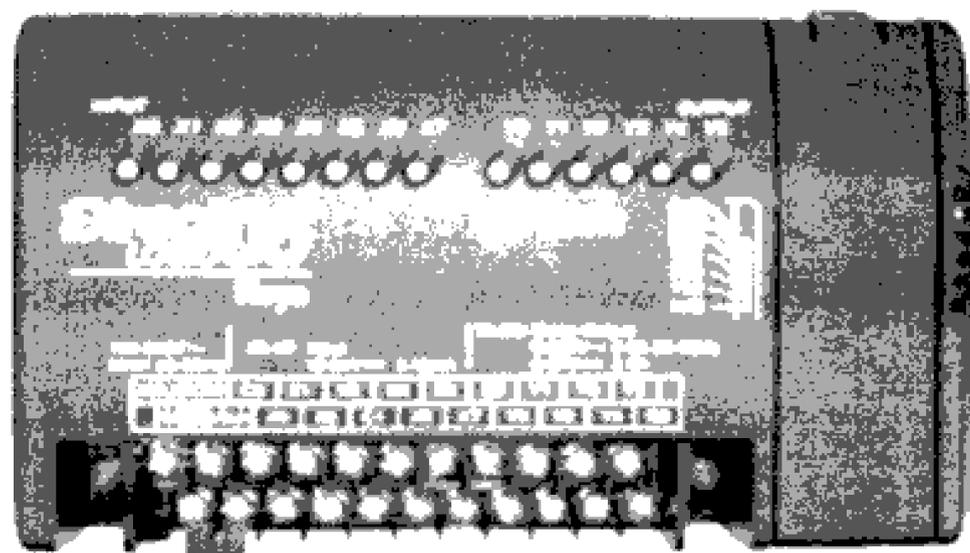


Рисунок 5.5 Микроконтроллер DL05

Микроконтроллеры серии DL05 являются чрезвычайно компактными устройствами, обеспечивающими широкий набор функций. Эти контроллеры, небольшие по размеру, включают множество команд, обычно присущих только большим, дорогостоящим системам. Они имеют съемную клеммную колодку и два коммуникационных порта RS232C.

Предлагаемый набор команд такой же, как у популярного процессора DL240, плюс несколько дополнительных команд, специально разработанных для приложений, относящихся к управлению механизмами. Микроконтроллеры DL05 имеют два RS-232C коммуникационных порта. Модели с входами постоянного тока предусматривают возможность переключения в режим высокоскоростного ввода для трех входных каналов. Схема подключения показана на рисунке 5.6

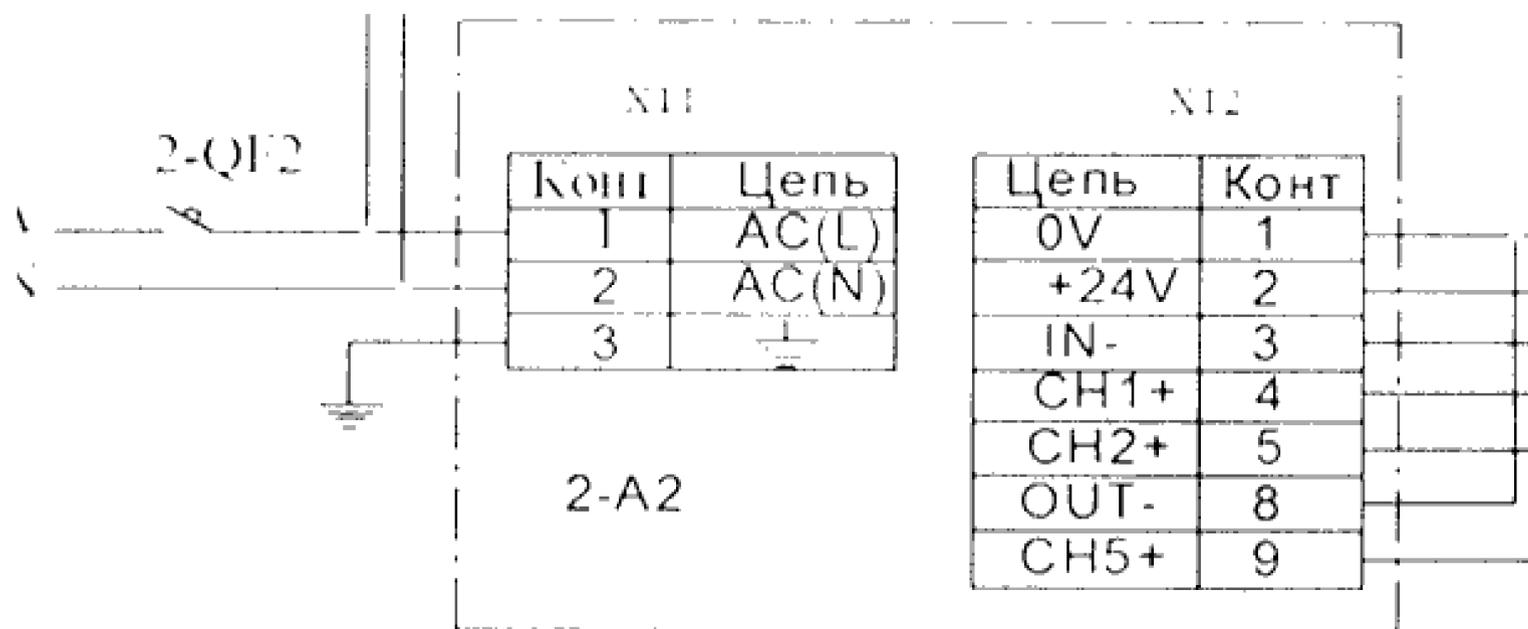


Рисунок 5.6 Схема подключения микроконтроллера DL05

Микроконтроллеры DL05 имеют большой объем программной памяти, расширенный набор команд и улучшенную диагностику.

5.3 Блок питания для микроконтроллера DL05

Блок питания SITOP power 24 В/3,5 А разработан для совместного применения с программируемыми контроллерами. Блок питания SITOP power 24 В/3,5 А показан на рисунке 5.7

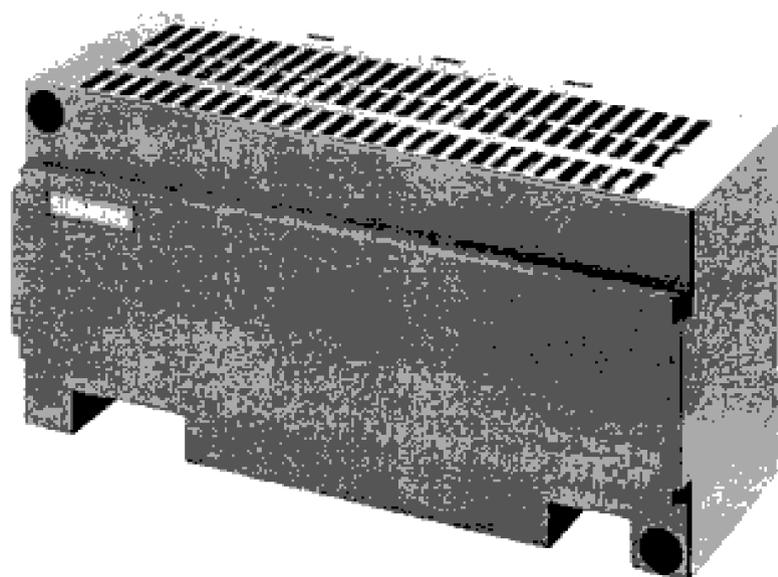


Рисунок 5.7 Блок питания для микроконтроллера DL05

Типовые области применения:

Питание цепей, потребляющих ток, превышающий допустимую нагрузочную способность встроенного блока питания центрального процессора. Питание центральных процессоров с номинальным напряжением питания =24 В. Применение блоков питания SITOP 24 В/3,5 А позволяет получить целый ряд преимуществ: продление срока службы подключенных приемников электроэнергии: отсутствие колебаний напряжения и наличие электронных защит, минимальное выделение тепла, высокий КПД блока питания, простота установки: общие со всеми модулями S7-200 способы монтажа, минимальные затраты: возможность использования более дешевых центральных процессоров с напряжением питания =24 В. Схема подключения показана на рисунке 5.8

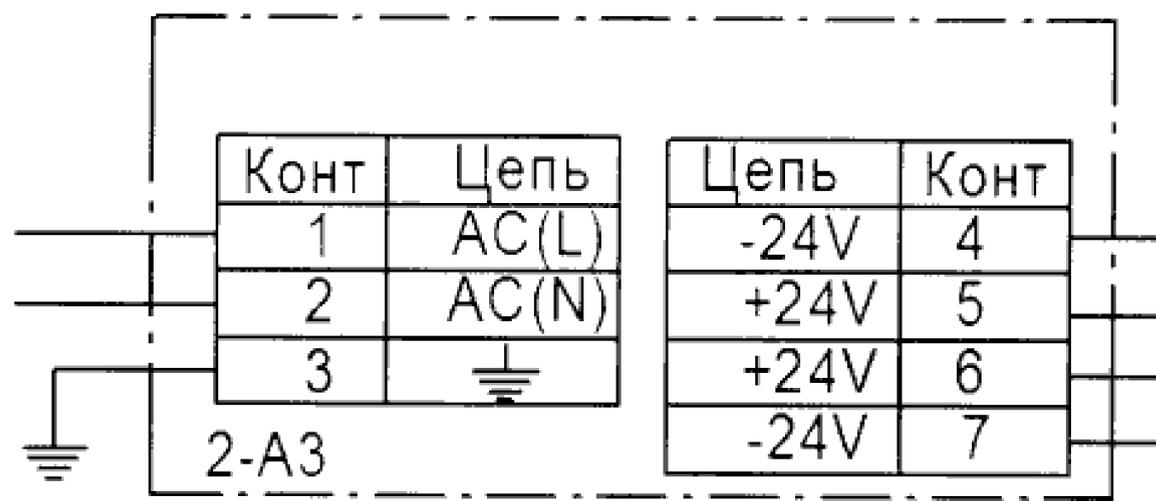


Рисунок 5.8 Схема подключения блока питания

5.4 Выбор датчиков давления разрежения Метран-100ДИВ1131, 100ДИ1141

Датчики давления Метран-100 предназначены для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами и обеспечивают непрерывное преобразование измеряемых величин - давления избыточного, абсолютного, разрежения, давления разрежения, разности давлений, гидростатического давления нейтральных и агрессивных сред в унифицированный токовый выходной сигнал дистанционной передачи, цифровой сигнал на базе HART – протокола и цифровой сигнал на базе интерфейса RS 485 с протоколами обмена ICP или Modbus. Схема подключения метран показана на рисунке 5.9

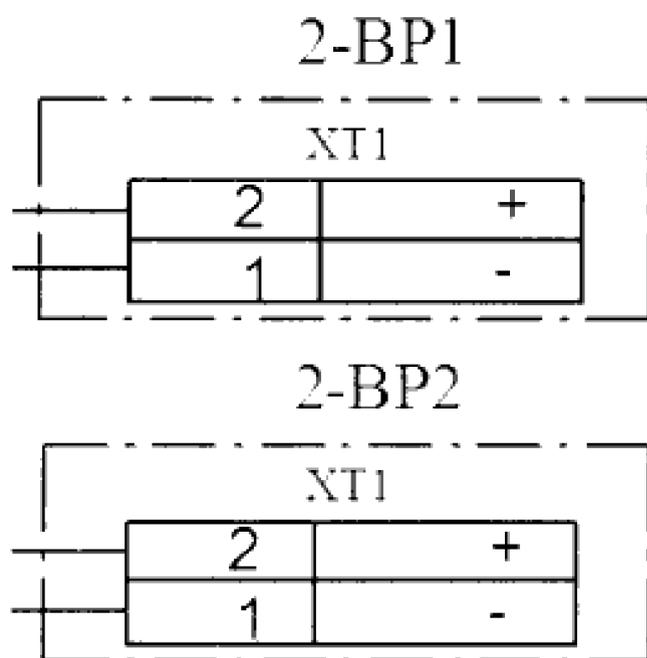


Рисунок 5.9 Схема подключения датчика Метран 100ДИВ и 100ДИ

Вывод по разделу пять: Выбранное оборудование обеспечивает требованию технического задания по условиям работы и климатическому исполнению. Позволяют кроме автоматического управления обеспечить контроль режимов работы при удаленном доступе.

7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

7.1 Расчет затрат при существующей схеме котла КВГМ-30

Температура сетевой воды в системе теплоснабжения поддерживается работой котла КВГМ-30. В течении суток отбор тепла из тепловой сети не постоянен (рисунок 2.5) и для поддержания необходимой температуры теплоносителя требуется изменять нагрузку котла. Снижение нагрузки котла осуществляется регулированием давления газа и воздуха, подаваемого на горелку, величины разряжения в топке котла. Точность настройки давления газа, давления воздуха, разряжения в топке котла зависит от оператора котла, что приводит к отклонению показаний, от нормы, на пять процентов. А это в свою очередь влечет перерасход электрической энергии и газа.

Рассчитаем годовые затраты при существующей системе работы котла КВГМ-30.

Годовой расход электроэнергии $Q_{Э1}$, кВт

$$Q_{Э1} = F_{ДО} \cdot k_3 \cdot P_{СР1},$$

где k_3 - коэффициент загрузки оборудования по времени, принимаем $k_3=1$;

$P_{СР1}$ - средняя мощность, потребляемая электродвигателями дымососа и вентилятора, принимаем $P_{СР1} = 46,25$ кВт;

$F_{ДО}$ - действительное годовое время работы оборудования, ч.

