

ШПАРГАЛКА МОНТАЖНИКА

2016



1.	История Meibes	стр. 2
2.	Идея компании Meibes	стр. 4
3.	Специальные пакетные предложения	стр. 5
3.1	Пакет SolPack 0	стр. 5
3.2	Пакет SolPack 9	стр. 6
3.3	Пакет SolPack 10	стр. 7
4.	Задача №1. «Определить максимальную тепловую нагрузку дома на отопление»	стр. 8
5.	Задача №2. «Подбор бака ГВС и тепловой нагрузки на его нагрев»	стр. 10
6.	Задача №3. «Определить годовую потребность дома в энергии»	стр. 12
7.	Задача №4. «Теплотворная способность разных видов топлива и их стоимость в Украине на март 2016г»	стр. 14
8.	Задача №5. «Производительность солнечных коллекторов Meibes»	стр. 16
9.	Задача №6. «Частный дом 350 м ² »	стр. 20
	Вариант №1. «Газовый чугунный напольный котел (основной), электрический котел (резервный)»	стр. 21
	Вариант №2. «Настенный газовый котел (основной), электрический котел (резервный)»	стр. 22
	Вариант №3. «Настенный газовый конденсационный котел (основной), электрический котел (резервный)»	стр. 23
	Вариант №4. «Твердотопливный котел с ручной загрузкой (основной), настенный газовый котел (на подхвате)»	стр. 24
	Вариант №5. «Пеллетный котел (основной), настенный газовый конденсационный котел (резервный), гелиосистема для поддержки ГВС на плоских коллекторах MFK001»	стр. 26
	Вариант №6. «Пеллетный котел (основной), электрический котел (резервный), самосливная гелиосистема Drain Back для поддержки отопления и приготовления ГВС на плоских коллекторах FKF-240-V»	стр. 29
	Вариант №7. «Электрический котел (ночной тариф), Газовый конденсационный котел (на подхвате)»	стр. 32
	Вариант №8. «Воздушный тепловой насос (основной), Газовый конденсационный котел (пиковый)»	стр. 34
	Вариант №9. «Грунтовый тепловой насос (основной), Электрический котел (пиковый), Вакуумные коллекторы MVK001 для поддержки отопления и ГВС»	стр. 36
10.	Задача №7. «Гостиница с рестораном» Приготовление ГВС от гелиосистемы	стр. 39
11.	Задача №8. «Дом с закрытым бассейном». Приготовление ГВС и подогрев бассейна от гелиосистемы.	стр. 46
12.	Задача №9. «Дом с открытым бассейном». Приготовление ГВС и подогрев бассейна от гелиосистемы, утилизация избытков тепла (если бассейн не заполнен)»	стр. 48
13.	Задача №10. «Подключение отдельностоящей твердотопливной котельной к зданию, в котором уже есть газовая котельная, через теплотрассу (+реверс теплоносителя)»	стр. 50
14.	Задача №11. «Отдельностоящая котельная на основе 2-х настенных конденсационных котлов по 65 кВт, работающая на Хозяйский Дом и отдельно стоящую Баню с бассейном»	стр. 54
15.	Справочно-расчетный раздел	стр. 59
п.1	Задача №6. «Частный дом 350м ² ».Определение тепловых нагрузок	стр. 59
п.2	Задача №6. «Частный дом 350м ² ».Вариант №1	стр. 60
п.3	Задача №6. «Частный дом 350м ² ».Вариант №2	стр. 61
п.4	Задача №6. «Частный дом 350м ² ».Вариант №3	стр. 62
п.5	Задача №6. «Частный дом 350м ² ».Вариант №4	стр. 64
п.6	Задача №6. «Частный дом 350м ² ».Вариант №5	стр. 65
п.7	Задача №6. «Частный дом 350м ² ».Вариант №6	стр. 66
п.8	Задача №6. «Частный дом 350м ² ».Вариант №7	стр. 74
п.9	Задача №6. «Частный дом 350м ² ».Вариант №8	стр. 77
п.10	Задача №6. «Частный дом 350м ² ».Вариант №9	стр. 80
16.	Фотографии реализованных объектов с оборудованием Meibes	стр. 85

История Meibes

В далекие 1950-е годы Западная Германия активно строилась и восстанавливалась. Дома становились больше, комфортнее и современнее. Появлялось новое оборудование, материалы и технологии, которые требовали от монтажников тех лет постоянно учиться и совершенствоваться, чтобы остаться в рынке.

Одними из таких монтажников были Гельмут и Альфред Майбесы. Они специализировались на продаже и монтаже теплотехнических систем.

В начале они монтировали отопительные системы сами, а потом, с ростом объема заказов и работ, они уже имели несколько монтажных бригад.

Но даже с увеличенным штатом братья Майбес не успевали за ростом спроса на системы отопления.

С одной стороны, было бы логично еще увеличивать штат монтажников, чтобы обеспечить спрос на рынке. Но с другой стороны, Гельмут и Альфред видели в этом проблему. Они заметили, что теплотехнический рынок имеет ярко выраженную сезонность (пики и падения): в зимние месяцы и в начале весны работы было крайне мало, а в начале лета и всю осень работы было не впрокорот. Это было проблемой для дальнейшего роста компании, так как увеличение штата людей привело бы к тому, что в «не сезон» пришлось бы платить за содержание людей, которые нужны на пике сезона. Как следствие, дополнительные затраты на персонал пришлось бы отбивать повышением цены на работы, а значит, ухудшением конкурентных преимуществ.

Поэтому этот путь им не нравился.

Тогда братья собрали все проекты, которые они прорабатывали, и стали думать, как работу по ним можно было бы оптимизировать. Они обратили внимание, что почти все объекты состоят из одинаковых комбинаций арматуры и трубопроводов, отличавшихся между собой диаметром и компоновкой. Тогда им пришла в голову мысль, что если самые ходовые арматурные узлы собирать в «не сезон», и сделать их унифицированными, чтобы они соединялись между собой в разных комбинациях, то в сезон можно было бы быстрее и больше закрывать объектов.

В 1959 году они сделали эксперимент: разработали несколько одинаковых узлов в «не сезон», а в сезон смогли смонтировать в 4 раза больше объектов.

В следующем году они повторили эксперимент уже с большим количеством людей и заготовок. Кроме того, что прибыль монтажа выросла в 8 раз, братья Майбес обнаружили, что другие монтажные компании также начали покупать и использовать их узлы.

Так, в 1961 году братья основали фабрику «Братьев Майбес» по производству арматурных узлов для инженерных систем.

Узлы Майбес стали пользоваться популярностью среди инсталляционных компаний, и обороты фабрики начали расти.

Основной их популярности было то, что инсталлятор в период «высокого сезона» тратил на монтаж объекта ровно 1 день. А раньше инсталляторы проводили на объекте, в среднем, 1-2 недели, спаивая и скручивая узлы в котельной. Теперь они могли меньшими силами и за более краткое время закрывать большее количество объектов.

А еще узлы, изготовленные в заводских условиях, были более надежными и компактными, исключали ошибки проектирования и комплектации, и, в итоге, стоимость котельной получалась ниже, чем при использовании полностью ручного монтажа.

Узлы Майбес достаточно быстро заняли новую нишу на рынке инсталляционных систем, а само имя компании Майбес стало нарицательным в мире теплотехники.

В 1968 году братья Майбес получили патент на технологии быстрого монтажа, и в том числе на уникальный фланец Meibes, который используется и в сегодняшние дни.

Срезы на плоской части фланца позволяют просто смонтировать накидную гайку на арматуру (шаровый кран, смеситель) или распределитель, тем самым получить соединение типа «американка» под плоское уплотнение самым простейшим образом. Это и легло в основу технологии быстрой сборки и упрощения производства.



(Германия, строящийся Ганновер 1960-х)



(Братья Гельмут и Альфред Майбесы занимались монтажом отопительных и сантехнических систем в 1960-х)



(Фотография первой сборочной линии арматурных заготовок на первом заводе Meibes в середине 1960-х)

Наши дни

С открытием границы в Германии в 1990 г. предприятие переехало в Лейпциг, и были открыты дочерние компании в Польше и в Праге.

