

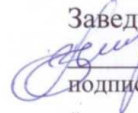
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

Теплотехника и гидрогазодинамика

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


 В.А. Кулагин
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2016г.


ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

140100.62- Промышленная теплоэнергетика

Проект системы отопления отдельно стоящего здания в г. Иркутске

Пояснительная записка

Руководитель  27.06.16 ст.преподаватель Л. Я. Жадаева
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник  27.06.16 Н.Г. Акияков
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормаконтролер  27.06.16 Л.Я. Жадаева
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2016г.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Основные технические решения систем отопления и вентиляции	5
1.1. Система водяного топления	5
1.2 Система печного отопления.....	7
1.3 Система парового отопления.....	7
1.4 Система панельно-лучистого отопления.....	9
1.5 Инфракрасное отопление.....	10
1.6 Система воздушного отопления.....	11
2. Теплотехнические характеристики проектируемого объекта и выбор расчетных параметров	13
2.1 Теплотехнические характеристики	13
2.2 Расчетные параметры внутреннего и наружного воздуха.....	15
3. Расчет балансов	17
3.1 Тепловой баланс	17
3.1.1 Теплопоступления за счет инфильтрации	17
3.1.2. Теплопоступления за счет теплопередачи (разности температур) ...	18
3.1.3 Теплопоступления от солнечного света.	19
3.1.4 Теплопоступления от людей.	20
3.1.5 Теплопоступления от искусственного освещения.....	21
4. Расчет отопительных приборов.....	33
5 Гидравлический расчет.....	36
6 Оборудование автономной системы	39
6.1 Котел.....	39
6.2 Радиаторы	40
6.3 Расширительный бак	40
6.4 Насос.....	41
6.5 Электрический бойлер.....	43
7 Экономический расчет проектируемой котельной.....	44
7.1 Техничко-экономические показатели котельной	46
7.2 Расчет себестоимости тепловой энергии.....	55

7.3 Калькуляция себестоимости тепловой энергии.....	58
7.4 Приведенные затраты	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	60
Список использованных источников	61

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время так называемый средний класс стремится обзавестись имуществом в пригородах крупных городов такими как индивидуальные жилые дома коттеджного типа. Так как там лучшая экологическая обстановка, больший простор для отдыха и отсутствие городского шума. Но задумываясь о собственном доме, люди забывают, что там не будет всех тех благ цивилизации, что были в городе. Поэтому загородный дом должен быть оборудован тем же что и дома в городе отоплением и горячим водоснабжением.

Чаще всего такие загородные дома обеспечиваются теплом из источника который находится в самом доме, что существенно снизит потери и освободит от сооружения теплотрасс. По этой причине коттеджные дома в основном проектируются на автономные системы.

Отсюда следует, что целью данного проекта является решение проблемы отопления ГВС, т.е. обеспечение комфорта, экономии тепла и топлива и тд.

1 Основные технические решения систем отопления и вентиляции

1.1. Система водяного топления

Система водяного отопления представляет собой замкнутый контур, заполненный водой, поэтому незначительное увеличение ее объема при повышении температуры может создать давление, превышающее предел прочности отдельных элементов системы, а уменьшение объема при понижении температуры вызывает разрыв струи и нарушение циркуляции. Чтобы избежать этих явлений в системе отопления должно быть предусмотрено устройство, воспринимающее излишек воды при повышении температуры в системе и восполняющее убыль воды при ее понижении. Наиболее простым и безотказно действующим устройством такого рода является расширительный бак.

Основные преимущества (по сравнению с паровым) систем водяного отопления:

- а) возможность поддержания умеренной температуры на поверхности нагревательных приборов, исключающей пригорание на них пыли;
- б) простота центрального регулирования теплоотдачи нагревательных приборов путем изменения температуры воды в зависимости от параметров наружного воздуха (качественное регулирование);
- в) бесшумность работы и простота обслуживания;
- г) значительный срок службы;
- д) экономия электроэнергии.

Основные недостатки систем водяного отопления:

- а) большое гидростатическое давление в нижней части систем, обусловленное их высотой (ограничивает высоту систем);
- б) опасность замерзания воды в трубопроводе, проложенном в неотапливаемом помещении.

Системы водяного отопления подразделяют на системы с естественной и искусственной циркуляцией теплоносителя.

В системах с естественной циркуляцией движение теплоносителя по трубопроводам системы осуществляется за счет гравитационного давления, возникающего вследствие разности удельных весов горячего (от теплоисточника) и охлажденного (от нагревательных приборов) потоков теплоносителя. Надежность циркуляции здесь напрямую зависит от разности высот между центром и высшей точкой системы – чем больше это расстояние, тем выше давление в системе. Теплоноситель продвигается по трубопроводам

системы за счет работы насоса той или иной конструкции. Такие системы занимают основной объем применения систем центрального отопления.

Классификация.

1. По схеме питания приборов - однотрубные и двухтрубные системы водяного отопления. По схеме присоединения отопительных приборов к трубопроводам системы водяного отопления с любой циркуляцией воды бывают однотрубные и двухтрубные.

В однотрубных системах теплоноситель поступает в прибор и отводится из него по одному стояку, приборы присоединены последовательно по теплоносителю.

В настоящее время часто применяют однотрубные системы (особенно массовом жилищном строительстве), так как по сравнению с двухтрубными они имеют меньшую длину и массу труб, позволяют широко унифицировать отдельные детали, узлы и существенно сокращать затраты труда на монтаж систем.

В двухтрубных системах теплоноситель поступает в приборы и отводится по другим, приборы присоединены параллельно по теплоносителю.

Однотрубные и двухтрубные системы водяного отопления бывают:

- вертикальными (подающие трубы, к которым присоединяются отопительные приборы, проходят вертикально через все этажи);
- горизонтальными (подающие трубы проходят горизонтально по всем помещениям одного этажа).

Однотрубные системы бывают проточные, проточно-регулируемые с осевыми и смещенными обходными участками, а также регулируемые с осевыми и смещенными замыкающими участками.

2. В зависимости от размещения подающей магистрали по отношению ко всей системе и однотрубные и двухтрубные системы бывают:

- с верхней разводкой (магистраль проходит по чердаку, техническому этажу или под потолком верхнего этажа);
- с нижней разводкой (магистраль проходит в подвале здания, в подпольных каналах или над полом первого этажа);

3. По направлению движения теплоносителя в подающей и обратной магистралях различают системы водяного отопления:

- тупиковые (при встречном движении воды);
- с попутным движением (при движении воды в магистралях в одном направлении).

Системы водяного отопления, предназначенные для обогрева отдельных квартир и одноэтажных зимних дач, питаемые теплом от местного источника, называют системами квартирного отопления.

1.2 Система печного отопления

Печное отопление – вид местной системы отопления, в которой генератор тепла, теплопроводы и теплоотдающие поверхности размещены в одном устройстве – в печи, расположенной в отапливаемом помещении. Печи, благодаря периодической топке и колебаниям теплоотдачи, обеспечивают нестационарный тепловой режим в помещении.

Применяют печное отопление при отсутствии централизованного теплоснабжения в жилых одно- и двухэтажных зданиях (не более 25 человек), в сельских школах, дошкольных заведениях, клубах, столовых, вокзалов (вместимостью до 50 человек).

Печи характеризуются следующими признаками: теплоемкостью, схемой движения газов внутри печи, толщиной стенок, этажностью, типом устройства дымоходов (дымовых труб), основным материалом, из которого сложена печь.

Основные преимущества систем печного отопления:

- а) небольшая стоимость устройства системы по сравнению другими видами отопления;
- б) простота конструкции и обслуживания.

Основные недостатки систем печного отопления:

- а) высокая трудоемкость индивидуального обслуживания систем;
- б) низкий эксплуатационный КПД;
- в) пожарная опасность;
- г) загрязнение помещений топливом, золой;
- д) уменьшение на 5-8% полезной площади помещений.

Отопительные печи рассчитаны на различную периодичность топок в течение суток, которая зависит от теплоемкости печи.

По теплоемкости печи подразделяют на теплоемкие и нетеплоемкие.

Нетеплоемкие печи – в основном металлические, топят непрерывно или с небольшими перерывами; (срок остывания 1-2 часа).

Теплоемкие печи топят 1 – 2 раза в сутки.

Нетеплоемкие печи применяют, как правило, для временных зданий и сооружений, а также зданий с кратковременным пребыванием людей. Теплоемкие печи используют для отопления жилых и общественных зданий, тепловая аккумуляция таких печей должна компенсировать теплотерипомещения в срок остывания печи.

1.3 Система парового отопления

В системе парового отопления зданий и сооружений используется водяной пар. Водяной пар, находящийся в термодинамическом равновесии с

водой, называется сухим насыщенным паром, а смесь сухого насыщенного пара с капельками воды во взвешенном состоянии – влажным насыщенным паром. Влажное состояние изменяется при движении пара по трубам.

В системах парового отопления применяется сухой насыщенный пар и его особенностью является -при конденсации выделять скрытую теплоту парообразования. Пар из котлов по паропроводам поступает в нагревательные приборы, установленные в помещениях. В нагревательных приборах пар конденсируется, и тепло через стенки приборов передается в помещения. Конденсат отводится из приборов по трубопроводам в сборные конденсатные баки, откуда насосами перекачивается в котлы, а в отдельных случаях возвращается сразу в котлы (самотеком).

Система парового отопления обладает по сравнению с системой водяного отопления некоторыми преимуществами:

а) возможность быстрого нагревания помещений, при подаче пара в отопительные приборы и столь же быстрого их охлаждения при выключении подачи пара;

б) сокращение капитальных вложений и расхода металла вследствие уменьшения размеров отопительных приборов и конденсатопроводов;

в) возможность отопления зданий любой этажности, т.к. столб пара не создает значительно повышенного гидростатического давления в нижней части системы;

г) меньшая, чем у систем водяного отопления, опасность замерзания.

Система парового отопления более пригодна, чем система водяного отопления, для периодического обогрева помещений (например, для дежурного отопления).

Однако, эксплуатационные недостатки парового отопления настолько существенны, что значительно ограничивают область ее применения.

Недостатками систем парового отопления являются:

а) невозможность регулирования теплоотдачи отопительных приборов путем изменения температуры теплоносителя, т.е. невозможность качественного регулирования;

б) постоянная высокая температура (80 С и более) поверхности теплопроводов и отопительных приборов, что вызывает разложение оседающей органической пыли, а так же вынуждает устраивать перерывы в подаче пара; перерывы в подаче пара приводят к колебанию температуры воздуха в помещениях, т.е. к понижению уровня теплового комфорта;

в) увеличение бесполезных тепловых потерь паропроводами, когда они проложены в необогреваемых помещениях;

г) шум при действии систем, особенно при возобновлении работы после перерыва;

д) сокращение срока службы теплопроводов; при перерывах подачи пара теплопроводы заполняются воздухом, что усиливает коррозию их внутренней поверхности.