Действительное годовое время работы оборудования $F_{ДО}$, ч

$$F_{ДО} = F_{Н} \cdot (1 - (\alpha_p + \alpha_n)),$$

где α_p - коэффициент, потери времени, не учитывается;

α_n - коэффициент, учитывающий потери времени на настройку и наладку оборудования во время рабочих смен, принимаем $\alpha_n = 0,07$.

$F_{Н}$ - номинальное время работы электропривода, ч.

Номинальное время работы электропривода $F_{Н}$, ч

$$F_{Н} = T_{см} \cdot f_{см} \cdot F_{Р.д.},$$

где $T_{см}$ - продолжительность смены, ч, принимаем $T_{см} = 12$ ч;

$f_{см}$ - число смен в сутках, принимаем $f_{см} = 2$;

$F_{Р.д.}$ - рабочих дней в году, принимается, с учетом простоя на ремонт

$F_{Р.д.} = 335$ дней.

					15.03.04.2017.105.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

$$F_{11} = 12 \cdot 2 \cdot 335 = 8040 \text{ ч,}$$

$$F_{\text{ДО}} = 8040 \cdot (1 - (0 \cdot 0,07)) = 7477 \text{ ч,}$$

$$Q_{\text{Э1}} = 7477,2 \cdot 1 \cdot 46,25 = 345820 \text{ кВт.}$$

Годовые затраты на электроэнергию $C_{\text{Э1}}$, руб.

$$C_{\text{Э1}} = Q_{\text{Э1}} \cdot \text{ц,}$$

где ц -- цена кВт электроэнергии, принимаем ц = 5.00 руб.

$$C_{\text{Э1}} = 345820 \cdot 5.00 = 1729102 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию при существующей схеме работы котла КВГМ-30, составят 1729102 руб.

7.2 Расчет затрат на подготовку производства в проектом варианте

Годовой расход электроэнергии после модернизации $Q_{\text{Э2}}$, кВт/ч

$$Q_{\text{Э2}} = F_{\text{ДО}} \cdot k_3 \cdot P_{\text{СР2}},$$

где $P_{\text{СР2}}$ -- средняя мощность, потребляемая электродвигателями дымососа и вентилятора, принимаем $P_{\text{СР2}} = 40,746$ кВт;

$$Q_{\text{Э2}} = 7477 \cdot 1 \cdot 40,746 = 304770 \text{ кВт/ч.}$$

Годовые затраты на электроэнергию после модернизации $C_{\text{Э2}}$, руб.

$$C_{\text{Э2}} = Q_{\text{Э2}} \cdot \text{ц,}$$

$$C_{\text{Э2}} = 304770 \cdot 5.00 = 1523853 \text{ руб.}$$

Рассчитаем капитальные вложения в производство при установке автоматического регулирования.

Затраты на основные технические средства $K_{\text{ос}}$, находятся по формуле

$$K_{\text{ос}} = \sum_{i=1}^m N_i \cdot Ц_i + C_{\text{оп}},$$

где m - число типов технических средств; принимаем m = 2;

N_1 - количество датчиков Метран, принимаем $N_1 = 3$ шт;

$Ц_1$ - цена датчика Метран, руб, принимаем $Ц_1 = 7000$ руб;

									Лист
									49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.04.2017.105.00 ПЗ				

N_2 - количество контролеров, принимаем $N_2 = 1$ шт.;
 C_2 - цена контролера, руб., принимаем $C_1 = 11934$ руб;
 C_3 - цена блока питания, руб., принимаем $C_1 = 2619$ руб;
 C_4 - цена частотного преобразователя, руб., $C_4 = 293000$ руб;
 $C_{тр}$ - транспортные расходы, руб., 3% от затрат на технические средства;
 Транспортные расходы $C_{тр}$, руб.

$$C_{тр} = \frac{3 \cdot (N_1 \cdot C_1 + C_2 + C_3 + C_4)}{100}$$

$$C_{тр} = \frac{3 \cdot (3 \cdot 11990 + 12236 + 3250 + 293000)}{100} = 10334 \text{ руб.},$$

$$K_{тс} = 3 \cdot 11990 + 12236 + 3250 + 293000 + 10334 = 354790 \text{ руб.}$$

Затраты на вспомогательное оборудование $K_{вс}$, руб.

$$K_{вс} = \frac{K_{тс} \cdot 10}{100}$$

$$K_{вс} = \frac{354790 \cdot 10}{100} = 35479 \text{ руб.}$$

Затраты на монтаж и наладку технических средств $K_{мн}$, руб.

$$K_{мн} = \frac{K_{тс} \cdot 50}{100}$$

$$K_{мн} = \frac{354790 \cdot 50}{100} = 177395 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения K , руб.

$$K = K_{тс} + K_{вс} + K_{мн}$$

$$K = 36619 + 3661 + 18310 = 58591 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию при проектной схеме работы котла КВГМ-30, составят 1523329 руб.

7.3 Экономический эффект

Приведенные затраты Z , руб.

$$Z_i = C_i + E_i \cdot K_i,$$

где C_i - годовые текущие затраты на подготовку производства, руб.;

E_i - коэффициент экономической эффективности, принимаем 0,15;

					15.03.04.2017.105.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

K_i - капитальные вложения в подготовку производства, руб.

Для существующей схемы работы котла КВГМ-30

$$Z_1 = 1729102 \text{ руб.}$$

Для проектного варианта

$$Z_2 = 1523329 + 0,15 \cdot 567664 = 1608479 \text{ руб.}$$

Экономический эффект Δ , руб.

$$\Delta = Z_1 - Z_2,$$

$$\Delta = 1729102 - 1608479 = 120623 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости $T_{ок}$, год

$$T_{ок} = \frac{\Delta K}{\Delta},$$

где ΔK - капитальные вложения, руб.

$$T_{ок} = \frac{567664}{120623} = 4,7 \text{ год.}$$

Данные экономического расчета сводятся в таблицу 7.1

Таблица 7.1 – Сводные данные экономического расчета

Показатели	Единица измерения	Действующая схема	Проектная схема
Капитальные вложения	Руб.	-	58591
Затраты на электрическую энергию	Руб.	1729103	1523330
Приведенные затраты	Руб.	1729103	1608480
Экономический эффект	Руб.	120624	
Срок окупаемости	год	4,7	

Вывод по разделу семь: Экономический эффект модернизации составил 120624 рублей в год, срок окупаемости работы 4,7 года, что соответствует нормативам. Затраты на электрическую энергию при проектной схеме сократятся на 12%, а приведенные затраты на 7%.