Автономные квартирные станции Logotherm для централизованного и индивидуального теплоснабжения отдельных квартир, индивидуальные тепловые пункты для многоквартирных домов, системы быстрой обвязки котельных идеально подошли под огромную потребность в восстановлении восточных немецких земель. В годы воссоединения Германии товароборот группы увеличился на 50 млн. немецких марок.

В 2001 году компания Meibes вошла в состав финансового концерна Aalberts Industries N.V. (Голландия), объединяющего более 140 производственных компаний в более чем 30 странах мира. В настоящее время в группу входят и другие известные немецкие фирмы, как, например, Rosswainer, Simplex, Seppelfricke, Conti-Sanitararmaturen и др. Что касается иностранных дочерних компаний, то здесь следует упомянуть Broen Armaturen (Дания), Comar (Франция), Henco (Бельгия).

Вхождение компании Meibes в крупный концерн открыло новые экономические возможности и большие перспективы в развитии. Предоставленные для реструктуризации инвестиции, позволили усовершенствовать производство, сервис и логистику, а также расширили инновационный потенциал компании. Meibes внедрил в городе Герихсхайн новые производственные линии, которые основывались на новейших достижениях в области складской и производственной логистики.

Meibes сегодня - это промышленное предприятие по сборке техники быстрого монтажа для систем отопления, установок использования солнечной энергии и тепловых насосов, экспортирующее свою продукцию в 28 стран мира. В настоящее время более 300 сотрудников компании в Германии разрабатывают и выпускают инновационные продукты Meibes, а также OEM продукцию для других производителей.



(Германия, г. Лейпциг, главный завод Meibes, наст. время)



(Германия, г. Лейпциг, лаборатория по разработке и тестированию новых инженерных продуктов)



(Основатели компании Meibes GmbH Гельмут и Альфред Майбесы в наши дни)



(Германия, г. Лейпциг, сборочный цех, линия по производству насосных групп)

Идея компании Meibes



Работа компании Meibes базируется на следующих принципах:

- **Польза;**
- **Энергоэффективность;**
- **Комплексные решения;**
- **Движение вперед.**

Ключевой идеей в своем подходе Meibes считает полезность. Эта идея подразумевает пользу и удобство для всех участников рынка теплотехнических систем: для проектировщиков, для installаторов, для сервисантов, и, конечно, же для конечного потребителя. Meibes понимает, что сегодняшние клиенты ищут комплексные решения своих задач. Поэтому Meibes тесно сотрудничает со всеми производителями отопительной техники, подробно изучает их новинки и предлагаемые решения.

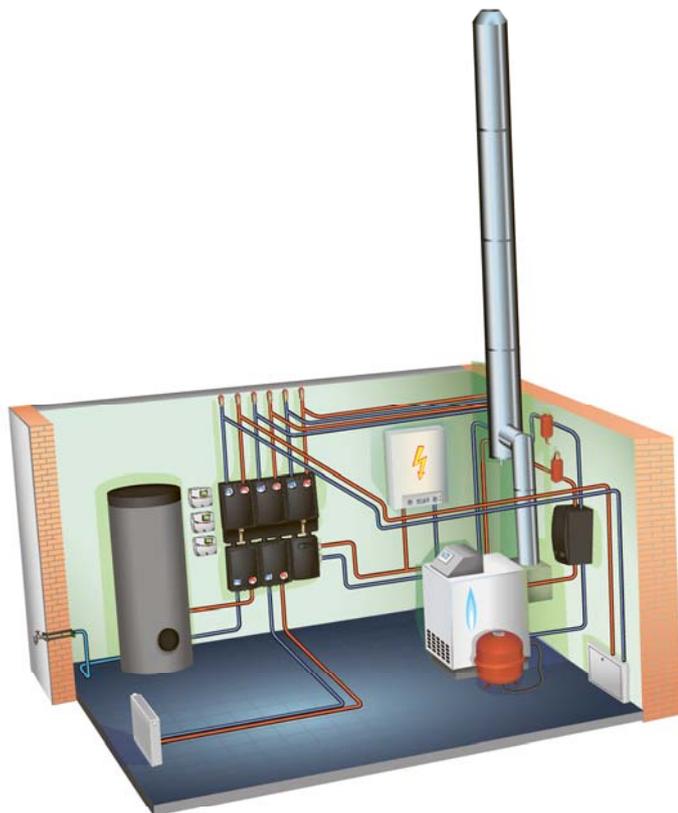
Для поддержки партнеров и помощи им в работе, представитель-

ство фирмы Meibes имеет штат опытных инженеров.

В Украине Вы всегда можете рассчитывать, что:

- 1) Мы будем общаться с Вами и в живом диалоге (без горячих линий, анкет, опросных листов.)
- 2) Тот человек, который подобрал Вам решение, поможет Вам его настроить и запустить. Все наши инженеры имеют большой практический опыт.
- 2) При комплектации Вашего объекта, мы разбираемся в его особенностях, нюансах настройки, и увязки всего оборудования, которое будет в схеме (даже если часть оборудования от сторонних производителей). Мы сопровождаем installатора в подборе оборудования, монтаже, настройке и эксплуатации, мы имеем широкую специализацию.
- 3) Мы всегда найдем решение сложных вопросов, которые касаются как оборудования Meibes, так и работы системы в комплексе, даже если вопросы неизвестны или затруднительны.
- 4) Работая с Meibes, Вы выбираете не оборудование, а решения. Вы всегда получите принципиальные теплотехнические и электрические схемы, где технологически увязаны как оборудование Meibes, так и оборудование сторонних производителей. Мы всегда объясним преимущества и недостатки каждого из решений, понимая, что Вы ищете решение своей задачи в комплексе.
- 5) Мы поддерживаем запуск автоматики как в телефонном режиме, так и с выездом на объект.
- 6) Нам интересны любые задачи, которые Вам необходимо решить. Наши возможности шире ассортимента существующего каталога. Спрашивайте нас, и мы постараемся Вас приятно удивить.

Цель этой «Шпаргалки монтажника»



Каждый раз выпуская новую «Шпаргалку монтажника», мы собираем все запросы, которые к нам приходили за последний год, и группируем их по однотипности. Таким образом, мы специально для Вас «выкристаллизовываем» типичные задачи, на которые есть спрос.

Прочитав эту «Шпаргалку», Вы будете знать какого типа объекты сейчас актуальны, какие вопросы на них хочет решить Заказчик, какие решения туда продаются, их стоимость и обоснование.

Наша «Шпаргалка монтажника» является каталогом технических решений, который написан простым человеческим языком.

С учетом того, что количество новостроек существенно уменьшилось, а потребность в реконструкциях достаточно высока, мы будем каждую задачу наращивать этапами, чтобы можно было увидеть решение как для абсолютно нового объекта, так и для объекта, в котором надо добавить новую систему.

Также резко выросла потребность в обосновании предлагаемых решений, способах их подачи. Все это будет раскрыто в данной «Шпаргалке».

Детальное описание применяемых позиций и их стоимости Вы можете найти на сайте www.meibes.ua.

Если же Вы не нашли решение Вашей задачи в данном перечне, то мы рады будем обработать Ваш запрос по электронной почте: info@meibes.ua

Примечание: Данная «Шпаргалка монтажника» является пособием для первичного планирования объектов, но не заменяет собой проектирование.

С правом на изменения и корректировки.

Автор - Денис Воронин.