Вследствие этих недостатков система парового отопления не допускается к применению в жилых зданиях.

Классификация

Системы подразделяют: на вакуум-паровые, низкого давления (до 0,07 МПа) и высокого давления. В свою очередь, их подразделяют:

1. по связи с атмосферой – открытые, сообщающиеся с атмосферой, и наоборот – закрытые;
2. по способу возврата конденсата в котел – замкнутые с непосредственным возвратом конденсата в котел и разомкнутые с возвратом конденсата в конденсатный бак и последующей перекачкой его из бака в котел;
3. по схеме расположения трубопроводов:
 - двухтрубные и однострунные (те и другие могут быть с верхней, нижней и смешанной разводкой, с сухим и мокрым конденсатопроводом).

1.4 Система панельно-лучистого отопления.

Лучистое отопление конструктивно отличается от обычного конвективного тем, что вместо радиаторов применяют массивные отопительные панели, являющиеся частями конструктивных элементов здания: его стенами, полом, потолком. Бетонные панели имеют хорошо развитую поверхность нагрева, но невысокую температуру зеркала излучения (25-50°C).

Принципиальное отличие лучистого отопления от конвективного состоит в том, что при конвективном отоплении средняя температура внутренних ограждений всегда ниже температуры воздуха помещения. При лучистом – средняя температура (радиационная) поверхностей всех ограждений помещения, включая отопительные панели t_R , как правило, выше температуры t_B воздуха ($t_R > t_B$). Это является критерием, определяющим наличие лучистого отопления в помещении.

При панельно-лучистом отоплении помещение обогревается главным образом за счет лучистого теплообмена между отопительными панелями и поверхностью ограждений. Излучение от нагретых панелей, попадая на поверхность ограждений и предметов, частично поглощается, частично отражается. При этом возникает так называемое вторичное излучение, так же в итоге поглощаемое предметами и ограждениями помещения.

Размещение отопительной панели в потолке затрудняет конвективный теплоперенос, и в теплопередачи панели теплообмен излучением составляет от

80 до 85 процентов. Греющая панель в полу активизирует теплоперенос конвекцией, и на долю теплообмена излучением приходится всего от 30 до 40 процентов. Вертикальная панель в стене в зависимости от высоты передает излучением от 30 до 60 процентов всей теплоты, причем доля теплообмена излучением возрастает с увеличением высоты панели.

Лишь потолочное панельное отопление, во всех случаях передающее в помещение излучением более 50 % теплоты может быть названо лучистым.

К достоинствам систем панельно-лучистого отопления можно отнести:

1. сокращение затрат труда на месте строительства зданий при заводском изготовлении конструкции замоноличенными греющими элементами;
2. возможно сокращение теплотрат на отопление помещений при относительном понижении температуры воздуха;

Большое преимущество данного вида систем отопления состоит в том, что системы могут в теплое время года служить радиационными системами охлаждения помещения. Для этой цели через змеевики систем трубопроводов панелей пропускают холодную воду. При этом, в отличие от систем отопления с металлическими приборами, на панелях не возникает конденсации водяных паров, содержащихся в воздухе помещения. Нагревательная поверхность систем панельно-лучистого отопления заделывается в строительные конструкции и никаких нагревательных приборов в помещении не устанавливают.

Недостатками системы панельно-лучистого отопления являются:

1. трудность ремонта замоноличено греющих элементов;
2. большая тепловая инерция, осложняющая регулирование теплоотдачи отопительных панелей;
3. опасность засорения труб и сложность их устранения;
4. возможность появления внутренней коррозии и вследствие этого нарушение гидравлической плотности труб, недоступных для осмотра;
5. увеличение бесполезных теплотерь при размещении панели в наружных ограждениях, повышении капитальных вложений (по сравнению с конвективным отоплением) при низкой температуре теплоносителя.

1.5 Инфракрасное отопление

Инфракрасное отопление является одним из прогрессивных методов отопления. По сравнению с классическим паро-тепловоздушным отоплением установка систем инфракрасного или лучистого отопления выражается в 2-3-кратной экономии топлива и 4-6-кратном уменьшении общих затрат на отопление, а монтаж подобных систем занимает минимум времени и средств.

Инфракрасное отопление и его экономическая эффективность. Первая составляющая экономии при данном способе отопления – более равномерное распределение температуры по всей высоте отапливаемого объекта. Вторая – использование децентрализованного принципа отопления. При этом

исключаются затраты на подготовку воды, трубопроводы, ремонт теплосетей, заработную плату, потери тепла и теплоносителя при транспортировке. Третья – возможность зонального и локального отопления. Четвертая – безынерционность лучистой системы отопления: выход на необходимую температуру после утреннего запуска достигается довольно быстро. Пятая составляющая – возможность управлять отоплением с учетом изменения внешней температуры, что немаловажно в переходные времена года.

Достоинства ИК-излучателей:

- температура по всей площади помещения распределяется равномерно;
- децентрализованный принцип отопления исключает затраты на подготовку воды, монтаж трубопровода, ремонт теплосетей;
- возможность зонального и локального отопления;
- тепловой комфорт на рабочих местах обеспечивается за 10-15 минут;
- экологичность и безвредность оборудования;
- простота установки и обслуживания, большой срок службы.

Преимущества использования инфракрасного отопления.

Работа инфракрасного излучателя не дает сильную циркуляции воздуха в помещении, что не вызывает сквозняков и перемещения пыли и других атмосферных загрязнений. Приборы совместимы с любыми системами вентиляции и не влияют на их функционирование. Предметы в зоне действия излучателей обладают температурой немного выше, чем температура воздуха, но контакт с ними не вызовет у человека неприятных ощущений. Излучатели компактны, не занимают активных площадей, поэтому их монтаж и ремонт не нарушит рабочий цикл на производстве.

1.6 Система воздушного отопления

Воздушное отопление имеет много общего с другими видами централизованного отопления. И воздушное, и водяное отопления основаны на передаче теплоты в отапливаемые помещения от охлаждающегося теплоносителя. В центральной системе воздушного отопления, как и в системах водяного и парового отопления имеются теплогенератор – центральная установка для нагревания воздуха – и теплопроводы – каналы для перемещения теплоносителя воздуха.

Системы воздушного отопления по способу создания циркуляции теплоносителя – воздуха – разделяются на:

- гравитационные (системы с естественной циркуляцией),
- вентиляторные (системы с механическим побуждением движения воздуха).

В гравитационной системе используется разность плотностей воздуха при различных температурах: при неоднородном прогреве воздуха возникает естественная циркуляция в системе. В вентиляторной системе используется вентилятор с электроприводом для повышения давления воздуха и распределения его по воздуховодам и помещениям.

Нагрев теплоносителя – воздуха – от температуры помещения до температуры приточной струи (обычно не выше 700°C) происходит в специфических отопительных приборах – калориферах, которые сами (изнутри) подогреваются водой, паром, электричеством или горячими газами. Соответственно такая система называется водовоздушной, паравоздушной, электровоздушной и газовоздушной.

По радиусу действия воздушное отопление может быть не только центральным, но и местным. В центральной системе отопления калорифер размещается в отдельной вентиляторной камере, а в местной системе воздух нагревается в калорифере, находящемся непосредственно в отапливаемом помещении.

Одно из достоинств, применяемой системы воздушного отопления - отсутствие отопительных приборов в обогреваемых помещениях. Однако, если радиус действия системы воздушного отопления сужается до одного помещения, то воздухонагреватель может устанавливаться непосредственно в этом помещении, и тогда система становится местной. Отличие ее от системы водяного отопления будет в том, что тепловая мощность воздухонагревателя значительно больше мощности одного обычного отопительного прибора, и в помещении создается интенсивная циркуляция воздуха.

Для воздушного отопления характерно повышение санитарно-гигиенических показателей воздушной среды помещения. Могут быть обеспечены подвижность воздуха, благоприятная для нормального самочувствия людей, равномерность температуры помещения, а так же смена, чистка и увлажнения воздуха.

Свойство систем воздушного отопления – быстро изменять теплоподачу в помещении – используется при осуществлении периодического или дежурного отопления.

Вместе с тем воздушное отопление не лишено существенных недостатков. Как известно, площадь поперечного сечения и поверхности воздуховодов из-за малой теплоаккумулирующей способности воздуха во много раз превышает площадь сечения и поверхности жидкостных теплопроводов. В сети значительной протяженностью заметно охлаждается воздух, не смотря на то, что воздуховоды покрывают изоляцией. По этим причинам применение центральной системы воздушного отопления в

сравнении с другими системами может оказаться экономически не целесообразным.

Необходимость устранения отопительных приборов из помещения может препятствовать использованию местного воздушного отопления. Если к тому же требуется обеспечить ряд помещений приточной вентиляцией, то только при центральной системе воздушного отопления выполняются оба эти условия.

Вывод. Из всех приведенных выше систем отопления целесообразно применять систему водяного отопления.

2. Теплотехнические характеристики проектируемого объекта и выбор расчетных параметров

2.1 Теплотехнические характеристики

Исходя из архитектурно-строительных чертежей индивидуального жилого дома:

- наружная стена жилого дома состоит из газобетонной кладки толщиной 0,3 м, теплоизоляционного материала (керамической ваты) толщиной 0,05 м и винилового сайдинга толщиной 0,02

термическое сопротивление:

$$R_{\text{ст.}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_{\text{кирпич}} + R_{\text{изол}} + R_{\text{сайдинг}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,3}{0,155} + \frac{0,05}{0,15} + \frac{0,02}{0,19} + \frac{1}{23} = 2,53 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт} \quad (1)$$

- чердачное перекрытие состоит дощатого настила 0,03 м, утеплителя из пенополистерола толщиной 0,07 м, пароизоляционной пленки.

$$R_{\text{пер.}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_{\text{изол}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,07}{0,04} + \frac{0,03}{0,034} + \frac{1}{23} = 2,79 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}. \quad (2)$$

- оконный проем: два двукамерных стеклопакета в спаренных переплетах. Для окон принят коэффициент $R_{\text{окно}} = 0,72 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$, но для удобства расчета, чтобы не вычитать площадь окон из площадей стен выполним следующее преобразование:

$$\lambda' = \lambda_{\text{окна}} - \lambda_{\text{ст.}} = \frac{1}{R_{\text{окна}}} - \frac{1}{R_{\text{ст.}}} = \frac{1}{0,72} - \frac{1}{2,53} = 0,99 \text{ Вт/(м}^2 \times \text{°C)} \quad (3)$$

приведенное сопротивление:

$$R'_{\text{окн.}} = \frac{1}{\lambda'} = \frac{1}{0,99} = 1,01 \text{ (м}^2 \times \text{°C)/Вт} \quad (4)$$

- для наружных деревянных дверей (двойных) («Теплозащитные свойства ограждающих конструкций здания») принят коэффициент $R_{\text{дверь}} = 0,43 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$, но для удобства расчета, чтобы не вычитать площадь дверей из площадей стен выполним следующее преобразование:

$$\lambda' = \lambda_{дверь} - \lambda_{огр} = \frac{1}{R_{дверь}} - \frac{1}{R_{огр}} = \frac{1}{0,43} - \frac{1}{2,53} = 1,93 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}) \quad (5)$$

$$R'_{дверь} = \frac{1}{\lambda'} = \frac{1}{1,93} = 0,52 (\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})/\text{Вт} \quad (6)$$

- для пола и стен подвальных помещений приняты коэффициенты термического сопротивления как для неутепленного пола с разделением на зоны:

$$R_{зона \text{ №1}} = 2,15 \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}, \quad R_{зона \text{ №2}} = 4,3 \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт},$$

$$R_{зона \text{ №3}} = 8,6 \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}, \quad R_{зона \text{ №4}} = 14,2 \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Теплотехнические параметры наружных ограждающих конструкций сведены в таблицу 1.