Таблица 8.1 – Нормативные значения эргономических параметров рабочего места

Наименование параметра	База отсчета	Нормативное значение
рабочий стол (рабочая поверхность)		
высота, мм	полы	680-800 при регулировке, 725 без регулировки.
ширина, мм	край стола	800-1400
глубина, мм	передний край стола	600-800
рабочий стул		
высота поверхности сиденья, мм	полы	450
угол наклона поверхности сиденья, град	горизонтальная плоскость	5
ширина сиденья, мм	край сиденья	400
глубина сиденья, мм	передний край сиденья	>400
высота спинки стула, мм	поверхность сиденья	350
радиус кривизны спинки стула, мм	середина спинки, горизонтальная плоскость	>400
угол наклона спинки стула, град.	поверхность сиденья, вертикальная плоскость	25°

Параметр считается соответствующим требованиям, если его значение отклоняется от нормативного не более чем на ± 10 мм (по линейному параметру) и на 1° (по угловому параметру).

В помещениях, где работают инженерно-технические работники, уровень шума не должен превышать 60 дБА.

Температура окружающей среды должна быть на уровне 22-25 °С, влажность в пределах 30-60 и скорость движения воздуха не более 0,2 м/сек.

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк, причем яркость документа на рабочем месте должна быть не менее 85 кд/м².

Яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м², яркость бликов на экране ПК не должна превышать 40 кд/м² и яркость потолка при применении системы отраженного освещения не должна превышать 200 кд/м².

8.4 Охрана труда

К работе на данную рабочую профессию допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний к выполнению работы. [8]

Рабочий при приеме на работу должен пройти вводный инструктаж. До допуска к самостоятельной работе рабочий должен пройти:

- первичный инструктаж на рабочем месте;
- проверку знаний по Инструкции охраны труда;
- проверку знаний по оказанию первой помощи пострадавшим в связи с несчастными случаями при обслуживании энергетического оборудования;
- проверку знаний по применению средств защиты, необходимых для безопасного выполнения работ;
- обучение по программе подготовки персонала;
- ПТБ для рабочих, имеющих право подготавливать рабочее место, осуществлять допуск, быть производителем работ, наблюдающим и членом бригады в объеме, соответствующем обязанностям ответственных лиц ПТБ.

Допуск к самостоятельной работе оформляется соответствующим распоряжением по предприятию.

Для защиты от воздействия опасных и вредных факторов необходимо применять следующие меры безопасности.

При работе на движущихся и вращающихся машинах и механизмах не должно быть развевающихся частей, которые могут быть захвачены движущимися частями механизмов.

При необходимости нахождения вблизи горячих частей оборудования следует принять меры по защите от ожогов и действия высоких температур (ограждение оборудования, вентиляция).

При выполнении работ на участках с температурой воздуха выше 33°C необходимо применять режим труда с интервалами времени для отдыха и охлаждения.

При недостаточной освещенности рабочей зоны следует применять дополнительное местное освещение.

Для защиты от поражения электрическим током необходимо применить диэлектрические перчатки, ковры, изолирующие подставки.

Перед каждым пусковым устройством электродвигателей должны находиться диэлектрические коврики или изолирующие подставки.

Электромонтер должен работать в спецодежде и спецобуви и применять другие средства защиты, выдаваемые в соответствии с действующими отраслевыми нормами.

Электромонтеру бесплатно должны выдаваться согласно отраслевым нормам следующие средства индивидуальной защиты:

- костюм хлопчатобумажный (на 12 мес.);
- сапоги кирзовые или ботинки (на 12 мес.);
- рукавицы комбинированные (на 3 мес.);
- куртка ватная (на 24 мес.).

При выдаче двойного сменного комплекта спецодежды срок носки должен удваиваться.

В зависимости от характера работ и условий их производства электромонтеру бесплатно временно должна выдаваться дополнительная спецодежда и защитные средства для этих условий.

					15.03.04.2017.105.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

8.5 Требования правил безопасности при ремонтно-наладочных работах

Соблюдение правил техники безопасности является главным условием предупреждения производственного травматизма. Самые совершенные условия труда и новейшие технические мероприятия по технике безопасности не смогут дать желаемые результаты, если работник не понимает их назначения. Знание производственных трудовых процессов, применяемого оборудования, приспособлений, инструмента и безопасных способов, и приемов в работе создают условия для производительного труда без травматизма.

Действующие в настоящее время «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» введены в действие 1 июля 2001 г. Они распространяются на работников организаций независимо от форм собственности и организационно-правовых форм, и других физических лиц, занятых техническим обслуживанием электроустановок, проводящих в них оперативные переключения, организующих и выполняющих строительные, монтажные, наладочные, ремонтные работы, испытания и измерения. С введением данных правил отменены «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей». Несоблюдение правил безопасности и неосторожное обращение с электротехническим оборудованием может привести к тяжелым последствиям и даже к смертельным исходам.

Задачи техники безопасности заключаются в создании таких условий работы на объекте монтажа, при которых обеспечивается высокопроизводительный труд монтажного персонала и полностью исключается возможность травм.

Администрация монтажных организаций должна обеспечивать систематический контроль за соблюдением электромонтажниками правил безопасности, применением предохранительных приспособлений, спецодежды и других средств индивидуальной защиты. Должностные лица, не обеспечившие выполнение этих требований, привлекаются в установленном порядке к административной или уголовной ответственности согласно действующему законодательству.

Электрозащитные средства и средства индивидуальной защиты, используемые при строительном-монтажных работах (диэлектрические перчатки, указатели напряжения, инструмент с изолирующими рукоятками, предохранительные пояса, каски и т.п.), должны соответствовать требованиям государственных стандартов и «Правил применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках».

Рабочие и служащие электромонтажных организаций допускаются к выполнению работ только после прохождения вводного инструктажа (общего) и инструктажа на рабочем месте (производственного) по технике безопасности. Все электромонтажники должны пройти курсовое обучение по технике безопасности и специальное техническое обучение. Обучение производится администрацией по типовым программам. Ответственность за своевременность, полноту и правильность обучения по технике безопасности несет руководитель монтажного участка, организации, предприятия. По окончании обучения квалификационная комиссия

Очистку светильников, замену ламп и плавких вставок, ремонт и осмотр осветительной сети производит персонал службы электриков.

Измерение освещенности рабочих мест производится при вводе в эксплуатацию и в дальнейшем по мере необходимости.

Осмотр осветительной сети производится 1 раз в сутки дежурным персоналом.

Обнаруженные при проверке и осмотре дефекты должны быть устранены в кратчайший срок.

Для человека вредным является вредным как недостаточный уровень освещения среды обитания, в том числе производственной среды, так и наличие в ней достаточно мощных по световому потоку источников света (если смотреть на мощный источник света незащищенными глазами, то возможно поражение глаз, приводящее к временной или полной потере зрения).

Уровень и характеристики освещенности на рабочем месте оказывают значительное влияние на самочувствие и настроение работающих.

Увеличение освещенности рабочих поверхностей улучшает видимость объектов за счет повышения их яркости, повышает скорость различения деталей. Так при увеличении освещенности на сборочном конвейере с 30 до 75 лк производительность труда повышается примерно на 10%. При увеличении освещенности до 100 лк производительность увеличивается примерно на 30%.