SolarPack 0

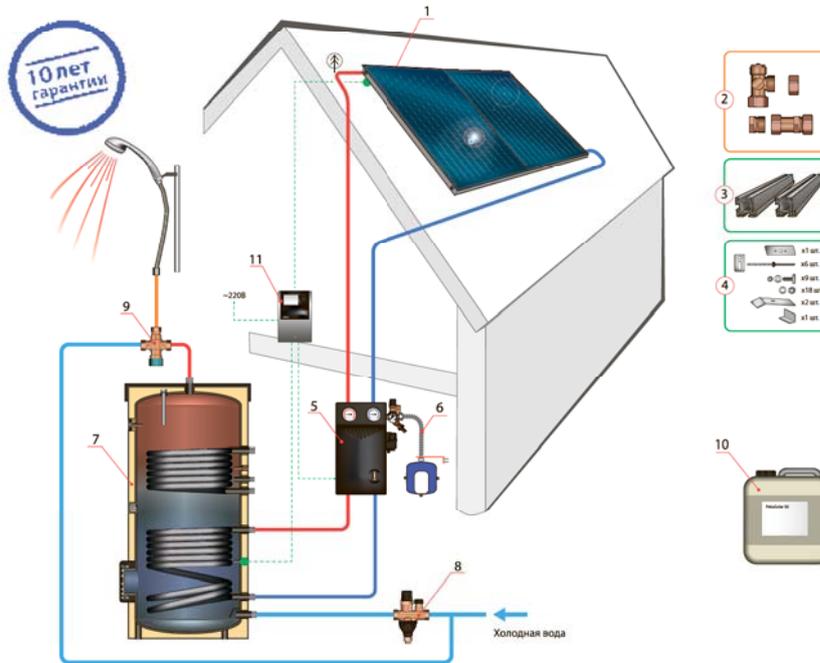


Гелиосистема на основе 2-х плоских коллекторов Meibes MFK001.1 и бака ESS-PU 200л с функцией ночного выхолаживания бака.

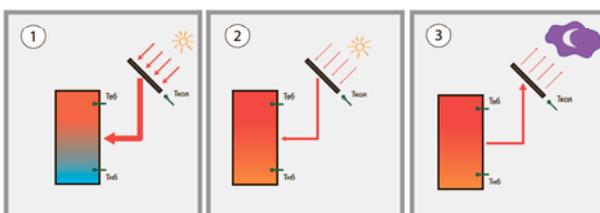
Данное пакетное предложение подходит для небольшого частного дома, где планируется проживание 2-4 человек. В спецификацию включено всё необходимое оборудование для работы системы: солнечные коллекторы, крепежи для наклонной крыши, насосная станция со специальным насосом и всей необходимой арматурой,

солнечный регулятор, теплоноситель, бак ГВС, группа безопасности бака ГВС, термостатический вентиль для защиты от ошпаривания.

Пакет может закрывать до 70% потребностей дома в горячей воде за счет солнечной энергии. Догрев бойлера ГВС может происходить от стороннего источника тепла через верхний змеевик, а также с помощью установки ТЭНа (имеется муфта G 1 1/2").



пп	Артикул	Наименование	Кол-во, шт.
1	45311.4	Плоский солнечный коллектор Meibes MFK001.1	2
2	45311.201	Соединительный набор для плоского коллектора MFK001.1 (переход на гофротрубу Ду 16 мм, воздухоотводчик, заглушки)	1
3	45311.102	Комплект крепежных реек TRP N2 MFK для 2-х солнечных коллекторов MFK001.1	1
4	45311.107	Базовый монтажный комплект на базе универсальных анкеров (<0°) для установки первых 2-х коллекторов MFK001.1	1
5	45705.6	Солнечная станция S 3/4" (1-13 л/мин) с насосом Grundfos Solar 15-65 (двухтрубная с сепаратором), без регулятора.	1
6	66326.13	Группа подключения расширительного бака 3/4" к гелиосистеме	1
7	16593	Бивалентный бойлер непрямого нагрева ESS-PU 200, объемом 200 л, с фланцем ревизии.	1
8	6915B.80PE	Группа безопасности бойлеров ГВС до 200л, Dn 15, 8 бар	1
9	69050.5	Термостатический смеситель для ГВС и отопления 30-60°C, 10 бар (защита от ошпаривания)	1
10	100.50.000.01Y	Теплоноситель для гелиосистем RekaSolar50, канистра 20 л	1
11	45111.56	Дифференциально-температурный солнечный регулятор BASIS PRO (в комплекте 2 датчика Pt-1000)	1
12	45111.52	Датчик температуры Pt-1000	1
Специальная цена на пакет, Евро с НДС:			2'907,00



Описание функции «Обратное выхолаживание»:

- 1) Если бак не догрет до нужной температуры, то, при наличии тепла, гелиосистема выгружает тепло из гелиополя. При этом автоматика держит солнечные коллекторы перегретыми на 5-10°C относительно нагреваемого бака. Теплотери коллектора незначительные.
- 2) Если бак уже догрет до нужной температуры (55°C, например), а коллекторы продолжают греться, то автоматика будет продолжать выгружать тепло в бак. При этом солнечные коллекторы будут иметь температуру свыше 90°C. Такой режим увеличивает теплотери через обшивку коллектора, и избыточного тепла, которое идет на перегрев бочки, будет немного.
- 3) Ночью, когда коллекторное поле остынет, автоматика включит насос и направит излишки тепла обратно в коллекторное поле. Там, за счет теплотерей в коллекторах, тепло будет возвращено окружающей среде. За 3-4 часа система избавится от перегрева.

Если на следующий день никто не будет пользоваться горячей водой, а солнечное излучение будет достаточным, то гелиосистема будет иметь возможность накапливать излишки тепла в баке.

SolarPack 9 (Drain Back)

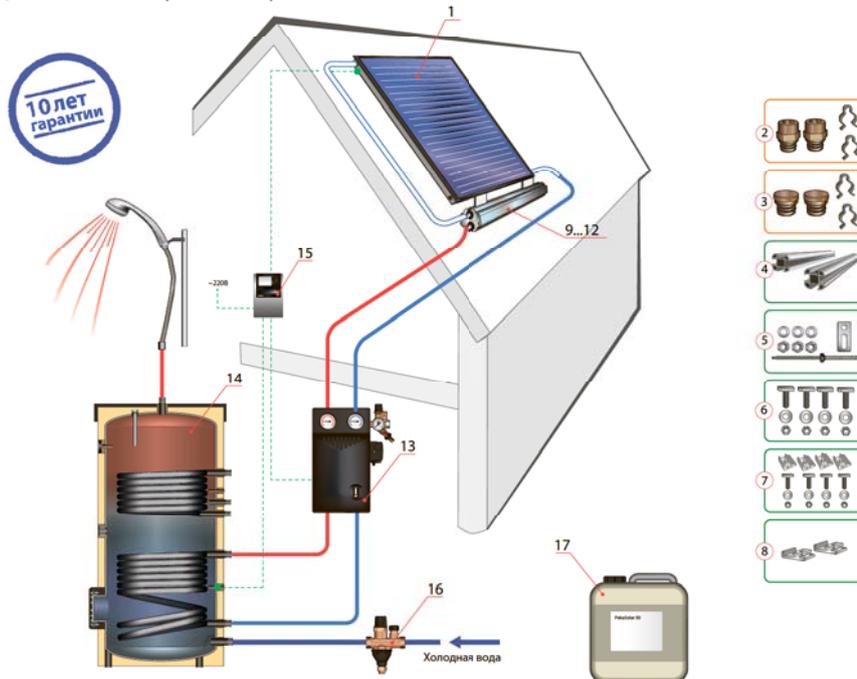


Незакипаемая сомосливная гелиосистема Drain Back на базе одного солнечного коллектора Huch EnTEC FKF-240-V и бойлера ГВС с 2-мя змеевиками ESS-PU 200л.

Данное пакетное предложение подходит для небольшого частного дома, где планируется проживание 2-3 человек. В спецификацию включено всё необходимое оборудование для работы системы: солнечный коллектор, сомосливной бачок Drain Master, крепежи для наклонной крыши, насосная станция со специальным насосом

и всей необходимой арматурой, солнечный регулятор, теплоноситель, бак ГВС, группа безопасности бака ГВС.

Пакет может закрывать до 70% потребностей дома в горячей воде за счет солнечной энергии. Догрев бойлера ГВС может происходить от стороннего источника тепла через верхний змеевик, а также с помощью установки ТЭНа (имеется муфта G 1 1/2").