Таблица 1-Теплотехнические параметры наружных ограждающих конструкций

№ п.п.	Наименование наружной ограждающей конструкции	Материал	Толщина слоя б, мм	Коэффициент теплопроводности материала λ , Вт/ м ² ·К	Сопротивление теплопередачи наружных ограждающих конструкций R , м ² ·К/Вт
1	Наружная стена	Газобетон	300	0,155	2,549
		Керамическая вата	50	0,15	
		Виниловый сайдинг	20	0,19	
2	Чердачное перекрытие	Пенополистирол	100	0,038	2,79
3	Окно	Двухкамерный стеклопакет в спаренном переплете			1,01
4	Наружная дверь				0,52
5	Пол по зонам				$R_{зона \text{ №1}} = 2,1$ $R_{зона \text{ №2}} = 4,3$ $R_{зона \text{ №3}} = 8,6$ $R_{зона \text{ №4}} = 14,2$

2.2 Расчетные параметры внутреннего и наружного воздуха

Расчетные параметры наружного воздуха принимаются по таблице 1 [1] в зависимости от пункта нахождения объекта и приведены для г. Иркутска.

Расчетная географическая широта – 52° с.ш. Барометрическое давление - 988 ГПа. Зона влажности г. Иркутск № 3.

Выбор расчетных параметров наружного воздуха основан на понятии обеспеченности расчетных внутренних условий в помещении. Различают параметры А, Б в зависимости от коэффициента обеспеченности, т.е. от допускаемой продолжительности отклонения параметров микроклимата в помещении от расчетных значений. В соответствии с уровнем требований к поддержанию расчетных внутренних условий допускается в определенный промежуток времени отклонение от расчетных внутренних условий, не оказывающее значительного влияния на общее самочувствие человека или на технологический процесс, в тот период, когда фактические параметры наружного климата превысят принятые расчетные значения. Параметры принятые для расчета по таблице 1 [1]и по таблице 4 [2] и приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчетные параметры наружного и внутреннего воздуха

№ п.п.	Наименование параметра	Значение
1	Температура наружного воздуха, °С	-38
2	Температура внутреннего воздуха по помещениям (по ГОСТ 30494-96 « Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях), °С: Спальные комнаты, гостиная Сан.узел Ванная комната Комната отдыха, кабинет, кухня Коридор, лестничная клетка, технические и вспомогательные помещения	+20 +20 +20 +20 +20
3	Гараж	+16
3	Продолжительность отопительного периода, сут	258

Результаты расчета тепловых потерь сведены в таблицу 3.

3. Расчет балансов

3.1 Тепловой баланс

Расчет тепловых поступлений за счет теплопередачи выполняется согласно строительным нормативам СНиП 11-3-79.

3.1.1 Теплопоступления за счет инфильтрации

Под действием ветра разницы температур воздух может проникать в помещение через неплотности стен, окон, дверей и т.п. Это явление называют инфильтрацией.

Инфильтрация воздуха для незащищенных фонарей учитывается только с одной стороны фонаря. Массовое количество воздуха, инфильтрующегося через щели, определяется по формуле:

$$M = \sum (a \cdot m \cdot l), \quad (7)$$

где a - коэффициент, зависящий от характера щелей;

Значения коэффициента a	
Фрамуги окон и дверей: с одинарными деревянными переплетами	1.0
С двойными	0.5
С одинарными металлическими переплетами	0.65
С двойными	0.33
Двери и ворота	2.0

m - удельная масса воздуха, проникающего через 1 пог. м. длины в зависимости от скорости ветра кг/(гпог.м), определяется по СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Табл. 3.1 Инфильтрация воздуха через двери и окна в м³/ч на линейный метр периметра

Тип двери	Скорость ветра, м/с				
	2	4	6	9	11
Стеклянные двери: щели до 3 мм, щели до 5 мм	1826.5	35.555.5	54.578.0	72.578.0	89.0134.0
Металлические двери: с уплотнением, без уплотнения	2.55.0	3.36.7	5.310.0	7.214.5	9.518.4

l - длина щели, м.

Расход тепла на подогрев воздуха, поступающего за счет инфильтрации:

$$Q = M \cdot c \cdot (t - T), \quad (8)$$

где c - теплоемкость воздуха, кДж/кг · °С;

t - внутренняя расчетная температура, С;

T - температура внешнего воздуха, С.

Приведенные данные следует использовать для учета инфильтрации в зимнее время имеющих оконные и другие притворы, к которым могут быть применены приведенные значения a и $m \cdot l$. В других случаях можно использовать с достаточной степенью точности введение добавок на теплопотери, оценивая их в размере от 10 до 20% в зависимости от характера и ориентировки наружных ограждений. Необходимо учитывать, что проникающий за счет инфильтрации зимний воздух несет отрицательную тепловую нагрузку. В этих случаях воздух будет охлаждать помещение. В летний период помещения с наружными окнами могут быть более подвержены действию инфильтрации, если на лето оставить одинарные рамы. При тех же плотностях ограждений летом влияние инфильтрации меньше, чем зимой, так как летом обычно меньшие, чем зимой, скорости воздуха и меньшие разности температур.

3.1.2. Теплопоступления за счет теплопередачи (разности температур)

Производительность систем вентиляции определяется избытком тепла и влаги в теплый период года. В этот период года на здание действуют совместно несколько факторов поступления тепла. Среди них солнечная радиация, внутренние теплопоступления и параметры наружного воздуха. Поддержание

заданных параметров микроклимата здания усложняется тем, что поступление теплоты не стационарно, и варьируются по времени в течении суток.

В теплый период года теплоступление через внешние конструкции, как правило, положительно. Расчет усложняется тем, что температура наружного воздуха в течении суток меняется, а солнечное излучение дополнительно нагревает внешние ограждения. Что касается зимнего периода, то колебание температуры наружного воздуха, в этот период, в течении суток менее значимы, а влияние солнечного излучения и вовсе незначительно.

Поступления тепла, как и его потери, зависит не только от внешних параметров среды, но и от внутренних параметров здания.

Количество тепла $Q_{огр}$, переданное путем теплопередачи через ограждение (стену) площадью S , имеющее коэффициент теплопередачи k , вычисляется по формуле:

$$Q_{огр} = S \cdot k \cdot (T - t) \cdot Y, \quad (9)$$

где T - расчетная наружная температура;

t - расчетная внутренняя температура;

Y - поправочный коэффициент, значение которого выбирается согласно СНиП 2.04.05-91 "Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Значение расчетной наружной температуры зависят от региона и приведены в СНиП в соответствующей таблице. Значение расчетной внутренней температуры зависит от назначения помещения и выбирается в соответствии с условиями комфортного пребывания, а так же технологических условий.

3.1.3 Теплоступления от солнечного света.

Поглощение солнечного излучения зависит от цвета стен и их тепловых характеристик. Так, в зависимости от цвета, коэффициент поглощения может изменяться от 0,5 для белых стен, до 0,9 для черных. Поступление тепла в помещение задерживается тем больше, чем толще стены. Соответственно, тепловая нагрузка распределяется на более длительный период, в случае толстых стен. В случае, когда стены тонкие, тепловые нагрузки повышаются, и быстро изменяются с течением времени, при изменении внешних условий.

В помещение передается до 90% солнечного тепла, и лишь небольшая часть отражается стеклами. Наиболее интенсивно тепловое излучение поступает летом, в ясную погоду.

Теплопоступление излучения учитывается в тепловом балансе здания только для летнего и переходного времени, когда наружная температура превышает +10 градусов.

Количество тепла Q_i , переданное через i -й световой остекленный проем, следует определять по формуле:

$$Q_i = Q_{OC,i} \cdot a_n + Q_{\Delta i}. \quad (10)$$

Общие поступления теплоты посредством солнечной радиации в помещение, следует определять по формуле:

$$Q = \sum_{i=1}^a Q_i + \sum_{i=1}^b Q_{i,M} \quad (11)$$

При использовании комплексной защиты от солнца теплопоступления от излучения можно сократить практически вдвое, и мощность требуемой холодильной установки уменьшится на 10-15%.

3.1.4 Теплопоступления от людей.

Поступление тепла от людей зависит от интенсивности выполняемой работы и параметров окружающего воздуха.

Тепло, выделяемое людьми, складывается из ощутимого (явного), т.е. передаваемого в воздух помещения путем конвекции и лучеиспускания, и скрытого тепла, затрачиваемого на испарение влаги с поверхности кожи и из легких. Соотношения между количеством ощутимого и скрытого тепла зависит от интенсивности мускульной работы, производимой человеком, и от параметров окружающего воздуха. С повышением интенсивности работы и температуры окружающего воздуха увеличивается доля тепла, передаваемого в виде скрытого тепла испарения. При температуре воздуха 36°C все тепло, выработанное организмом, отдается путем испарения.