Неправильно организованное или недостаточное освещение наносит вред зрению работающих, может стать причиной таких заболеваний, как близорукость, спазм, аккомодация, зрительное утомление и другие; понижает зрительную и физическую работоспособность; увеличивает число ошибочных действий персонала, что может привести к авариям и несчастным случаям.

Неравномерное освещение создает условия, при которых увеличивается вероятность механических повреждений работающих, вероятность соприкосновения с проводами, находящимися под напряжением и так далее.

Необходимо стремиться к равномерному распределению яркости рабочих поверхностей и окружающих предметов. Необходимость постоянной переадаптации глаз вызывает их утомление и, следовательно, приводит к снижению производительности труда. В поле зрения работающих не должно быть блестящих поверхностей, которые отвлекают внимание и могут вызвать ослепление и ухудшение видимости объектов различения. Устранение данных факторов достигается регулированием высоты установки светильников, изменение направления подачи светового потока на рабочее место, а также изменение угла наклона рабочих поверхностей.

При длительном недостатке естественного освещения человек начинает испытывать дискомфорт, возникает синдром «солнечного голодания», снижается устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов химической, физической и бактериологической среды, а также стрессовых ситуаций.

Оптическое излучение искусственных источников, применяемых для освещения, отличаются по спектру от естественного излучения. В нем отсутствует ультрафиолетовый поток и различается спектр видимого света.

					15.03.04.2017.105.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Наибольшим отличием от естественного характеризуется свет от лампы накаливания; свет от газоразрядных лампы низкого и высокого давления в большей мере приближен по спектру к естественному дневному свету.

8.5.4 Расчет освещения

Согласно СНиП 23-05-95 спроектировано искусственное освещение в помещении электропитовой котла КВГМ-30 котельной г. Лангепас. Определим потребность количества светильников для соблюдения санитарных норм в производственных помещениях и на рабочих местах [10].

Световой поток Φ , лм.

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot z \cdot k}{N \cdot \eta},$$

где E_H – нормируемая минимальная освещенность, лк;

S – площадь освещаемого помещения, м²;

z – коэффициент неравномерности освещения, для люминесцентных лампы (ЛБ - лампы белого света), принимаем $z = 1,1$;

k – коэффициент запаса, принимаем $k = 1,5$;

N – число светильников в помещении, шт.;

η – коэффициент использования светового потока лампы,

$$\eta = Kp \cdot i,$$

где i – индекс помещения;

Kp – коэффициент, учитывающий влияние отражающих свойств потолка, стен и пола, принимаем $Kp = 0,8$.

Индекс помещения i

$$i = \frac{A \cdot B}{H \cdot (A + B)},$$

где A – длина помещения, м;

B – ширина помещения, м;

H – высота светильника над рабочей поверхностью, м.

$$i = \frac{7 \cdot 5}{4 \cdot (7 + 5)} = 0,73,$$

$$\eta = 0,8 \cdot 0,73 = 0,584.$$

Число светильников в помещении N , шт., определяется из формулы

$$N = \frac{E_H \cdot S \cdot z \cdot k}{\Phi \cdot \eta},$$

									Лист
									58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.04.2017.105.00 ПЗ				

$$N = \frac{100 \cdot 35 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{3000 \cdot 0,584} = 3,29$$

Для соблюдения санитарных норм в помещении электроцитовой котла КВГМ-30 котельной установлено 4 светильника ЛБ 40.

8.5.5 Воздействие шума и вибрации на человека

Шум и вибрация являются причиной снижения работоспособности, ослабления памяти, внимания, остроты зрения, что может привести к травматизму и авариям. Длительное воздействие интенсивных шумов может вызвать частичную, а иногда и полную потерю слуха. Степень вредности шума и вибрации зависит от частоты, уровня (силы), продолжительности и регулярности их воздействия. Классификация шумов, допустимые уровни шума на рабочих местах установлены в ГОСТ 12.1.003 - 96. Общие требования безопасности и СН 245-75.

Источником шума на котельной являются котловые и насосные агрегаты. Уровень шума на котельной составляет 64 ДБА при норме 75 ДБА.

Шум возникает в результате плохой балансировки, центровки, неуравновешенности роторов, муфт, маховиков и других вращающихся деталей и вследствие неплотного крепления деталей и перекосов, недостаточной смазки. Обслуживающий персонал обязан тщательно следить за исправностью и нормальной работой оборудования, вовремя устранять подобные неполадки, которые к тому же могут явиться причиной аварии.

В число основных мер по предотвращению воздействия шума на персонал входят комплексная автоматизация и дистанционное управление технологическими процессами, вызывающих шум.

Для ограничения распространения шума используют звукоизолирующие кожухи, полы, стены, перекрытия. Стены помещений, где размещаются вызывающие шум агрегаты, не рекомендуется окрашивать масляной краской и облицовывать метлахской плиткой, так как это увеличивает отражение звука. В таких помещениях используют акустическую штукатурку, акустическую черепицу, войлок, стекловолокно.

При эксплуатации машин, производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочего места применяются средства и методы коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029. А также применяются средства индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051

Для предотвращения воздействия шума, на обслуживающий персонал предусмотрено звукоизоляционное помещение «Цитовой».

На котельной вибрация конструкций, так же, как и шум вредно действуют на человека. Начальные стадии вибрационной болезни при воздействии общей вибрации характеризуются головными болями, нарушениями сна, повышенной утомляемостью и раздражительностью. Иногда наблюдаются головокружения. Вибрация может быть причиной функциональных расстройств нервной и сердечно-сосудистой систем, а также опорно-двигательного аппарата. Основные требования по устранению вибрации изложены в стандарте 12.1.012 - 78 «Вибрация. Общие требования безопасности». Защита от вибрации осуществляется путем