пп	Артикул	Наименование	Кол-во, шт.
1	1100113	Плоский солнечный коллектор Huch EnTEC FKF-240-V	1
2	1310205	Гидравлический комплект для подключения коллектора Huch EnTEC FKF	1
3	1310209	Комплект заглушек для коллектора Huch EnTEC FKF	1
4	1400026	Базовый комплект алюм. реек для монтажа 1-ого вертикального коллектора Huch EnTEC FKF	1
5	1410012	Комплект универсального анкера для установки коллекторов	4
6	1400024	Базовый комплект креплений реек к анкерам	1
7	1400020	Монтажный комплект боковых креплений для концевых коллекторов	1
8	1400025	Комплект нижнего фиксатора коллекторов на рейке	1
9	1500102	Ёмкость Drain Master V1190 для сомосливной солнечной системы Huch EnTEC	1
10	1510101	Монтажный комплект для ёмкости Drain Master	1
11	1520001	Гидравлический комплект для соединения 2-х ёмкостей Drain Master, Ду 22 мм.	1
12	1520110	Комплект заглушек для ёмкости Drain Master, Ду 22 мм.	1
13	45705.6	Солнечная станция S 3/4" (1-13 л/мин) с насосом Grundfoss Solar 15-65 (двухтрубная с сепаратором), без регулятора.	1
14	16593	Бивалентный бойлер непрямого нагрева ESS-PU 200, объемом 200 л, с фланцем ревизии.	1
15	45111.56	Дифференциально-температурный солнечный регулятор BASIS PRO (в комплекте 2 датчика Pt-1000)	1
16	6915B.80PE	Группа безопасности бойлеров ГВС до 200л, Dn 15, 8 бар	1
17	100.50.000.01Y	Теплоноситель для гелиосистем PeKaSolar50, канистра 20 л	1
Специальная цена на пакет, Евро с НДС:			2'550,00

SolarPack 10 (Drain Back)

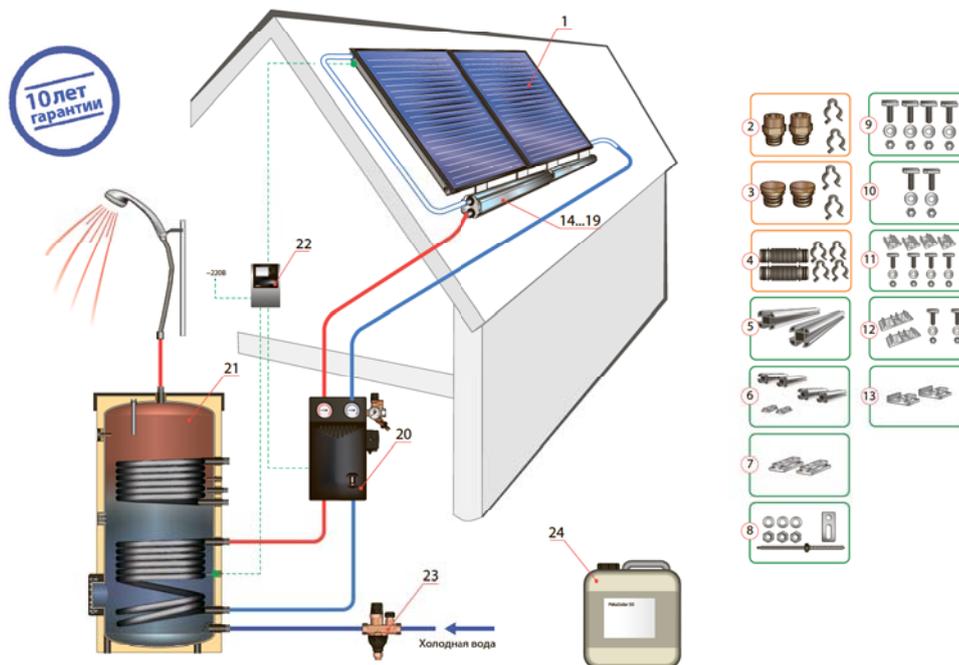


1 человек = 70л/сутки

Незакипаемая самосливная гелиосистема Drain Back на базе двух плоских солнечных коллекторов Huch EnTEC FKF-240-V и бойлера ГВС с 2-мя змеевиками ESS-PU 200л.

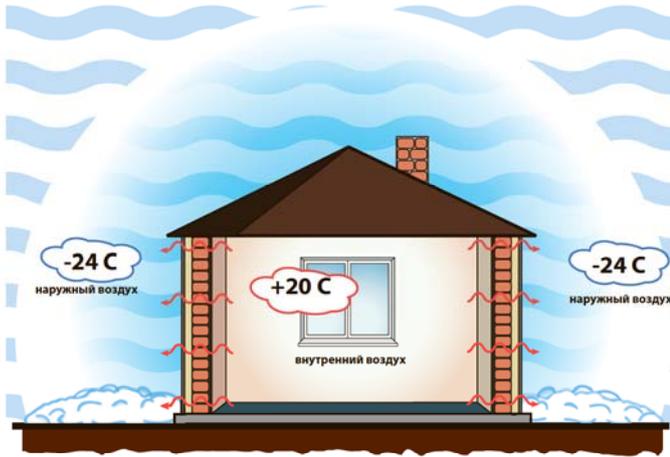
Данное пакетное предложение подходит для небольшого частного дома, где планируется проживание 2-4 человек. В спецификацию включено всё необходимое оборудование для работы системы: солнечные коллекторы, самосливной бачок Drain Master с расширением, крепежи для наклонной крыши, насосная станция со

специальным насосом и всей необходимой арматурой, солнечный регулятор, теплоноситель, бак ГВС, группа безопасности бака ГВС. Пакет может закрывать до 70% потребностей дома в горячей воде за счет солнечной энергии. Догрев бойлера ГВС может происходить от стороннего источника тепла через верхний змеевик, а также с помощью установки ТЭНа (имеется муфта G 1 1/2").



пп	Артикул	Наименование	Кол-во, шт.
1	1100113	Плоский солнечный коллектор Huch EnTEC FKF-240-V	2
2	1310205	Гидравлический комплект для подключения коллектора Huch EnTEC FKF	1
3	1310209	Комплект заглушек для коллектора Huch EnTEC FKF	1
4	1300002	Гидравлический комплект для соединения 2-х коллекторов Huch EnTEC FKF	1
5	1400026	Базовый комплект алюм. реек для монтажа 1-ого вертикального коллектора Huch EnTEC FKF	1
6	1400060	Доп. комплект алюм. реек для монтажа последнего вертикального коллектора Huch EnTEC FKF	1
7	1400022	Комплект для соединения реек между собой	1
8	1410012	Комплект универсального анкера для установки коллекторов	6
9	1400024	Базовый комплект креплений реек к анкерам	1
10	1400023	Дополнительный комплект креплений реек к анкерам	1
11	1400020	Монтажный комплект боковых креплений для концевых коллекторов	1
12	1400021	Монтажный комплект креплений для анкеров	1
13	1400025	Комплект нижнего фиксатора коллекторов на рейке	2
14	1500102	Ёмкость Drain Master V1190 для самосливной солнечной системы Huch EnTEC	1
15	1500104	Ёмкость Drain Master V1190 для самосливной солнечной системы Huch EnTEC (расширение)	1
16	1510101	Монтажный комплект для ёмкости Drain Master	2
17	1520001	Гидравлический комплект для соединения 2-х ёмкостей Drain Master, Ду 22 мм.	1
18	1520002	Гидравлический комплект для подключения ёмкости Drain Master, Ду 22 мм	1
19	1520110	Комплект заглушек для ёмкости Drain Master, Ду 22 мм.	1
20	45705.6	Солнечная станция S 3/4" (1-13 л/мин) с насосом Grundfoss Solar 15-65 (двухтрубная с сепаратором), без регулятора.	1
21	16593	Бивалентный бойлер непрямого нагрева ESS-PU 200, объемом 200 л, с фланцем ревизии.	1
22	45111.56	Дифференциально-температурный солнечный регулятор BASIS PRO (в комплекте 2 датчика Pt-1000)	1
23	6915B.80PE	Группа безопасности бойлеров ГВС до 200л, Dn 15, 8 бар	1
24	100.50.000.01Y	Теплоноситель для гелиосистем PeKaSolar50, канистра 20 л	1
Специальная цена на пакет, Евро с НДС:			3'630,00