Табл.3.2 Показатели тепловыделений человека во внешнюю среду, согласно [СНиП 23-02-2003](#) «Тепловая защита здания»

Температура внешней среды, °С	Тепловыделение в состоянии покоя, Вт	Тепловыделение при легкой нагрузке, Вт	Тепловыделение при тяжелой нагрузке, Вт
10	130	156	290
14	118	138	263
18	104	133	250
22	102	132	249

Продолжение таблицы 3.2 2 Показатели тепловыделений человека во внешнюю среду, согласно [СНиП 23-02-2003](#) «Тепловая защита здания»

26	102	132	249
30	100	130	246
32	98	128	244

В этой связи можно сделать несколько замечаний:

- вне зависимости от вида деятельности, общее количество выделяемой телом тепловой энергии при низких температурах окружающей среды выше, чем при высоких;
- при низких температурах окружающей среды значение явного (ощутимого) тепла значительно выше показателей скрытого тепла, и наоборот, при высоких температурах преобладает выделение скрытого тепла;
- при температурах, соответствующих комфортному состоянию (24–26°C), при сидячем роде занятий, общее количество выделяемого тепла распределяется в пропорции 60–65% явного тепла и 40–35% скрытого тепла. С повышением физических нагрузок начинает преобладать выделение скрытого тепла.

При расчете поступления тепла телом от людей нужно принимать во внимание тот факт, что не всегда количество людей, заявленное в исходных данных, будет соответствовать одновременному их присутствию в данном помещении. Этот факт обосновывает применение коэффициента одновременности присутствия.

3.1.5 Теплопоступления от искусственного освещения

В помещениях сейчас используются два типа осветительных приборов: светодиодные лампы и люминесцентные лампы. Количество тепла, поступившее от освещения, зависит от типа ламп, их мощности и способа их крепления в помещении.

Теплопоступление от ламп рассчитывается по формуле:

$$Q = n \cdot N, \quad (12)$$

где n - коэффициент перехода электроэнергии в тепловую;
 N - мощность ламп.

Таблица 3 – Тепловые потери ограждающих элементов здания

№ п/п.	Наименование помещения и его температура, °С	Характеристика ограждения				Коэффициент термического сопротивления, R, м ² ·°С/Вт	Расчетная разность температур, °С	Основные теплопотери через ограждения, Вт	Добавочные теплопотери			Коэффициент добавочных теплопотерь	Теплопотери через ограждения, Вт
		Наименование	ориентация по сторонам света	размер, м	площадь, м ²				на стороны света	на ветер	прочие		
0-1	(1этаж) тамбур	Пл. 1з	–	2,66×1,88	5	2,15	58	134,88				1	134,88
	20	Н.С	Ю	6,216-1,9	4,316	2,549	58	98,2	0	10	10	1,2	117,84
		Н.Д.	Ю	0,88*2,17	1,9	0,52	58	211,92	5	10	10	1,25	264,9
		Всего											517,62
0-2	Холл.	Пл. 2з		7,33*2,88+3*1,91	26,84	4,3	58	362				1	362
	20	Всего											362
0-3	Гардеробная	Пл. 1з		2*2	4	2,15	58	107,9				1	107,9
	20	Пл. 2з		2*0,32	0,64	4,3	58	8,63				1	8,63

Продолжение таблицы 3

№ п/п.	Наименование помещения и его температура, °С	Характеристика ограждения				Коэффициент термического сопротивления, R, м ² ·°С/Вт	Расчетная разность температур, °С	Основные теплопотери через ограждения, Вт	Добавочные теплопотери			Коэффициент добавочных теплопотерь	Теплопотери через ограждения, Вт
		Наименование	ориентация по сторонам света	размер, м	площадь, м ²				на стороны света	на ветер	прочие		
		Н.С.	В	2,8*2	5,6	2,549	58	127,42	5	10	10	1,25	159,28
		Всего											275,81
0-4	Гостиная, столовая	Н.С.	З	9,11*2,8-1,615*1,47-0,923*1,47-0,923*2,17	18,73	2,549	58	426,18	10	10	10	1,3	554
	20	Н.С	С	5,77*2,8	16,15	2,549	58	367,61	10	10	10	1,3	477,9
		Н.С	Ю	5,55*2,8-3*1,47	11,13	2,549	58	253,25	10	10	10	1,3	329,23
		Пл.1з	—	(2*5,22)*2+8*2	36,88	2,15	58	994,9				1	994,9
		Пл. 2з	—	2*3,97+3,97*1,2	12,7	4,3	58	171,3				1	171,3
		Д.О	З	1,615*1,47+0,923*1,47	3,73	1,01	58	214,19	10	10	10	1,3	278,45
		Д.О	Ю	3*1,47	4,41	1,01	58	253,24	10	10	10	1,3	329,21
		Н.Д	З	0,923*2,17	2	0,52	58	233,07	5	10	10	1,25	278,84

Продолжение таблицы 3

№ п/п.	Наименование помещения и его температура, °С	Характеристика ограждения				коэффициент термического сопротивления, R, м ² ·°С/Вт	Расчетная разность температур, °С	Основные теплопотери через ограждения, Вт	Добавочные теплопотери			Коэффициент добавочных теплопотерь	Теплопотери через ограждения, Вт
		Наименование	ориентация по сторонам света	размер, м	площадь, м ²				на стороны света	на ветер	прочие		
		Всего											3413,83
0-5	Кухня	Н.С.	З	5,11*2,8-0,88*2,17	12,4	2,549	58	282,15		10	10	1,2	338,58
	20	Н.С	Ю	3,11*2,8-1,5*1,47	6,6	2,549	58	150,36	10	10	10	1,3	195,46
		Д.О	Ю	1,5*1,47	2,205	1,01	58	126,62	5	10	10	1,25	158,28
		Пл. 1з	—	4,66*2+2*2	13,32	2,15	58	359,33				1	359,33
		Пл. 2з	—	2*2,41	4,82	4,3	58	65				1	65
		Н.Д	—	0,88*2,17	1,91	0,52	58	213	5	10	10	1,25	266,27
		Всего											1382,92

Продолжение таблицы 3

№ п/п.	Наименование помещения и его температура, °С	Характеристика ограждения				Коэффициент термического сопротивления, R, м ² ·°С/Вт	Расчетная разность температур, °С	Основные теплопотери через ограждения, Вт	Добавочные теплопотери			Коэффициент добавочных теплопотерь	Теплопотери через ограждения, Вт
		наименование	ориентация по сторонам света	размер, м	площадь, м ²				на стороны света	на ветер	прочие		
0-6	кабинет	Н.С.	С	4,22*2,8-1,38*1,47	9,78	2,549	58	313	5	5	10	1,2	375,64
	20	Пл.1з	—	2*4	8	2,15	58	215,81				1	215,81
		Пл. 2з	—	4*0,97	3,88	4,3	58	52,33				1	52,33
		Н.О	С	1,38*1,47	2,02	1,01	58	116,49	10	5	10	1,25	145,61
		Всего											789,4
0-7	Гостевая спальня	Н.С.	В	3,65*2,8	10,22	2,549	58	232,54	10	10	10	1,3	302,3
	20	Д.О.	Ю	1,87*1,47	2,75	1,01	58	157,85		10	10	1,2	189,43
		Н.С.	Ю	5,11*2,8-1,87*1,47	11,56	2,549	58	263		10	10	1,2	315,62
		Пл. 1з	—	3*2+2*4	14	2,15	58	377,67				1	377,67

Продолжение таблицы 3

№ п/п.	Наименование помещения и его температура, °С	Характеристика ограждения				Коэффициент термического сопротивления, R, м ² ·°С/Вт	Расчетная разность температур, °С	Основные теплопотери через ограждения, Вт	Добавочные теплопотери			Коэффициент добавочных теплопотерь	Теплопотери через ограждения, Вт
		наименование	ориентация по сторонам света	размер, м	площадь, м ²				на стороны света	на ветер	прочие		
		Пл. 2з		1*1,99	1,99	4,3	58	26,84				1	26,84
		Всего											1211,86
0-8	Котельная	Н.С.	В	3,74*2,8-1,47*1,11	8,84	2,549	58	201,14		10	10	1,2	241,37
	20	Н.С.	С	4,22*2,8-2,17*0,88	9,9	2,549	58	225,62		10	10	1,2	270,32
		Д.О.	В	1,47*1,11	1,63	1,01	58	93,6		10	10	1,2	138,58
		Н.Д.	С	0,88*2,17	1,91	0,52	58	57,6	5	10	10	1,25	112,32
		Пл.1з	—	2*3+2*3,77	13,54	2,15	58	365,26				1	365,26
		Пл. 2з		1,77*0,97	1,71	4,3	58	19,83				1	19,83
		Всего											1147,68

Продолжение таблицы 3

№ п/п.	Наименование помещения и его температура, °С	Характеристика ограждения				Коэффициент термического сопротивления, R, м ² ·°С/Вт	Расчетная разность температур, °С	Основные теплопотери через ограждения, Вт	Добавочные теплопотери			Коэффициент добавочных теплопотерь	Теплопотери через ограждения, Вт
		наименование	ориентация по сторонам света	размер, м	площадь, м ²				на стороны света	на ветер	прочие		
0-9	Сан.узел	Н.С.	В	2,93*2,8	8,2	2,549	58	186,58		10	10	1,2	223,9
	20	Д.О.	В	1,04*1,47	1,53	1,01	58	87,85		10	10	1,2	105,42
		Пл. 1з		2,66*2	5,32	2,15	58	143,51				1	143,51
		Пл. 2 з		2,66*0,32	0,64	4,3	58	8,63				1	8,63
		Всего											481,46
1-1	(Пэтаж) Хозяйская спальня	Н.С.	Ю	5,55*2,8-1,27*1,47	13,67	2,549	58	311		10	10	1,25	413,8
	20	Н.С.	З	9,11*2,8-(1,68*1,47)*2	20,57	2,549	58	468,05		10	10	1,2	585,66
		Н.С.	С	6,11*2,8-1,27*1,47	15,24	2,549	58	346,77		10	10	1,2	440,12
		Д.О.	Ю	1,27*1,47	1,87	1,01	58	107,38		10	10	1,25	159,23

Продолжение таблицы 3

№ п/п.	Наименование помещения и его температура, °С	Характеристика ограждения				Коэффициент термического сопротивления, R, м ² ·°С/Вт	Расчетная разность температур, °С	Основные теплопотери через ограждения, Вт	Добавочные теплопотери			Коэффициент добавочных теплопотерь	Теплопотери через ограждения, Вт
		наименование	ориентация по сторонам света	размер, м	площадь, м ²				на стороны света	на ветер	прочие		
		Д.О.	З	2*1,68*1,47	4,94	1,01	58	283,68		10	10	1,2	364,42
		Д.О.	С	1,27*1,47	1,87	1,01	58	107,38		10	10	1,2	152,86
		Пт.		8*5,22	41,76	2,79	58	868,13				1	868,13
		Всего											2984,22
1-2	Гардеробная	Пт.		1,84*2,27	4,17	2,79	58	86,83				1	86,83
	20	Всего											86,83
1-3	Сан. Узел	Н.С.	С	3,88*2,8-1,47*1,38	8,83	2,549	58	201		10	10	1,2	366,62
	20	Д.О	С	1,47*1,38	2,03	1,01	58	116,57		10	10	1,2	163,89
		Пт.		4*3	12	2,79	58	249,46				1	249,46
		Всего											779,97