					15.03.04.2017.105.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

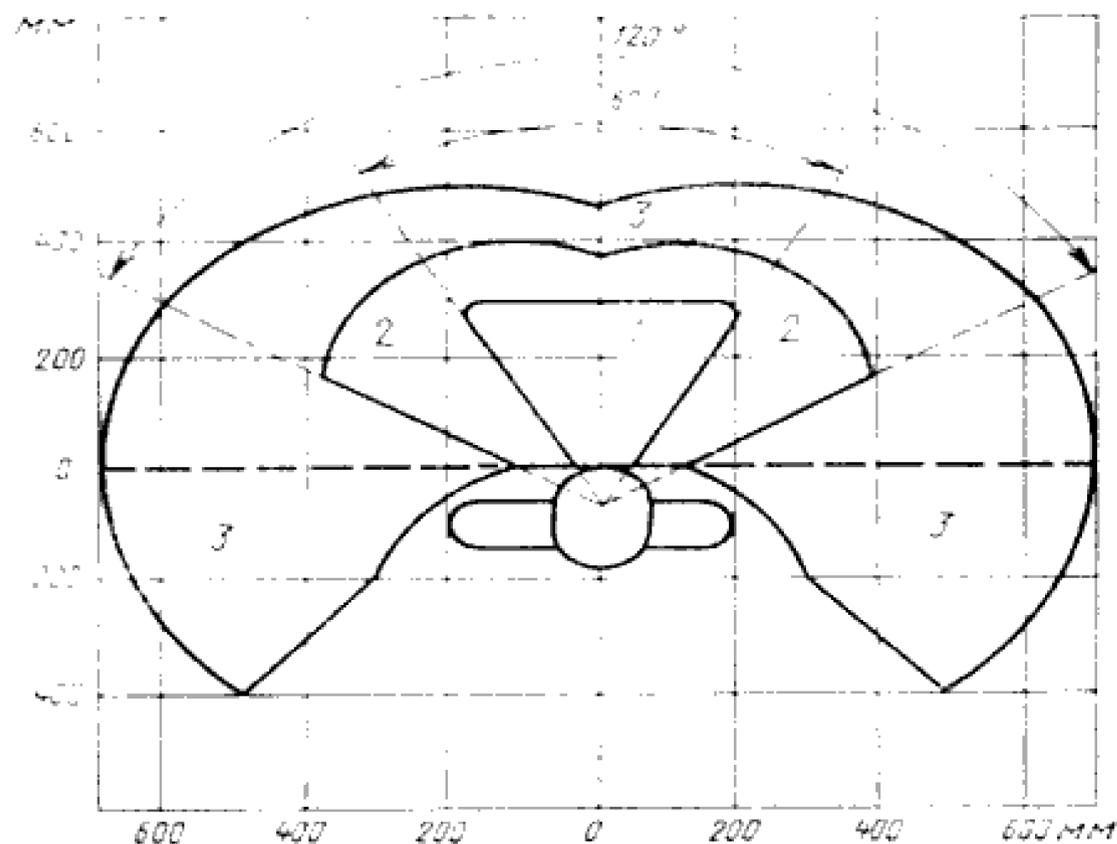


Рисунок 8.5 Зоны для выполнения ручных операций

1 – зона для размещения наиболее важных и очень часто используемых предметов (оптимальная зона моторного поля); 2 – зона для размещения часто используемых предметов (зона легкой досягаемости моторного поля); 3 – зона для размещения редко используемых предметов (зона досягаемости моторного поля).

Конструкция рабочего места должна обеспечивать оптимальное положение сотрудника, что достигается за счет регулирования высоты сиденья и подставки для ног. Высота рабочей поверхности берется по номограмме (рисунок 2) для работающего ростом 1800 мм.

Подставка для ног должна быть регулируемой по высоте. Ширина должна быть не менее 300 мм, длина – не менее 400 мм. Поверхность подставки должна быть рифленой. По переднему краю следует предусматривать бортик высотой 10 мм.

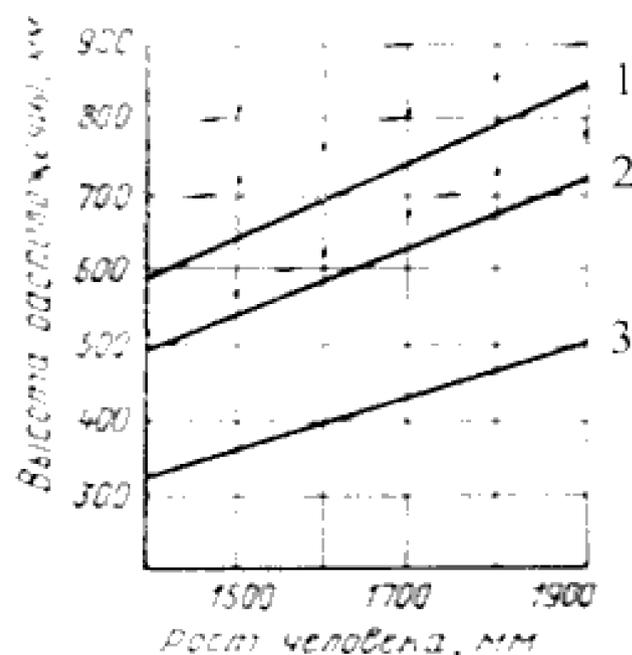


Рисунок 8.6 - Номограмма зависимости высоты рабочей поверхности (1), пространства для ног (2) и высоты рабочего сиденья (3) от роста человека

Важным фактором является пространство под столом, его должно быть достаточно чтобы удобно сгибать и разгибать колени.

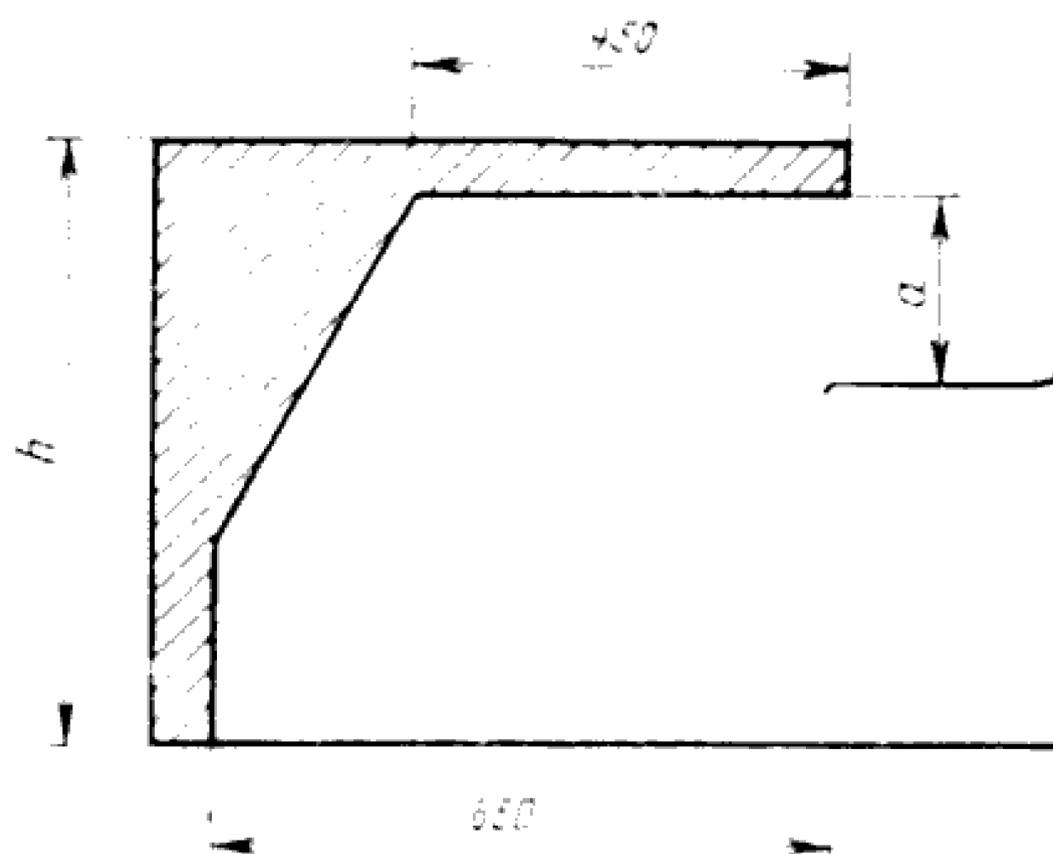


Рисунок 8.7 Пространство для ног (ширина не менее 500 мм)

a - расстояние от сиденья до нижнего края рабочей поверхности не менее 150 мм;

h - высота пространства для ног не менее 600 мм.