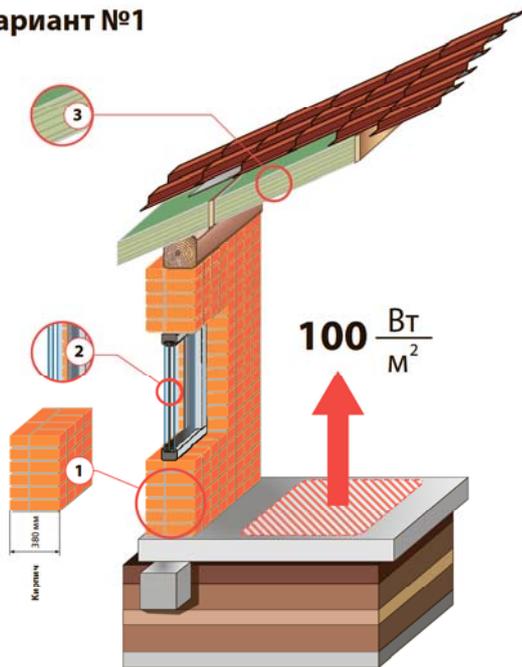
Meibesplus[®] Задача №1: «Определить максимальную тепловую нагрузку дома на отопление»



Максимальная тепловая нагрузка - это теплопотери дома в самые большие холода для местности, в которой он находится. Другими словами, это количество тепла, которое необходимо подводить внутрь дома каждый час в самую холодную погоду, чтобы температура воздуха в нём оставалась постоянной.

Рассмотрим 6 вариантов теплопотерь дома

Вариант №1



Обозначения:

- 1 - наружная стена в «полтора кирпича», состав:
 - 1.1 - кладка из красного кирпича на цементном растворе (толщина 0,38 м, $\lambda_{\text{кирпича}}=0,80 \text{ Вт/м}^2\text{C}$);
 - 2 - двухкамерный стеклопакет (Рокна=0,45 м²С/Вт);
 - 3 - крыша, утепленная слоем минваты (толщина 100мм, $\lambda_{\text{минваты}}=0,042 \text{ Вт/м}^2\text{C}$)

Пример №1:

Есть дом площадью 150 м² с голый кирпичной кладкой в «полтора кирпича» (см. Вариант №1). Теплопотери дома будут следующие:

$$Q_{\text{дома}} = 150 \text{ м}^2 * 100 \text{ Вт/м}^2 = 15'000 \text{ Вт} = 15,0 \text{ кВт.}$$

Пример №2:

Есть дом 320 м² со стенами из кирпича, утепленный минватой и обложенный снаружи по фасаду клинкером (см. Вариант №3). Теплопотери дома будут следующие:

$$Q_{\text{дома}} = 320 \text{ м}^2 * 52 \text{ Вт/м}^2 = 16'640 \text{ Вт} = 16,6 \text{ кВт.}$$

Пример №3:

Есть дом 230 м² со стенами из газобетонных (пенобетонных) блоков, с фасадом, который утеплен пенопластом (5 см) и оштукатурен. (см. Вариант №4). Теплопотери дома будут следующие:

$$Q_{\text{дома}} = 230 \text{ м}^2 * 48 \text{ Вт/м}^2 = 11'040 \text{ Вт} = 11,0 \text{ кВт.}$$

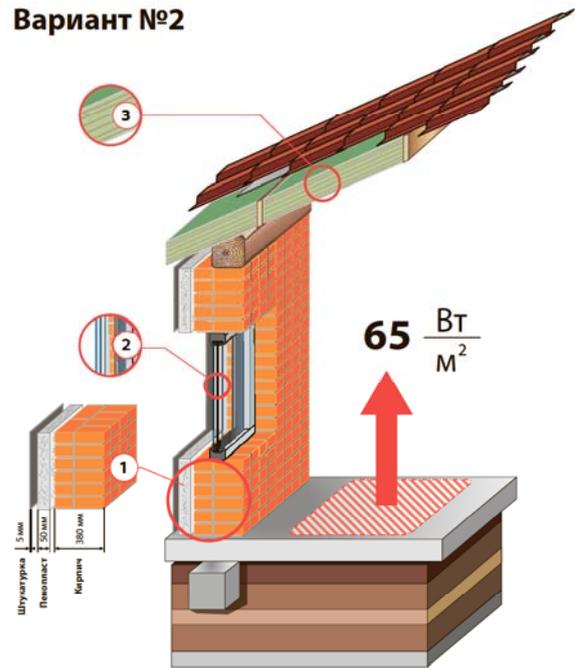
Конечно же, теплопотери дома в каждом конкретном случае должен считать квалифицированный проектировщик. Мы же хотим оценить максимальные удельные теплопотери дома (т.е. потребность в тепле 1 м² площади дома за 1 час) в зависимости от материалов, из которых построен дом.

Для этого возьмем на себя смелость принять:

- 1) Комфортная «здоровая» температура внутри дома $T_{\text{вн}} = +20^\circ\text{C}$.
- 2) Самая низкая расчетная уличная температура на континентальной части Украины $T_{\text{нар}} = -24^\circ\text{C}$.
- 3) Процент остекления внешних стен около ~14%. Окна и двери выполнены из 2-х камерного стеклопакета.
- 4) Для простоты расчета, примем, что дом состоит из трех этажей (12x10 м), высота этажа 3,0 м, и имеет сверху скатную крышу.
- 5) Крыша теплоизолирована минеральной ватой, толщиной 100мм, коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,042 \text{ Вт/м}^2\text{C}$.
- 6) Пол цементный, под которым идет непосредственно грунт.

Рассмотрим варианты самых распространенных конструкций стен в частных домах, и оценим порядок теплопотерь в каждом из вариантов:

Вариант №2



Обозначения:

- 1 - наружная стена в «полтора кирпича», утепленная, состав:
 - 1.1 - кладка из красного кирпича на цементном растворе (толщина 0,38 м, $\lambda_{\text{кирпича}}=0,80 \text{ Вт/м}^2\text{C}$);
 - 1.2 - утеплитель из пенопласта (толщина 0,05 м, $\lambda_{\text{пенопласта}}=0,04 \text{ Вт/м}^2\text{C}$);
 - 1.3 - наружная штукатурка (толщина 0,005 м, $\lambda_{\text{штукатурка}}=0,80 \text{ Вт/м}^2\text{C}$);
 - 2 - двухкамерный стеклопакет (Рокна=0,45 м²С/Вт);
 - 3 - крыша, утепленная слоем минваты (толщина 100мм, $\lambda_{\text{минваты}}=0,042 \text{ Вт/м}^2\text{C}$)

Пример №4:

Есть сруб 180 м² без утепления. (см. Вариант №5). Теплопотери дома будут следующие:

$$Q_{\text{дома}} = 180 \text{ м}^2 * 80 \text{ Вт/м}^2 = 14'400 \text{ Вт} = 14,4 \text{ кВт.}$$

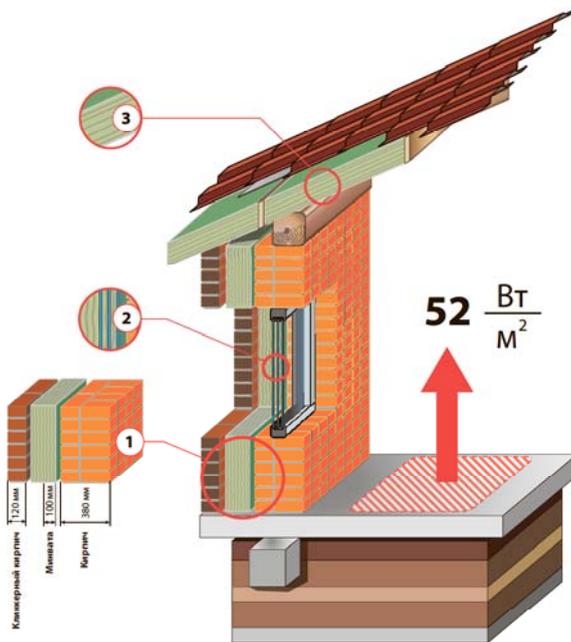
Пример №5:

Есть комната площадью 5,0 м. х 6,0 м. в доме, стены которого сделаны из кирпича («полтора кирпича») с утеплением пенопластом (5 см) по фасаду (см. Вариант №2). Теплопотери комнаты будут ориентировочно:

$$Q_{\text{дома}} = 5,0 \text{ м} * 6,0 \text{ м} * 65 \text{ Вт/м}^2 = 1'950 \text{ Вт} = 2,0 \text{ кВт.}$$

Задача №1: «Определить максимальную тепловую нагрузку дома на отопление»

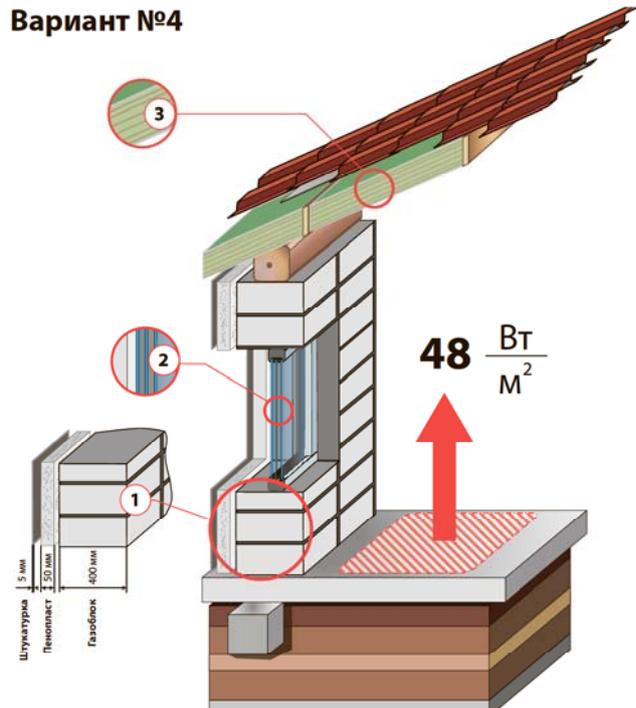
Вариант №3



Обозначения:

- 1 - наружная стена в «полтора кирпича» плюс утепление и клинкер, состав:
 - 1.1 - кладка из красного кирпича на цементном растворе (толщина 0,38 м, $\lambda_{\text{кирпича}}=0,80 \text{ Вт/м}^2\text{C}$);
 - 1.2 - утеплитель из минваты (толщина 0,10 м, $\lambda_{\text{минваты}}=0,04 \text{ Вт/м}^2\text{C}$);
 - 1.3 - клинкерный кирпич (толщина 0,12 м, $\lambda_{\text{кирпича}}=0,80 \text{ Вт/м}^2\text{C}$);
- 2 - двухкамерный стеклопакет (Рокна=0,45 м²С/Вт);
- 3 - крыша, утепленная слоем минваты (толщина 100мм, $\lambda_{\text{минваты}}=0,042 \text{ Вт/м}^2\text{C}$)

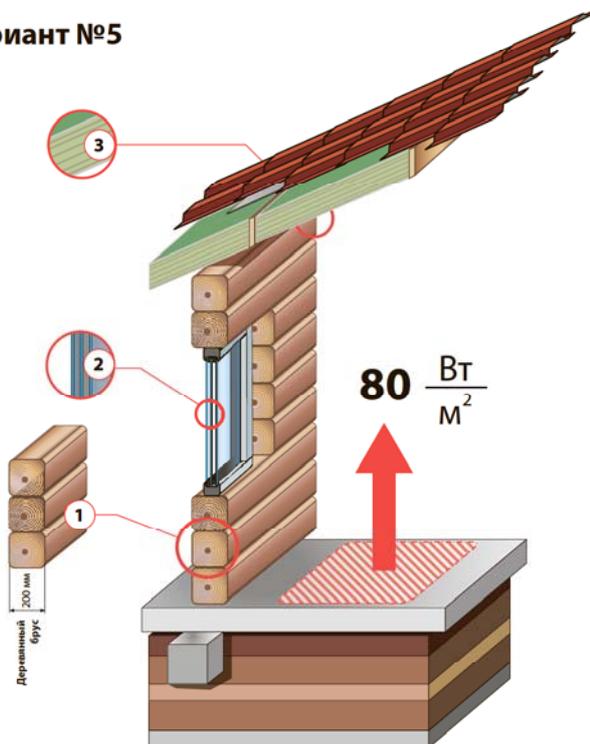
Вариант №4



Обозначения:

- 1 - наружная стена из газобетонных блоков, состав:
 - 1.1 - кладка из газобетонных блоков D400 (толщина 0,40 м, $\lambda_{\text{блока}}=0,147 \text{ Вт/м}^2\text{C}$);
 - 1.2 - утеплитель из пенопласта (толщина 0,05 м, $\lambda_{\text{пенопласта}}=0,04 \text{ Вт/м}^2\text{C}$);
 - 1.3 - наружная штукатурка (толщина 0,005 м, $\lambda_{\text{штукатурки}}=0,80 \text{ Вт/м}^2\text{C}$);
- 2 - двухкамерный стеклопакет (Рокна=0,45 м²С/Вт);
- 3 - крыша, утепленная слоем минваты (толщина 100мм, $\lambda_{\text{минваты}}=0,042 \text{ Вт/м}^2\text{C}$)

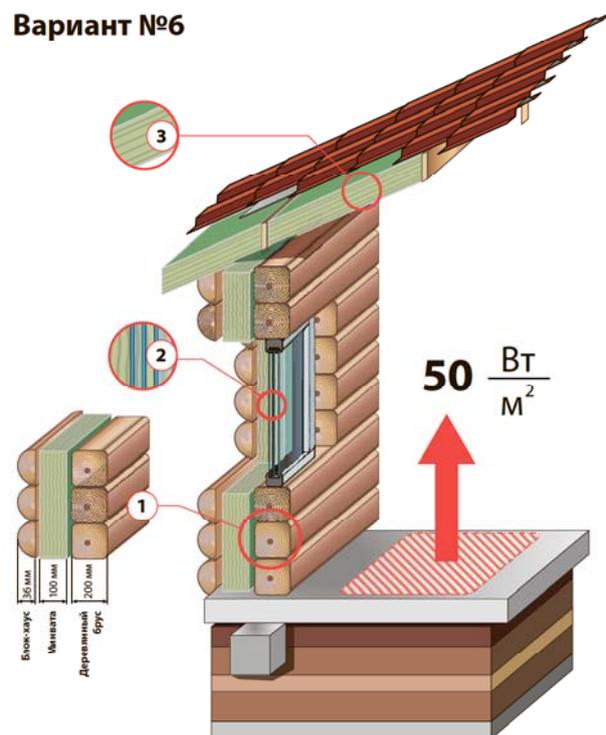
Вариант №5



Обозначения:

- 1 - наружная стена из деревянного бруса, состав:
 - 1.1 - Брус деревянный 200x200мм, высушенный (толщина 0,20 м, $\lambda_{\text{бруса}}=0,18 \text{ Вт/м}^2\text{C}$);
- 2 - двухкамерный стеклопакет (Рокна=0,45 м²С/Вт);
- 3 - крыша, утепленная слоем минваты (толщина 100мм, $\lambda_{\text{минваты}}=0,042 \text{ Вт/м}^2\text{C}$)

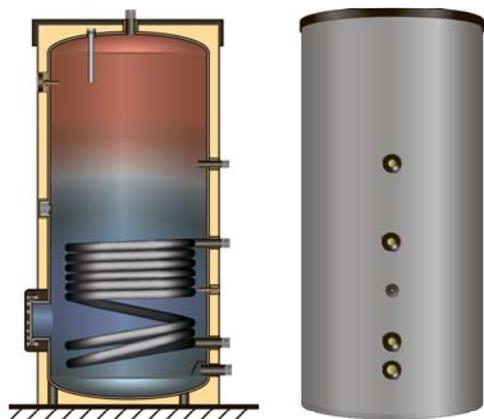
Вариант №6



Обозначения:

- 1 - наружная стена из деревянного бруса, утепленная, состав:
 - 1.1 - Брус деревянный 200x200мм, высушенный (толщина 0,20 м, $\lambda_{\text{бруса}}=0,18 \text{ Вт/м}^2\text{C}$);
 - 1.2 - утеплитель из минваты (толщина 0,10 м, $\lambda_{\text{минваты}}=0,04 \text{ Вт/м}^2\text{C}$);
 - 1.3 - Блок-хаус (толщина 0,36 м, $\lambda_{\text{блокхауса}}=0,18 \text{ Вт/м}^2\text{C}$);
- 2 - двухкамерный стеклопакет (Рокна=0,45 м²С/Вт);
- 3 - крыша, утепленная слоем минваты (толщина 100мм, $\lambda_{\text{минваты}}=0,042 \text{ Вт/м}^2\text{C}$)

Meibesplus[®] Задача №2: «Подбор бака ГВС и тепловой нагрузки на его нагрев»

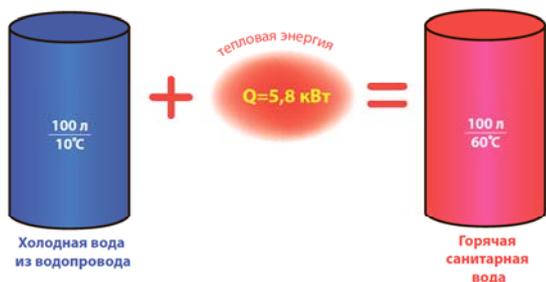


Бак для приготовления ГВС EBS-PU в разрезе, и цельный в кожу.

Бак ГВС (Горячее Водяное Снабжение) - это основное устройство, в котором готовится горячая вода для санитарных нужд в частных домах. По своей сути это устройство представляет собой термос или металлическую емкость, которая обладает следующими свойствами:

1) Устойчиво к воде, в которой постоянно обновляется растворенный кислород (эмаль на внутренней поверхности, или емкость, выполненная из нержавеющей стали).

«Расход энергии» на приготовление ГВС



- 2) Выдерживает давление водопроводной сети 6 - 10 бар.
- 3) Имеет змеевик для подогрева санитарной воды за счет системы отопления. Может иметь дополнительно ТЭН (или место под него).
- 4) Имеет патрубки для подключения водопровода (ХВ), выхода горячей воды (ГВ) и рециркуляции (РЦ).

При выборе бака ГВС для частного дома, подразумевается следующее:

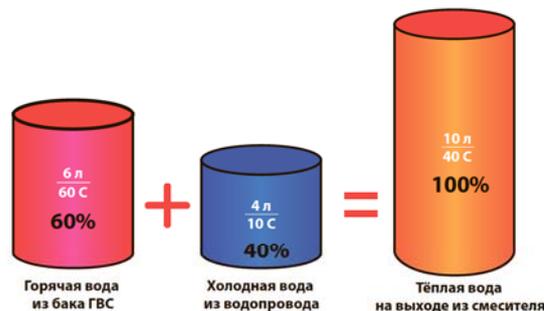
- 1) В доме живет одна-две семьи (до 15 человек), которые имеют один ритм жизни, и члены которой имеют одновременный доступ ко всем санузлам внутри дома.
- 2) Необходимо подобрать бак ГВС, производительность которого может обеспечить одновременное использование жильцами самых производительных санитарных приборов.
- 3) Необходимо добавить к отопительной мощности котла мощность на приготовление ГВС (либо для приоритетного нагрева бака относительно отопления, либо для параллельного).
- 4) В доме присутствуют стандартные санитарные приборы:
 - 4.1 - 1 кухонная мойка с расходом не более 12 л/мин*.
 - 4.2 - Душевые кабины и стойки с расходом не более 12 л/мин*.
 - 4.3 - Ванные объемом не более 200л*.

Примечания:

* - имеется ввиду смешанная теплая вода с температурой 40 °С, полученная за счет смешения горячей воды (60 °С) и холодной воды (10°С) в соотношении 40% + 60% соответственно.

Если фактические условия отличаются, от вышеназванных, то необходимо пересчитать бак ГВС согласно СНИП « Внутренний водопровод и канализация»

Пропорции смешения воды в смесителе



Среднестатистический пиковый расход ГВС на человека



Практика показала, что в частных домах справедлива простая и годами проверенная формула для подбора бака ГВС:

$$V_{\text{бака}} = n_{\text{жильцов}} * 70 \text{л/чел.}$$

Пример №1:

В доме живет 3 человека. Значит, нужен бак ГВС следующего объема:

$$V_{\text{бака}} = 3 \text{чел.} * 70 \text{л/чел.} = 210 \text{ л.}$$

Для такого дома оптимально нужен бак 200л.

Возьмем бак EBS-PU 200, объемом 200 л. Он имеет змеевик мощностью 27,9 кВт при условиях 80/60/15°С.

Если этот бак ставить для нагрева котлом, который будет греть его по приоритету (относительно отопления), то максимальное время, за которое котел должен нагреть бак - 1 час. В противном случае,

дом без отопления сильно остынет.

Таким образом, минимальная мощность котла, с которым можно устанавливать этот бак, будет:

$$Q_{\text{котла_мин}} = 200 \text{л} * 5,8 \text{ кВт} / 100 \text{л} = 11,6 \text{ кВт.}$$

Котел должен иметь возможность выдавать тепловую мощность меньше мощности змеевика бойлера (27,9 кВт). Иначе летом, при отключенном отоплении, он будет тактовать и быстро изнашиваться.

Примечание: Среднемесячная норма расхода ГВ на человека, живущего в доме со стандартными санитарными приборами:

$$g_{\text{чел.}} = 4 \text{ м}^3 / (\text{чел.} * \text{мес.})$$

Пример №2:

В доме живет 7 человек. Значит нужен бак ГВС следующего объема:
V_{бака} = 7 чел. * 70 л/чел. = 490 л.

Для такого дома оптимально нужен бак 500л.

Возьмем бак EBS-PU 500, объемом 500 л. Он имеет змеевик мощностью 55,8 кВт при условиях 80/60/15°C.

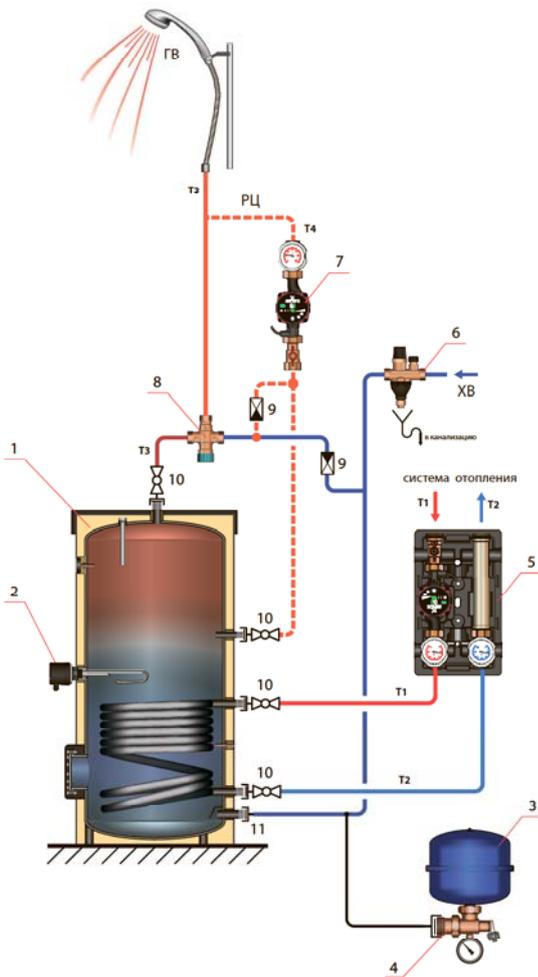
Если этот бак ставить для нагрева котлом, который будет греть его по приоритету (относительно отопления), то максимальное время, за которое котел должен нагреть бак - 1 час. В противном случае дом без отопления сильно остынет.