Продолжение таблицы 3

№ п/п.	Наименование помещения и его температура, °С	Характеристика ограждения				Коэффициент термического сопротивления, R, м ² ·°С/Вт	Расчетная разность температур, °С	Основные теплопотери через ограждения, Вт	Добавочные теплопотери			Коэффициент добавочных теплопотерь	Теплопотери через ограждения, Вт
		наименование	ориентация по сторонам света	размер, м	площадь, м ²				на стороны света	на ветер	прочие		
1-4	Спальня	Н.С.	Ю	3,87*2,8-1,47*2,22	7,57	2,549	58	172,38		10	10	1,25	240,47
	20	Д.О.	Ю	1,47*2,22	3,26	1,01	58	187,2		10	10	1,25	259
		Пт.		3,72*5,19	19,3	2,79	58	401,36				1	401,36
		Всего											900,83
1-5	Сан. Узел	Н.С.	Ю	4,62*2,8-1,47*1,5	10,73	2,549	58	244,15		10	10	1,25	330,19
	20	Н.С.	З	3,11*2,8-1,47*0,88	7,42	2,549	58	168,83		10	10	1,2	226,6
		Д.О.	Ю	1,47*1,5	2,2	1,01	58	126,62		10	10	1,25	183,28
		Д.О.	З	1,47*0,88	1,29	1,01	58	74,08		10	10	1,2	112,85
		Пт.		2,77*3,91	10,83	2,79	58	225,15				1	225,15
		Всего											1078

Продолжение таблицы 3

№ п/п.	Наименование помещения и его температура, °С	Характеристика ограждения				Коэффициент термического сопротивления, R, м ² ·°С/Вт	Расчетная разность температур, °С	Основные теплопотери через ограждения, Вт	Добавочные теплопотери			Коэффициент добавочных теплопотерь	Теплопотери через ограждения, Вт
		наименование	ориентация по сторонам света	размер, м	площадь, м ²				на стороны света	на ветер	прочие		
1-6	Гардеробная	Пт.		1,92*2,27	4,36	2,79	58	90,64				1	90,64
	20	Всего											90,64
1-7	Спальня	Н.С	Ю	3,95*2,8-1,47*1,87	8,31	2,549	58	189,01		10	10	1,2	261,36
		Н.С	В	5,88*2,8-1,47*1,98	13,55	2,549	58	308,4	5	10	10	1,25	400
		Д.О	Ю	1,47*1,87	2,75	1,01	58	157,92		10	10	1,2	222,4
		Д. О	В	1,47*1,98	2,91	1,01	58	167,11	5	10	10	1,25	230,53
		Пт.		5,18*3,4	10,83	2,79	58	225,14				1	225,14
		Всего											1339,43
1-8	Сан. Узел	Н.С.	В	2,77*2,8-1,47*1	6,28	2,549	58	143,03	5	10	10	1,25	178,78
		Д.О	В	1,47*1	1,47	1,01	58	84,41	5	10	10	1,25	105,51

Продолжение таблицы 3

№ п/п.	Наименование помещения и его температура, °С	Характеристика ограждения				Коэффициент термического сопротивления, R, м ² ·°С/Вт	Расчетная разность температур, °С	Основные теплопотери через ограждения, Вт	Добавочные теплопотери			Коэффициент добавочных теплопотерь	Теплопотери через ограждения, Вт
		наименование	ориентация по сторонам света	размер, м	площадь, м ²				на стороны света	на ветер	прочие		
		Пт.		2,58*2,19	5,65	2,79	58	117,46				1	117,46
		Всего											401,75
1-9	Прачечная	Н.С	В	3,55*2,8-1,47*1,11	8,31	2,549	58	189,01	5	10	10	1,25	236,36
		Н.С	С	4,22*2,8	11,81	2,549	58	268,72		10	10	1,2	322,47
		Д.О	В	1,47*1,11	1,63	1,01	58	93,6	5	10	10	1,25	117
		Пт.		3*3,77	11,31	2,79	58	235,12				1	235,12
		Всего											910,95
1-10	Коридор	Пт.		9*2,58	23,22	2,79	58	482,7				1	482,7
		Всего											482,7
1-11	Лестница	Н.С	С	3,77*5,7-1,47*1,34	19,52	2,549	58	444,16		10	10	1,2	533

Продолжение таблицы 3

№ п/п.	Наименование помещения и его температура, °С	Характеристика ограждения				Коэффициент термического сопротивления, R, м ² ·°С/Вт	Расчетная разность температур, °С	Основные теплопотери через ограждения, Вт	Добавочные теплопотери			Коэффициент добавочных теплопотерь	Теплопотери через ограждения, Вт
		наименование	ориентация по сторонам света	размер, м	площадь, м ²				на стороны света	на ветер	прочие		
		Д.О.	С	1,47*1,34	1,97	1,01	58	113,13		10	10	1,2	135,75
		Пл. 1з		2*2,66	5,32	2,15	58	143,52				1	143,52
		Пл. 2з		2,66*1,13	3	4,3	58	40,54				1	40,54
		Пт.		4,22*2,66	11,22	2,79	58	233,35				1	233,35
		Всего											1086,16
		Итого								Общие потери			18511,7

4. Расчет отопительных приборов

Отопительный прибор должен компенсировать дефицит теплоты в помещении. Использование приборов той или иной конструкции и их установка в различных местах помещения не должны приводить к заметному перепаду теплоты. Показателем, учитывающим эти свойства, является отопительный эффект прибора, который показывает отношение количества затрачиваемой прибором теплоты для создания в помещении заданных тепловых значений к расчетным потерям теплоты помещением.

Тепловой расчет отопительных приборов заключается в определении площади внешней нагревательной поверхности прибора, обеспечивающей необходимое теплосуппение в помещении. Для всех помещений дома принимаем алюминиевые радиаторы FaralGreenHP500. Основные характеристики секции этого радиатора при $t = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ следующие:

- номинальный тепловой поток – 180 Вт
- вместимость – 0,33 л.
- масса – 1,48
- рабочее давление – до 1,6 МПа
- температура – до 110 $^{\circ}\text{C}$

Расчет отопительных приборов производится по следующей схеме:

- 1) вычерчивается расчетная схема стояка с указанием в каждом из приборов его тепловой мощности $Q_{\text{пр}}$, Вт;
- 2) выявляется по сумме тепловой мощности подключенных приборов тепловая нагрузка $Q_{\text{ст}}$, Вт;
- 3) определяется массовый расход воды в стояке $G_{\text{ст}}$ (для однотрубных систем), кг/ч,

$$G_{\text{ст}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{ст}}}{c \cdot (t_n - t_0)}, \quad (13)$$

где c – удельная теплоемкость воды, равная 4,19 кДж/(кг · $^{\circ}\text{C}$);

t_n, t_0 – температура воды в начале и конце стояка соответственно, $^{\circ}\text{C}$,

$t_n = 95\text{ }^{\circ}\text{C}, t_0 = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$;

$Q_{\text{ст}}$ – тепловая нагрузка стояка, Вт.

- 4) вычисляется средняя температура воды в каждом приборе стояка, для однотрубных стояков:

$$t_{np} = t_n - \frac{3,6}{G_{cm} \cdot c} \cdot \left(\sum Q + \frac{Q_{np}}{2 \cdot \alpha} \right), \quad (14)$$

где $\sum Q$ – суммарная тепловая мощность приборов, расположенных выше этажеузлов, Вт;

Q_{np} – тепловая мощность рассчитываемого прибора, Вт;

α – коэффициент затекания воды в прибор, принимаемый при двухстороннем подключении приборов равным 0,5, при одностороннем минус 1.

5) определяется тепловой поток отопительного прибора, Вт:

$$q_{np} = q_{ном} \cdot \left(\frac{\Delta t_{np}}{70} \right)^p \cdot \left(\frac{G_{np}}{360} \right)^m, \quad (15)$$

где $q_{ном}$ – номинальный тепловой поток прибора, полученный в результате тепловых испытаний различных типов отопительных приборов;

Δt_{np} – средняя разность температур теплоносителя в приборе и окружающего воздуха, °С;

G_{np} – расход теплоносителя через отопительный прибор;

p – экспериментальный показатель степени;

m – экспериментальный показатель степени.

б) определяется число секций радиаторов настенных, шт:

$$n = \frac{Q_{np}}{q_{np}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3, \quad (16)$$

где β_1 – коэффициент, учитывающий направление движения теплоносителя в приборе (для схем: сверху-вниз $\beta_1 = 1$; снизу-вверх $\beta_1 = 1,2$; снизу-вниз $\beta_1 = 1,1$);

β_2 – коэффициент, учитывающий способ установки прибор: открытая установка $\beta_2 = 1$; наличие перед приборами сплошного крана, усиливающего естественную циркуляцию воздуха $\beta_2 = 0,9$; наличие декоративного укрытия $\beta_2 = 1,1$; при установке прибора в открытой нише или в два ряда по высоте $\beta_2 = 1,05$;

β_3 – коэффициент, учитывающий число секций в одном приборе (β_3 принимаем равным единице).

Результаты расчета отопительных приборов сводятся в таблицу 4

Таблица 4 - расчет отопительных приборов

№ участка	Массовый расход воды в стояке $G_{ст}$	средняя температура воды в каждом приборе стояка $t_{пр}$	средняя разность температур $\Delta t_{пр}$	Тепловой поток отопительного прибора $Q_{пр}$	число секций радиаторов настенных
1	37,32	82,5	62,5	155,34	7
2	26,8	82,1	62,1	154	5
3	27,12	82,5	62,5	155,34	5
4	25,53	82,5	62,5	155,34	5
5.1	52,19	82,4	62,4	150	5
5.2		82,4	62,4	150	6
6.1	76,94	82,5	62,5	155,34	7
6.2		82,5	62,5	155,34	8
7.1	66,92	77,5	57,5	139,4	9
7.2		74,6	54,6	130,3	6
8	28,49	82,5	62,5	155,34	6
9.1	37,04	80,5	60,5	148,9	3
9.2		82,5	62,5	155,34	4
10	19,02	84,1	64,5	161,83	4
11.1	61,65	73,3	53,3	126,3	4
11.2		82,7	62,7	156	6
11.3		75,6	55,6	133,42	3
12	9,48	82,5	62,5	155,34	2
13.1	46,01	81,1	61,1	150,83	4
13.2		83,8	63,8	159,55	5
14	41,64	82,5	62,5	155,34	8
15	17,78	82,5	62,5	155,34	4
16	30,95	82,5	62,5	155,34	6

5 Гидравлический расчет

Гидравлический расчет трубопроводов заключается в определении диаметров трубопроводов и потерь напора на преодоление гидравлических сопротивлений, возникающих в трубу, в стыковых соединениях и соединительных деталях, в местах поворотов и изменений диаметра трубопровода.