Кресло должно обеспечивать физиологически рациональную рабочую позу, при которой не нарушается циркуляция крови и не происходит других вредных воздействий. Для этого необходимо чтобы у кресла была упругая спинка анатомической формы, которая уменьшит нагрузку на позвоночник. Также для того чтобы снимать нагрузку с мышц плечевого пояса кресло обязательно должно быть с подлокотниками и иметь возможность поворота, изменения высоты и угла наклона сиденья и спинки.

Важно, чтобы все регулировки были независимыми, легко осуществимыми и имели надежную фиксацию. Кресло должно быть регулируемым, с возможностью вращения, чтобы дотянуться до далеко расположенных предметов.

Монитор должен располагаться на рабочем столе прямо, и удален от глаз минимум на 50-60 см. Верхняя граница экрана должна быть на уровне глаз или не ниже 15 см ниже уровня глаз.

Важное значение имеют не только оптимальное расположение монитора, но и его технические параметры. Прежде всего, это разрешение монитора и частота обновления изображения. Для работы необходим плоскоэкранный монитор с диагональю минимум 17" или 19" оптимальное разрешение 1024*768 или 1280*1024 соответственно. Однако при этом частота обновления изображения не должна быть меньше 100 Гц, поскольку колебания яркости приводят к нервному переутомлению и быстрому ухудшению зрения.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.04.2017.105.00 ПЗ

Лист

63

Неправильное положение рук при печати на клавиатуре приводит к хроническим растяжениям кисти. Важно не столько отодвинуть клавиатуру от края стола и опереть кисти о специальную площадку, сколько держать локти параллельно поверхности стола и под прямым углом к плечу. Поэтому клавиатура должна располагаться в 10-15 см (в зависимости от длины локтя) от края стола. В этом случае нагрузка приходится не на кисть, в которой вены и сухожилия находятся близко к поверхности кожи, а на более "мясистую" часть локтя. Глубина стола должна позволять полностью положить локти на стол, отодвинув клавиатуру к монитору.

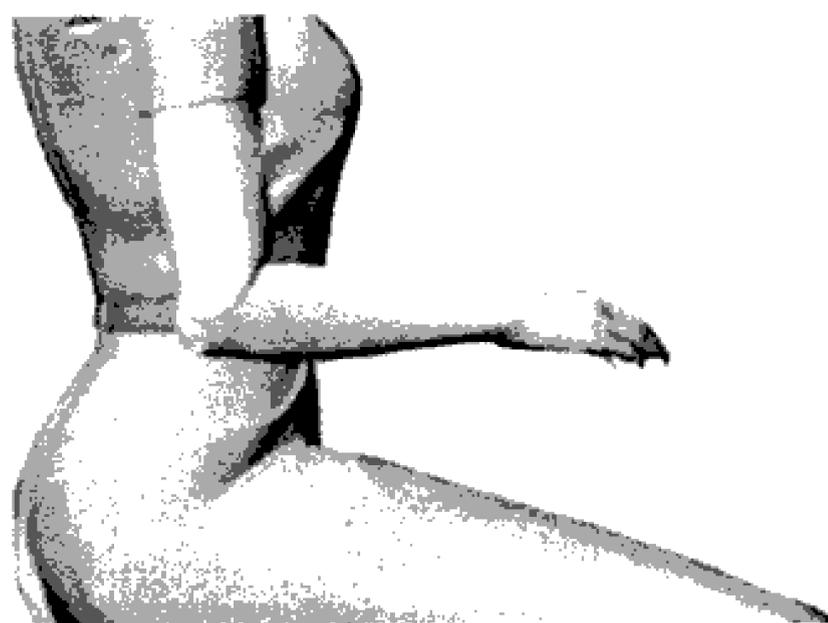


Рисунок 8.8 Правильная работа за клавиатурой

Свет регулирует все функции человеческого организма и влияет на психологическое состояние и настроение, обмен веществ, гормональный фон и умственную активность. Помещение, где располагается рабочее место по стандартизации должно иметь естественное и искусственное освещение. Искусственное освещение должно осуществляться системой общего равномерного освещения, светильники следует располагать локализовано над рабочим столом ближе к его переднему краю, обращенному к сотруднику. В качестве источников света при искусственном освещении должны применяться преимущественно лампы накаливания либо люминесцентные лампы с повышенной частотой мерцания.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещении следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

При работе на ПК существенно значимыми являются вибрационные характеристики размещения рабочего места. Помимо того, что вибрация отрицательно влияет на саму технику, деятельность человека также довольно чувствительна к вибрационной обстановке.

Для достижения требуемых параметров воздуха необходимо кондиционирование воздуха, при отсутствии вентиляции в закрытых помещениях возрастает концентрация углекислого газа и других вредных веществ. Это негативно сказывается на самочувствии людей, вызывает головную боль, сонливость, потерю работоспособности. Частично проблему можно решить, периодически проветривая

									Лист
									64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.04.2017.105.00 ПЗ

помещение, однако в этом случае вместе со свежим воздухом внутрь попадает пыль, разные запахи, уличный шум.

Системы отопления и системы кондиционирования следует устанавливать так чтобы ни теплый, ни холодный воздух не направлялся на людей, работающих в помещении. Температура воздуха у поверхности пола и на уровне головы не должна отличаться более чем на 5°C.

8.6.2 Эстетическое оформление с учетом требований технической эстетики

Стены помещения могут быть желтого цвета с красно-зелеными вкраплениями. Желтый и красный цвета – это теплые цвета, вызывающие психологическое ощущение тепла, производящие оживляющее впечатление. Это активные цвета, динамические, стимулирующие деятельность, приводящие к кратковременному повышению производительности труда. Зеленый – холодный цвет, успокаивает, облегчает напряжение глаза. Это цвет, способствующий душевной сосредоточенности и сохранению неизменной производительности труда. Общее сочетание цветов снимают умственное утомление и способствуют умственной деятельности.

Пол покрыт линолеумом темно-коричневого цвета – это теплый цвет, который смягчает возбудимость.

К пассивным средствам повышения работоспособности относится функциональная музыка. Ее трансляция перед началом работы должна способствовать переключению внимания работающих на трудовой процесс.

8.7 Противопожарная и взрывобезопасность

Руководители котельной несут ответственность за противопожарную безопасность помещений и оборудования тепловых энергоустановок, а также за наличие и исправное состояние первичных средств пожаротушения.