При гидравлическом расчете падение давления ΔP в системе отопления складывается из потерь давления на трение по длине трубопровода и потерь давления на преодоление местных сопротивлений:

$$\Delta P = h_l + h_m, \quad (17)$$

где h_l – удельная потеря давления по длине трубопровода, Па;

h_m – потеря давления на местное сопротивление, Па.

Потери давления по длине трубопровода, h_l , Па, можно определить по формуле:

$$h_l = \lambda \cdot \frac{L}{d_p} \cdot \frac{V^2 \cdot \rho}{2}, \quad (18)$$

где λ – коэффициент сопротивления по длине;

V – скорость течения теплоносителя, м/с;

d_p – расчетный диаметр трубы, м.

Коэффициент сопротивления по длине λ следует определять по формуле Альтшуля:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{K_{\Sigma}}{d_p} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}, \quad (19)$$

где K_{Σ} – коэффициент эквивалентной шероховатости, $1 \cdot 10^{-5}$ м.

Число Рейнольдса определяется по формуле:

$$Re = \frac{d_p \cdot V}{\nu_t}, \quad (20)$$

где ν_t – коэффициент кинематической вязкости теплоносителя, м²/с.

Приведенные (внутренний) диаметр d_p определяется по формуле:

$$d_p = 0,5 \cdot (2 \cdot d_H + \Delta d_H - 4 \cdot S - 2 \cdot \Delta S), \quad (21)$$

где d_H – наружный диаметр трубы, м;

Δd_H – допуск на наружный диаметр трубы, м;

S – толщина стенки трубы, м;

ΔS – допуск на толщину стенки трубы, м.

Падение давления на преодоление местных сопротивлений, h_m , Па, может быть определено из зависимости:

$$h_m = \sum \zeta \cdot \frac{V^2 \cdot \rho}{2}, \quad (22)$$

где $\sum \zeta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на рассчитываемом участке трубопровода.

Результаты гидравлического расчета сводятся в таблицу 5.

Таблица 5 – Гидравлический расчет системы водяного отопления

№ участка	Внутренний диаметр d , м	Скорость V , м/с	λ	Длина участка, м	Потери давления на линейные сопротивления, $h_{л}$, Па	ζ	Потери давления в местных сопротивлениях, $h_{м}$, Па	Суммарные потери давления, ΔP , Па
1	0,0266	0,25	0,027	8.19	259.78	3	93,75	353.53
2	0,0266	0,25	0,027	6.53	201.13	3	93.75	294.88
3	0,0266	0,25	0,027	2.9	92	3	93.75	185.75
4	0,0266	0,25	0,027	7.02	222.67	3	93.75	316.42
5	0,0266	0,25	0,027	9.97	316.24	5	156.25	472.49
6	0,0266	0,25	0,027	1.2	38	5	156.25	194,25
7	0,0266	0,25	0,027	6.61	209.67	6.8	212.5	422.17
8	0,0266	0,25	0,027	5.4	171.29	3	93.75	265.04
9	0,0266	0,25	0,027	6.75	214.1	5	156.25	370.35
10	0,0266	0,25	0,027	2,3	72.95	2.5	78.125	151.075
11	0,0266	0,25	0,027	9.29	294.75	8	250	544.75
12	0,0266	0,25	0,027	4.71	149.4	3	93.75	243.15
13	0,0266	0,25	0,027	9.15	290.23	5.5	171.875	462.1
14	0,0266	0,25	0,027	1.53	45.53	3	93.75	139.28
15	0,0266	0,25	0,027	2.96	93.89	3	93.75	187.64
16	0,0266	0,25	0,027	7.92	251.22	3	93.75	344.97
17	0,0266	0,25	0,027	57.13	1812.16	28.5	890.625	2702.785
18	0,0266	0,25	0,027	32.94	1044.85	15.5	488.25	1533.1
Общие потери , Па								9183.75

6 Оборудование автономной системы

6.1 Котел

Чтобы покрыть тепловые потери, составляющие 18512 Вт, выбираем напольный газовый котел “ЖМЗ АОГВ-23,2-3 Комфорт Н” для отопления, оснащены коаксиальной системой отходящих газов.

Управление работой котла осуществляется с механически с возможностью подключения автоматики SIT, осуществляющего автоматическую диагностику и модуляцию мощности горения пламени. Котлы разработаны отечественными инженерами для электронезависимых автономных систем отопления в России.

Требование к теплоносителю умягчённая вода либо бытовая антифриз. Медный теплообменник позволяет котлу долго служить своим хозяевам, а многочисленные датчики безопасности обеспечивают стабильную и бесперебойную работу.



Рисунок 1- Котел ЖМЗ АОГВ-23,2-3 Комфорт Н Технические характеристики:

- высота 1050 мм;
- глубина 480 мм;
- ширина 420 мм;
- КПД 88 %.

В качестве резервного котла выбираем электродкотел отопительный, ZOTA Lux 18

6.2 Радиаторы

Для всех помещений дома принимаем алюминиевые радиаторы FaralGreenHP500.

Радиаторы такого типа позволяют легко и без существенных затрат регулировать температурный режим. В короткий промежуток времени достигается идеальная температура в каждом помещении в соответствии с индивидуальными потребностями человека и обеспечивается экономия энергетических ресурсов.

Кроме того, небольшой вес алюминия позволяет быстро и точно выполнить монтажные работы.

6.3 Расширительный бак

Мембранный расширительный бак предназначен для компенсации теплового расширения воды в системе отопления.

Для расчета рабочего объема мембранного расширительного бака необходимо определить суммарный объем системы отопления сложением водяных объемов котла, отопительных приборов, трубопроводов.

Объем расширительного бака:

$$V = \frac{V_0 \cdot E}{D}, \quad (23)$$

где V_0 – суммарный объем системы (котел, радиаторы, трубы), л.

$$V_{\text{котл}} = 0,062 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{рад}} = 0,00033 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{тр}} = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot l}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,0266^2 \cdot 188,1}{4} = 0,104 \text{ м}^3 .$$

$$V_0 = 0,062 + 0,00033 \cdot 122 + 0,104 = 0,206 \text{ м}^3 = 206 \text{ л};$$

E – коэффициент расширения жидкости, %. Для водяных систем с максимальной температурой 90 °С равен 4%;

D – эффективность мембранного расширительного бака. Определяется по формуле:

$$D = \frac{P_V - P_S}{P_S + 1}, \quad (24)$$

где P_V – максимальное рабочее давление системы отопления, для коттеджей равно 1 бар;

P_S – давление зарядки мембранного расширительного бака, равно статическому давлению системы отопления, $P_S = 0,5$ бар.

$$D = \frac{1 - 0,5}{0,5 + 1} = 0,33$$

$$V = \frac{206 \cdot 0,04}{0,33} = 24,96 \text{ л.}$$

Принимаем по каталогу расширительный бак ValtecRV.R.060035.



Емкость: 35 литров.

6.4 Насос

Насос установлен на обратном трубопроводе, по СП 41-101-95- напор выбирают в зависимости от давления в тепловой сети и требуемого давления в системе отопления с запасом в 2-3 м. Исходя из гидравлического расчета системы отопления, потери давления теплоносителя составляют $\Delta P = 9184 \text{ Па} = 1 \text{ м}$. Принимая запас в 2 метра, имеем напор циркуляционного насоса равный 3 м.

Подачу насоса вычисляем по формуле:

$$G = 1,1 \cdot G_0 \cdot (1 + \mu), \quad (25)$$

$$\mu = \frac{\tau_1 - \tau_{o1}}{\tau_{o1} - \tau_2}, \quad (26)$$

$$G_0 = \frac{3,6 \cdot Q_{o\max}}{(\tau_1 - \tau_2) \cdot c}, \quad (27)$$

где $Q_{o\max}$ – максимальный тепловой поток на отопления, Вт;

c – удельная теплоемкость воды, Дж/(кг · К);

τ_1 – температура воды в подающем трубопроводе равная 95 °С при расчетной температуре наружного воздуха для проектируемого отопления $t_0 = -38$ °С;

τ_{o1} – температура воды в подающем трубопроводе системы отопления равная 95 °С;

τ_2 – температура воды в обратном трубопроводе равная 70 °С.

$$\mu = \frac{95 - 95}{95 - 70} = 0.$$

$$G_0 = \frac{3,6 \cdot 18512}{(95 - 70) \cdot 4190} = 0,690 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$G = 1,1 \cdot 0,690 \cdot (1 + 0) = 0,759 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Исходя из полученных данным выбираем циркуляционный насос GrundfosUPA 15-90.

Напор $H_{\max} = 8 \text{ м}$;

Подача $G_{\max} = 1,5 \text{ м}^3/\text{ч}$.

6.5 Электрический бойлер

Выбираем оборудование в зависимости от отопительной нагрузки .

Количество необходимого тепла для нагрева воды:

В доме проживает 4 человек.

Норма расхода горячей воды 2,015м³/мес. на одного человека

Итого, общий расход:

$$G = 4 \text{ человек} \cdot 2,015 \text{ м}^3 / \text{мес} = 8,06 \text{ м}^3 / \text{мес}$$

$$Q_r = G \cdot c_p \cdot (t_r - t_x); \quad (28)$$

$$Q_r = 8060 \cdot 4190 \cdot (55 - 5) = 1686 \text{ МДж/мес} = 1651 \text{ Вт при работе бойлера в течение 8 часов в сутки.}$$

Электрический накопительный водонагреватель Ariston ABS PRO R 100 V



Объем: 100 л

Номинальная мощность: 1,5кВт

Напряжение: 220В

Габариты(ШxВxГ): 450x480x913 мм

Вес: 26 кг

Нагрев воды до +75°C

Водонагреватель Ariston ABS PRO R 100

Электрический тип нагрева — очень современный и удобный способ за короткие сроки нагреть значительное количество воды.

Накопительный тип нагревателя — позволяет обеспечить возможность распределения нагретой воды в несколько точек одновременно.

Большая температура нагрева — с помощью данного водонагревателя можно без особых проблем нагреть воду до 75°C.

Защита от перегрева — позволяет сохранить водонагреватель в отличном состоянии в течение очень длительного времени.

Система защиты от бактерий — в процессе работы нагреватель не только повышает температуру воды, но и проводит удаление бактерий, что позволяет впоследствии не только использовать воду в хозяйственных целях, но и пить.

Настенное крепление — очень простой и в то же время надежный способ установить нагреватель в любом помещении.