Категория противопожарной безопасности для помещения и оборудования котельной определена как В по ОНТН 01- 91, то есть производство, связанное с применением взрывоопасных веществ и материалов. Помещение котельной построено из негорючих материалов, стены сделаны из кирпича и бетона, перекрытия – из железобетона, пол – из бетона. Кабели в котельной проложены в кабельных каналах, подвесных металлических лотках и в трубах с соблюдением требований и рекомендаций, обеспечивающих пожарную безопасность в кабельном хозяйстве.

Основы пожарной защиты предприятия определены государственными стандартами. Персонал, обслуживающий тепловые энергоустановки котельной, проходит противопожарный инструктаж, занятия по пожарно-техническому минимуму, участвует в противопожарных тренировках.

На котельной установлен противопожарный режим работы и выполняются противопожарные мероприятия, а также разработан оперативный план тушения пожара, не допускающий действий, которые могут привести к пожару или возгоранию. Разработана и утверждена инструкция о мерах пожарной безопасности и план (схема) эвакуации людей в случае возникновения пожара на тепловых энергоустановках, приказом руководителя назначены лица, ответственные за пожар-

					15.03.04.2017.105.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Устойчивость систем энергоснабжения котельной повышено путем подключения его к нескольким источникам питания, удаленным один от другого на расстояние, исключающее возможность их одновременного поражения.

К организационным мероприятиям, повышающим устойчивость управления котельной, относится заблаговременная подготовка руководящих работников и ведущих специалистов к взаимозаменяемости. Для замены недостающих специалистов привлекают квалифицированных рабочих, хорошо знающих производство.

8.9.2 Радиационное и химическое обеспечение

Основными задачами радиационной и химической защиты являются:

- выявление и оценка радиационной и химической обстановки методом прогнозирования и по данным поста РХН;
- выбор наиболее целесообразных действий производственной деятельности предприятия в условиях радиоактивного и химического заражения;
- организация и проведение дозиметрического и химического контроля;
- обеспечение рабочих и служащих средствами индивидуальной защиты, приборами радиационной и химической разведки, дозиметрического контроля, поддержание их в постоянной готовности.

Рабочим выданы средствами радиационной и химической защиты: противогазы ГП-5, респираторы Р-2. Начальники смен обеспечены газоанализаторами и газосигнализаторами, аккумуляторными фонарями.

Ремонт и градуировка средств РХЗ осуществляется в спец. предприятии г. Челябинска.

8.9.3 Медицинское обеспечение

Практическое обучение работников котельной, по оказанию первой доврачебной помощи пострадавшему на работе, осуществляется по специальной программе.

8.9.4 Организация оповещения и связи

В случае возникновения опасности оповещение производится при помощи радио, раций, сирен, находящихся в городе.

Вывод по разделу восемь: Рассмотрены и изучены организационные правила, правила охраны труда, эргономические, правила пожарной и взрывобезопасности, гражданской обороны на котельной. Произведен расчет освещения на рабочем месте, разработаны мероприятия по улучшению защиты от опасных и вредных производственных факторов, по снятию психологических перегрузок. Проанализирована эргономика и производственная эстетика, выбрана наилучшая компоновка рабочего места. Все расчетные и измеренные показатели находятся в пределах установленной нормы.

					15.03.04.2017.105.00 ИЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе разработана автоматическая система управления работой вентилятора и дымососа водогрейного котла КВГМ-30 котельной г. Лангепас. Система управления построена на базе промышленного контроллера Direct LOGIC DL 05b обеспечивает соотношение газ – воздух, разряжения в топке котла. Управление производится в автоматическом режиме за счет частотной регулировке вентилятора и дымососа. Разработана модель позволила рассчитать электрические характеристики выполнить настройку систем управления и режимы работы котла.

Автоматическое управление позволяет снизить потребление электроэнергии электродвигателем дымососа на 13,3%, а электродвигателем вентилятора на 7,3%. Исключение участия человека из процесса управления тягодутьевыми механизмами приведет к уменьшению продолжительности времени смены нагрузки котла с 15 секунд до 2 секунд и числа простоев котла, связанных с ошибочными действиями оператора.

Экономическая эффективность от внедрения, составляет 120624 руб., срок окупаемости капитальных вложений 4,7 года.

В разделе безопасности жизнедеятельности произведен расчет освещения котельной. Рассмотрены вопросы, охраны труда, противопожарной и взрывобезопасности, а также эстетики, эргономики, экологии, гражданской обороны.

									Лист
									69
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.04.2017.105.00 ИЗ				

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 А. И. Авербах, Е.И. Барц, И. Я. Браславский, З. Ш. Шиматов. Электропривод и автоматизация промышленных установок как средство энергосбережения. Е., Тяжпромэлектромет 2002;
- 2 Обслуживание коммунальных котельных и тепловых сетей Папанин В.И. - М.; Стройиздат 1973;
- 3 Теплотехнический справочник. Под редакцией В.И. Лукашова, А.А. Ломакина. М., 1971;
- 4 Электротехника/Ю.М. Борисов, Д.Н, Липатов, Ю.Н. Зорин. Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1985;
- 5 Гамрак Курек Л.И. Экономическое обоснование дипломных проектов. М. Высшая школа 1985.
- 6 Расчеты экономической эффективности новой техники: Справочник. К.М. Великанова. – Л.: Машиностроение. 1990.
- 7 Брежнев В.И., Трескунов В.М. Охрана труда при эксплуатации систем водоснабжения. М.: Стройиздат, 1983.
- 8 Охрана труда в электроустановках: Учебник для вузов. Б. А. Князевский. М.: Энергоатомиздат, 1983.
- 9 Правила устройства электроустановок 7-е издание [текст]: ПУЭ-7: утв. Приказом Минэнерго России от 08.07.2002: обязательны для всех организаций независимо от форм собственности и орг. правовых форм. М.: ДЕАН, 2008. – 704 с.
- 10 Трофимова, С.Н. Методические рекомендации для студентов электротехнических специальностей. Выполнение разделов «Охрана труда», «Экологическая безопасность», «Гражданская оборона» в дипломном проекте // <http://www.zb-susu.ru>.
- 11 Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / сост. С.Н. Трофимова, В.И. Чуманов, В.А. Шишимиров. – Челябинск. Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 54 с.
- 12 ГОСТ 12.2.032-88. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. Введ. 1979-01-01. - М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1979. 5 с.
- 13 Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие по дипломные проектирования для студентов технических специальностей / под ред. С.Н. Трофимовой. С.П. Максимов, Т.Б. Балакина. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 55 с.
- 14 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности от 22.07.2008 № 123-ФЗ.
- 15 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. - М.: Энергоатомиздат, 2000. - 290с.
- 16 Типовая инструкция по охране труда для пользователей персональными электронно-вычислительными машинами ПЭВМ в электроэнергетике [текст]: РД 153-34.0-03.298-2001: утв. РАО "ЕЭС России" от 16.05.2001: введ. в действие 01.05.2001. М.: ЭНАС, 2001. 90 с.

					15.03.04.2017.105.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70