7 Экономический расчет проектируемой котельной

Целью экономического расчета проектируемого коттеджа является определение себестоимости 1 Гкал отпускаемой теплоты. Произведен расчет технико-экономических показателей.

Смета расходов по оборудованию системы отопления и индивидуальной котельной коттеджа представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Оборудование и материалы котельной в ценах на 2016 год

Материалы и оборудование	Параметры	Ед. измер.	Кол-во	Цена,руб.	Стоимость, руб.
Водопровод, ГВС					
Трубопровод из полипропиленовых труб	$D_y 32$	м	32	119	3808
Кран шаровый		шт	18	325	5850
Фильтр сетчатый	$D_y 32$	шт	1	62,10	62,10
Манометр		шт	1	150	150
Обратный клапан		шт	1	675	675
Отопление					
Трубопровод из стальных оцинкованных труб (ГОСТ 3262-75)	$D_y 32$	м	188	283	53232
“FaralGreenHP500”		шт	122	395	48190
Кран Маевского		шт	22	120	2640
Кран шаровый	$D_y 32$	шт	44	325	14300
ИТП					
Котел газовый	23кВт	шт	1	18999	18999

ЖМЗ АОГВ-23,2-3 Комфорт Н					
------------------------------	--	--	--	--	--

Продолжение таблицы 6

Котел электрический , ZOTA Lux 18	18 кВт	шт	1	26200	26200
Прочее					
Мембранные расширительный бак VT.RV.R.060035	35 л	шт	1	2591	2591
Циркуляционный насос GrundfosUPA 15-90		шт	1	6200	6200
Заполнение системы водой		м.куб	0,206	11,67	2,4
Итого стоимость оборудования и материалов					163900,5
Стоимость монтажных работ, 60%					180290.55
Итого					344191.05

Цены взяты с сайтов: <https://market.yandex.ru/catalog/>,
http://btest.ru/goods_catalog/otopitelnoe_oborudovanie/ -газовый котел
http://valtec.ru/catalog/baki_membrannye/ - расширительный бак

Таблица 7 – Оборудование и материалы котельной в ценах на 2016 год

Материалы и оборудование	Парамет ры	Ед. измер.	Кол- во	Цена,руб.	Стоимость, руб.
Водопровод, ГВС					
Трубопровод из полипропиленовых труб	$D_y 32$	м	32	119	3808
Кран шаровый		шт	18	325	5850
Фильтр сетчатый	$D_y 32$	шт	1	62,10	62,10
Манометр		шт	1	150	150
Обратный клапан		шт	1	675	675
Отопление					
Трубопровод из стальных водопроводных оцинкованных труб (ГОСТ 3262-75)	$D_y 32$	м	188	283	53232

“FaralGreenHP500”		шт	122	395	48190
Кран Маевского		шт	22	120	2640
Кран шаровый	D _y 32	шт	44	325	14300

Продолжение таблицы 7

ИТП					
Котел твердотопливный Zota «Magna»-20	23 кВт	шт	1	79900	79900
Котел электрический , ZOTA Lux 18	18 кВт	шт	1	26200	26200
Прочее					
Мембранные расширительный бак VT.RV.R.060035	35 л	шт	1	2591	2591
Циркуляционный насос GrundfosUPA 15-90		шт	1	6200	6200
Заполнение системы водой		м.куб	0,206	11,67	2,4
Итого стоимость оборудования и материалов					224801,5
Стоимость монтажных работ, 60%					247281.65
Итого					472083.15

Цены взяты с сайтов:

gidrosnab.ru/product/ - твердотоплевный котел

7.1 Технико-экономические показатели котельной

Местонахождения котельной: г. Иркутск.

Источник теплоты: твердое топливо (уголь) или природный газ, электроэнергия.

Основной котел: твердотопливный или газовый.

Резервный котел: электрический

Твердотопливный котел: Zota «Magna»-20.

Газовый котел: ЖМЗ АОГВ-23,2-3 Комфорт Н.

Электрический котел: ZOTA Lux 18.

Система теплоснабжения: закрытая.

Для определения основного типа котла проводим сравнительный расчет.

Результаты расчета сведены в таблицу 8.

Таблица 8- Техничко-экономические показатели котельной

Показатель	Формула расчета			Расчет	Результат расчета
	Условное обозначение	Единица измерения	Исходные данные		
Показатели мощности котельной, структуры и объема отпуска тепловой энергии					
1 Установленная мощность котельной					
1.1 по твердотопливному котлу	$Q_y^{тв} = Q_{ном}^{тв} \cdot M_{тв}$,	ГДж/ч		$0,072 \cdot 1 =$	0,072
	где $Q_{ном}^{тв}$ – номинальная производительность твердотопливного котла	ГДж/ч	0,072		
	$M_{тв}$ – количество установленных твердотопливных котлов	Ед.	1		
1.2 по газовому котлу	$Q_y^{газ} = Q_{ном}^{газ} \cdot M_{газ}$,	ГДж/ч		$0,083 \cdot 1 =$	0,083
	где $Q_{ном}^{газ}$ – номинальная производительность газового котла	ГДж/ч	0,083		
	$M_{газ}$ – количество установленных газовых котлов	Ед.	1		
2 Годовой отпуск тепла	$Q_0^{год} = 24 \cdot P_0 \cdot Q_0^{max} \cdot \frac{t_{вн} - t_0^{cp}}{t_{вн} - t_{po}} \cdot 10^{-3}$,	тыс. ГДж		$24 \cdot 258 \cdot 0,066$ $\cdot \frac{20 - (-7,3)}{20 - (-38)}$ $\cdot 10^{-3}$	0,194
2.1 на отопление	где P_0 – продолжительность отопительного сезона	Сут.	258		

	$t_{вн}$ – расчетная температура воздуха внутри помещений	°С	20		
--	---	----	----	--	--

Продолжение таблицы 8

Показатель	Формула расчета			Расчет	Результат расчета
	Условное обозначение	Единица измерения	Исходные данные		
Показатели мощности котельной, структуры и объема отпуска тепловой энергии					
	t_o^{cp} – средняя температура наружного воздуха за отопительный период	°С	-7,3		
	Q_o^{max} – максимальный расход теплоты на отопление	ГДж/ч	0,066		
3 Годовая выработка тепла	$Q_{выр}^{год} = \left(1 + \frac{K_{сн}}{100}\right) \cdot Q_o^{год} \cdot \left(1 + \frac{K_n}{100}\right)$,	тыс. ГДж		$0,194 \cdot \left(1 + \frac{2}{100}\right) =$	0,198
	где $K_{сн}$ – коэффициент, учитывающий расход тепла на собственные нужды котельной	%	0		
	K_n – коэффициент, учитывающий потери тепла в котельной	%	2		
4 Число часов использования установленной мощности					
4.1 по твердотопливному котлу	$h_y = \frac{Q_{выр}^{год}}{Q_y^{тв}}$	ч		$\frac{0,198 \cdot 10^3}{0,072} =$	2750

4.2 по газовому котлу	$h_y = \frac{Q_{выр}^{год}}{Q_y^{газ}}$	ч		$\frac{0,198 \cdot 10^3}{0,083} =$	2385,54
-----------------------	---	---	--	------------------------------------	---------

Продолжение таблицы 8

Показатель	Формула расчета			Расчет	Результат расчета
	Условное обозначение	Единица измерения	Исходные данные		
Показатели расхода природных ресурсов					
5 Удельный расход топлива на ед. теплоты					
5.1 условного					
5.1.1 по твердотопливному котлу	$b_y = \frac{1000}{7 \cdot \eta_k^{cp.с}},$	кг/ГДж		$\frac{1000}{7 \cdot 0,83 \cdot 4,19} =$	41,078
	где $\eta_k^{cp.в}$ – средневзвешенные КПД твердотопливного котла	%	83		
5.1.2 по газовому котлу	$b_y = \frac{1000}{7 \cdot \eta_k^{cp.с}},$	м ³ /ГДж		$\frac{1000}{7 \cdot 0,88 \cdot 4,19} =$	38,744
	где $\eta_k^{cp.в}$ – средневзвешенные КПД газового котла	%	88		
5.2 натурального					
5.2.1 по твердотопливному котлу	$b_n = \frac{b_y \cdot 7000}{Q_n^p},$	кг/ГДж		$\frac{41,078 \cdot 7000}{5000} =$	57,51
	где Q_n^p – теплотворная способность каменного угля	ккал/кг	5000		

5.2.2 по газовому котлу	$b_n = \frac{b_y \cdot 7000}{Q_n^p}$,	м ³ /ГДж		$\frac{38.744 \cdot 7000}{8850} =$	30,644
	где Q_n^p – теплотворная способность природного газа	ккал/м ³	8850		

Продолжение таблицы 8

Показатель	Формула расчета			Расчет	Результат расчета
	Условное обозначение	Единица измерения	Исходные данные		
Показатели расхода природных ресурсов					
6 Годовой расход топлива					
6.1 условного					
6.1.1 по твердо-топливному котлу	$B_{y.zod} = b_y \cdot Q_{выр}^{zod} \cdot \left(1 + \frac{K_{пт}}{100}\right)$,	т		$41.078 \cdot 0,198 \cdot \left(1 + \frac{2}{100}\right)$	8.3
	где $K_{пт}$ – потери твердого топлива при транспортировке	%	2		
6.1.2 по газовому котлу	$B_{y.zod} = b_y \cdot Q_{выр}^{zod}$	м.куб		$38.744 \cdot 0,198 =$	7.67
6.2 натурального					
6.2.1 по твердо-топливному котлу	$B_{н.zod} = B_{y.zod} \cdot \frac{7000}{Q_n^p}$	т		$8.3 \cdot \frac{7000}{5000} =$	11.62
6.2.2 по газовому котлу	$B_{н.zod} = B_{y.zod} \cdot \frac{7000}{Q_n^p}$	м.куб		$7.67 \cdot \frac{7000}{8850} =$	6.06
7 Удельный рас-					

ход топлива на ед. отпущенной теплоты					
7.1 условного					
7.1.1 по твердо-топливному котлу	$b_{y.omn} = \frac{B_{y.zod}}{Q_o^{zod}}$	кг/ГДж		$\frac{8.3}{0,194} =$	42.78

Продолжение таблицы 8

Показатель	Формула расчета			Расчет	Результат расчета
	Условное обозначение	Единица измерения	Исходные данные		
Показатели расхода природных ресурсов					
7.1.2 по газовому котлу	$b_{y.отп} = \frac{B_{y.год}}{Q_o^{год}}$	м ³ /ГДж		$\frac{7.67}{0,194} =$	39.53
7.2 натурального					
7.2.1 по твердо-топливному котлу	$b_{н.отп} = \frac{B_{н.год}}{Q_o^{год}}$	кг/ГДж		$\frac{11.62}{0,194} =$	59.9
7.2.2 по газовому котлу	$b_{н.отп} = \frac{B_{н.год}}{Q_o^{год}}$	м ³ /ГДж		$\frac{6.06}{0,194} =$	31.23
8 Годовой расход эл.энергии на собственные нужды котельной	$\mathcal{E}_{год}^{сн} = N_y \cdot h_k \cdot K_{эл} ,$	тыс. кВт · ч		$0,119 \cdot 8400 \cdot 0,75 \cdot 10^{-3} =$	0,75
	где N_y – установленная мощность токоприемников	кВт	0,119		

Результаты расчета технико-экономических показателей проектируемой котельной с твердотопливным котлом сводим в табл.9. В нее же записываем данные по расчету себестоимости.

Таблица 9 – Техничко-экономические показатели котельной с твердотопливным котлом

№ п/п	Показатель	Условное обознач.	Единица измерения	Значение показателя
1	Местонахождение			г. Иркутск
2	Состав основного оборудования			
2.1	котлы паровые			
2.2	котлы водогрейные			Zota «Magna»-20
3	Система теплоснабжения			
3.1	открытая			
3.2	закрытая			+
4	Топливо			Каменный уголь
4.1	Качество топлива			
4.1.1	теплотворная способность	Q_n^p	ккал/кг	5000
5	Цена топлива http://irkutsk.flagma.ru/ugol-postavka-nashimi-avto-25-tonn-minimum-1-o1935306.html	C_m	руб/тнт	2200
6	Установленная производительность котельной	Q_y	ГДж/ч	0,072
7	Годовой отпуск тепла	$Q_o^{год}$	тыс. ГДж	0,194
8	Годовая выработка тепла	$Q_{выр}^{год}$	тыс. ГДж	0,198
9	Годовое число часов	h_y	ч	2750
10	Годовой расход топлива			
10.1	натурального	$B_{н.год}$	т	9,42
10.2	условного	$B_{y.год}$	т	7,27
11	Годовой расход эл. энергии	\mathcal{E}_{200}^{CH}	тыс. кВт · ч	0,75
12	Тариф на эл.энергию	$C_{э/э}$	руб/кВтч	0,92

Результаты расчета технико-экономических показателей проектируемой котельной с газовым котлом сводим в табл.10. В нее же записываем данные по расчету себестоимости.

Таблица 10 – Технико-экономические показатели котельной с газовым котлом

№ п/п	Показатель	Условное обознач.	Единица измерения	Значение показателя
1	Местонахождение			г. Иркутск
2	Состав основного оборудования			
2.1	котлы паровые			
2.2	котлы водогрейные			ЖМЗ АОВВ-23,2-3 Комфорт Н
3	Система теплоснабжения			
3.1	открытая			
3.2	закрытая			+
4	Топливо			Сжиженный газ
4.1	Качество топлива			
4.1.1	теплотворная способность	Q_n^p	ккал/кг	8850
5	Цена топлива	C_m	руб. за кг	43
6	Установленная производительность котельной	Q_y	ГДж/ч	0,083
7	Годовой отпуск тепла	$Q_o^{год}$	тыс. ГДж	0,194
8	Годовая выработка тепла	$Q_{выр}^{год}$	тыс. ГДж	0,198
9	Годовое число часов	h_y	ч	2385,54
10	Годовой расход топлива			
10.1	натурального	$B_{н,год}$		7,67
10.2	условного	$B_{у,год}$		6,06
11	Годовой расход эл. энергии	$\mathcal{E}_{год}^{сн}$	тыс. кВт · ч	0,75
12	Годовой расход воды	$G_{св}^{год}$	тыс. т	8,276
13	Тариф на эл.энергию	$C_{э/э}$	руб/кВтч	0,92

7.2 Расчет себестоимости тепловой энергии

Себестоимость тепловой энергии представляет собой стоимостную оценку используемых в процессе её производства топлива, воды, электроэнергии, материалов, основных фондов, трудовых ресурсов и других затрат на её производство.

Расчет себестоимости представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет проектной себестоимости тепла

Показатель	Формула расчета			Расчет	Результат расчета
	Условное обозначение	Единица измерения	Исходные данные		
1 Затраты на топливо					
1.1 по твердо-топливному котлу	$C_m = B_{н.год} \cdot C_m$,	млн.руб/ /год		$8,3 \cdot 2200 \cdot 10^{-6} =$	0,018
	где C_T – цена топлива	руб/тнт	2200		
1.2 по газовому котлу	$C_m = B_{н.год} \cdot m \cdot C_m$,			$7,67 \cdot 2,118 \cdot 43 \cdot 10^{-6} =$	0,0007
	где C_T – цена топлива	руб. за кг	43		
	Где m – масса 1 куба газа	Кг/м.куб			
2 Затраты на эл. энергию для собственных нужд котельной	$C_{Э}^{сн} = Э_{год}^{сн} \cdot C_{э/э}$,	млн.руб/ /год		$0,75 \cdot 0,92 \cdot 10^{-3} =$	0,0007
	где $C_{э/э}$ – цена 1 кВт/ч	руб/кВтч	0,92		
3 Амортизационные отчисления для тв. котла	$C_a = \frac{H_a^{об}}{30} \cdot K$,	млн.руб/ /год		$\frac{10}{30} \cdot 0,472 =$	0,157
	где K – сметная стоимость отопления	млн.руб	0,472		

Продолжение таблицы 11

Показатель	Формула расчета			Расчет	Результат расчета
	Условное обозначение	Единица измерения	Исходные данные		
4Амортизационные отчисления для газового котла	$C_a = \frac{H_a^{об}}{100} \cdot K,$			$\frac{10}{100} \cdot 0,344 =$	0,115
	где K – сметная стоимость отопления	млн.руб	0,344		
Итого себестоимость					
по твердо-топливному котлу	$C = C_m + C_{\text{Э}}^{сн} + C_a$	млн.руб/ /год		$0,018 + 0,0007 + 0,157 =$	0,176
по газовому котлу	$C = C_m + C_{\text{Э}}^{сн} + C_a$	млн.руб/ /год		$0,0007 + 0,0007 + 0,115 =$	0,1164

Тарифы:

- Сжиженный газ: <http://admirk.ru/pages/tarif-na-jilishn-kommunaln-uslugi.aspx>
- каменный уголь: <http://irkutsk.flagma.ru/ugol-postavka-nashimi-avto-25-tonn-minimum-1-o1935306.html>
- электроэнергия: <http://energovopros.ru/spravochnik/elektrosnabzhenie/tarify-na-elektroenergiju/2985/40992/>
- вода: <http://admirk.ru/pages/tarif-na-jilishn-kommunaln-uslugi.aspx>

7.3 Калькуляция себестоимости тепловой энергии

Объем отпуска тепловой энергии: 0,194тыс. ГДж

Расчетный период 2016 год

Калькуляция себестоимости тепловой энергии при использовании твердотопливного котла представлена в таблице 12.

Таблица 12- Калькуляция себестоимости тепловой энергии при использовании твердотопливного котла

Статья	Сумма затрат на общий объем, млн.руб/год	Затраты на единицу, руб/Гкал	Структура %
1 Материальные затраты - всего			
В том числе:			
1.1 Топливо	0,018	92,78	10.25
1.2 Эл. энергия	0,0007	3,6	0,4
1.3 Амортизация	0,157	809.28	89.42
Итого полная себестоимость	0,176	905.66	100

Калькуляция себестоимости тепловой энергии при использовании газового котла представлена в таблице 13.

Таблица 13- Калькуляция себестоимости тепловой энергии при использовании газового котла

Статья	Сумма затрат на общий объем, млн.руб/год	Затраты на единицу, руб/Гкал	Структура %
1 Материальные затраты - всего			
В том числе:			
1.1 Топливо	0,0007	3,6	0,6
1.2 Эл.энергия	0,0007	3,6	0,6
1.3 Амортизация	0,115	592.78	98.8
Итого полная себестоимость	0,1164	600	100

7.4 Приведенные затраты

Находим критерий эффективности по формуле:

$$З = И + E_H \cdot K, \quad (28)$$

где И – сумма годовых издержек, тыс.руб/год;

K – капиталовложения, тыс.руб;

E_H – коэффициент экономической эффективности ($E_H = 0,1$ руб/год/руб).

Для твердотопливного котла:

$$З_1 = 176 + 0,1 \cdot 472 = 223.2 \text{ тыс. руб/год}$$

Для газового котла:

$$З_2 = 116.4 + 0,1 \cdot 344 = 150.8 \text{ тыс. руб/год}$$

$$\frac{223.2 - 150.8}{223.2} \cdot 100\% = 31.2\%$$

Вывод: так как величины $З_1$ и $З_2$ отличаются более, чем на 10%, выбираем газовый котел ЖМЗ АОГВ-23,2-3 Комфорт Н, так как он более экономичен. Так же у данного котла более высокий КПД и котлы на газовом топливе более экологически чистые по сравнению с твердотопливными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте разработаны автономная система отопления и запроектирована котельная на электрическом и твердотопливном котлах.

Были проведены расчеты тепловых потерь через ограждающие конструкции, включающие:

- расчет тепловых потерь через наружные стены;
- расчет тепловых потерь через чердачное перекрытие;
- расчет тепловых потерь через пол.

Суммарные тепловые потери составили 18,5 кВт.

На основании расчета теплотерь были подобраны основной газовый котел ЖМЗ АОГВ-23,2-3 Комфорт Н мощностью 23 кВт и резервный электрический котел ZOTA«Lux» мощностью 18 кВт. Теплоноситель вода с температурным графиком $T_1 - 95^{\circ}\text{C}$, $T_2 - 70^{\circ}\text{C}$.

Для выбранного варианта системы отопления проведен гидравлический расчет, на основании которого выбраны циркуляционный насос. Подпитка системы отопления осуществляется механически.

Для компенсации теплотерь через ограждающие конструкции запроектированы алюминиевые радиаторы FaralGreenHP500. Для обеспечения ГВС предусмотрен электрический накопительный водонагреватель Ariston ABS PRO R 100 V.

Список использованных источников

- 1) СНиП 23-01-99. Строительная климатология. Госстрой России – М.: Стройиздат, 2006 г.-50 с.
- 2) СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. Госстрой Россия – М.: Стройиздат, 2004. -29 с.
- 3) СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Госстрой СССР – М.:Стройиздат, 2004 г.-60 с.
- 4) Богословский В.Н., Сканава А.Н.. Отопление: Учеб. для вузов. – М.: Стройиздат, 1991. – 735 с.: ил.
- 5) Ривкин С.Я., Александров А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара. - М.: Энергия, 1980. - 424 с.