Таким образом, минимальная мощность котла, с которым можно устанавливать этот бак будет:

$$Q_{\text{котла_мин}} = 500 \text{ л} * 5,8 \text{ кВт} / 100 \text{ л} = 29 \text{ кВт}.$$

Котел должен иметь возможность выдавать тепловую мощность меньше мощности змеевика бойлера (55,8 кВт). Иначе летом, при отключенном отоплении, он будет тактовать и быстро изнашиваться.

Рекомендуемая схема обвязки бака ГВС



Обозначения:

- 1 - бак ГВС с одним змеевиком (EBS-PU, Huch);
- 2 - встраиваемый ТЭН, для альтернативного подогрева горячей воды, например, летом (опция);
- 3 - расширительный бак для холодной воды Meibes-Flamco;
- 4 - MAG-вентиль для быстрого монтажа/демонтажа расширительного бака;
- 5 - насосная группа Meibes для загрузки бака ГВС теплом от системы отопления;
- 6 - группа безопасности бака ГВС (предохранительный клапан на 8 бар с воронкой, обратный клапан, вентиль плавного хода), Meibes;
- 7 - насос рециркуляции горячей воды + монтажный комплект Meibes;
- 8 - термостатический смеситель для защиты от ошпаривания Meibes;
- 9 - обратный клапан Meibes;
- 10 - отсечной шаровый кран с «американкой» (для быстрого монтажа/демонтажа бака ГВС);
- 11 - быстроразъемное соединение типа «американка» (для быстрого монтажа/демонтажа бака ГВС);
- T1 - подающая линия системы отопления;
- T2 - обратная линия системы отопления;
- T3 - санитарная горячая вода;
- T4 - рециркуляция.

Примечания:

- 1) Расширительный бак 3 ставится для того, чтобы уменьшить количество сбросов воды из группы безопасности 6 при нагреве бака ГВС 1.
 - 2) Группа безопасности 6 должна устанавливаться с учетом следующих условий:
 - 2.1 Она должна быть непосредственно рядом с выводом канализации, и располагаться выше него. Когда предохранительный клапан сбросит часть жидкости из бака ГВС, она должна самотеком по трубке стечь в канализацию. Вывод должен быть оборудован гидрозатвором для предотвращения выхода газов из канализации в помещение.
 - 2.2 Группа безопасности должна располагаться непременно выше бака ГВС. Это позволит проводить обслуживание, монтаж/демонтаж группы ГВС без слива всего бака ГВС.
 - 2.3 Между группой безопасности 6 и баком ГВС 1 не должно быть никакой отсекающей арматуры.
 - 3) Термостатический смеситель 8 подмешивает в горячую воду холодную, если первая выходит из бака перегретой, и может вызвать у человека болевые ощущения или даже ожог. Рекомендуемое ограничение температуры для жилых домов - 45...55 °C. Этот узел обязательно устанавливается, если в системе будет присутствовать геосистема или твердотопливный котел (они могут в некоторых случаях перегреть воду выше заданной температуры).
 - 4) Насос рециркуляции 7 обеспечивает циркуляцию горячей воды между баком ГВС и самым дальним потребителем ГВ. Это позволяет потребителю сразу получить горячую воду в смесителе, не ожидая, пока сольется остывшая вода. Можно не ставить насос рециркуляции, если длина трубопровода ГВ (Т3) от бака ГВС до самого дальнего смесителя не превышает 12 м.
- Если выход ГВ из бака оснащен «защитой от ошпаривания» 8, то необходимо предусмотреть обводной трубопровод рециркуляции, подключенный к трубе подмеса ХВ на термостатическом смесителе 8. В этом случае должны быть установлены 2 обратных клапана 9.
- Внимание:** На практике доказано, что циркуляционный насос 7, подключенный просто в розетку и работающий непрерывно в течении суток, может потратить за сутки такое количество тепла, которое достаточно для нагрева бака 300л. Поэтому, для сбережения энергоресурсов, необходимо всегда подключать этот насос 7 через контроллер (или таймер), и четко программировать его работу.

Таблица №1. Подбор расширительного бака под баки ГВС разного объема:

Бак ГВС, л	200	300	400	500	750	1000	1500	2000
Расш. бак, л	12,0	18,0	24,0	30,0	45,0	60,0	90,0	120,0

Meibesplus[®] Задача №3: «Определить годовую потребность дома в энергии»

Ключевой задачей теплотехника является определение эксплуатационных затрат на отопление дома, выбор оптимальных энергоносителей, и, в последствии, выбор оборудования и схемы обвязки. Однако, на теплотребление дома влияет не только состав мате-

риалов, из которых состоит дом, но и регион в котором он стоит. Рассмотрим годовую потребность 1 м² в отоплении в разных регионах для 6 типов стандартных домов с разной степенью утепления:

Климатическая карта Украины :



Данная климатическая карта составлена на основе архивных данных NASA 2008-2015гг, учитывает климат последних 8 лет. Территория Украины разбита на 5 зон, в каждой из которых находятся населенные пункты с похожей (+/- 3%) годовой потребностью в отоплении (по количеству градусо-дней). Градусо-дни - это коли-

чество суток, в течении которых средняя температура наружного воздуха меньше температуры начала отопительного сезона (+8 °С), умноженное на разницу температуры начала отопительного сезона и среднесуточной температуры каждого дня отопительного сезона.

Таблица №2. Теплотери 1 м² отапливаемой площади за год в разных регионах Украины :

№пп	Город	Кол-во градусо-дней в году (ниже +8°С), дн.*°С	Годовая потребность в тепле 1 м ² , кВт/год*м ²					
			Дом №1	Дом №2	Дом №3	Дом №4	Дом №5	Дом №6
Зона №1								
1	Киев	3734	222,0	131,4	108,8	101,7	151,1	101,6
2	Харьков	3720	221,1	130,9	108,4	100,3	150,5	100,2
3	Житомир	3800	225,9	133,7	110,7	103,5	154,7	102,4
4	Хмельницкий	3740	222,3	131,6	109,0	101,0	151,3	101,0
5	Винница	3763	223,7	132,4	109,6	102,0	152,2	101,4
6	Полтава	3573	212,4	125,7	104,1	96,4	144,5	96,3
7	Луцк	3740	222,3	131,6	109,0	100,9	151,3	100,8
8	Донецк	3568	212,1	125,5	104,0	96,2	144,3	96,1
Зона №2								
9	Львов	3994	237,4	140,5	116,4	107,7	161,6	107,6
10	Ивано-Франковск	4431	263,4	155,9	129,1	119,5	179,2	119,4
11	Чернигов	3896	231,6	137,1	113,5	105,1	157,6	105,0
12	Сумы	3881	230,7	136,6	113,1	104,7	157,0	104,6
13	Черновцы	3964	235,6	139,5	115,5	106,9	160,4	106,8

Таблица №2. Теплотери 1 м² отапливаемой площади за год в разных регионах Украины :

№пп	Город	Кол-во градусной в году (ниже +18°C), дн.*°C	Годовая потребность в тепле 1 м ² , кВт/год*м ²					
			Дом №1	Дом №2	Дом №3	Дом №4	Дом №5	Дом №6
								
Зона №3								
14	Днепропетровск	3368	200,2	118,5	98,1	90,8	136,2	90,7
15	Запорожье	3097	184,1	109,0	90,2	83,6	125,3	83,5
16	Кировоград	3428	203,8	120,6	99,9	92,5	138,7	92,4
Зона №4								
17	Одесса	2655	157,8	93,4	77,4	71,6	107,4	71,5
18	Херсон	2510	149,2	88,3	73,1	67,7	101,5	67,6
19	Бердянск	2495	148,3	87,8	72,7	67,3	100,9	67,2
20	Геническ	2695	160,2	94,8	78,5	72,7	109,0	72,6
21	Симферополь	2259	134,3	79,5	65,8	60,9	91,4	60,9
Зона №5								
22	Ялта	1987	118,1	69,9	57,9	53,6	80,4	53,5

Эта таблица позволяет оценить расход энергии в домах с разным утеплением, расположенных в разных регионах Украины. Также при помощи нее можно оценить целесообразность дальнейшего утепления дома, рассчитать количество разного вида топлива на год, и посчитать стоимость разных вариантов отопления дома.

Пример №1

Есть дом площадью 350 м² со стенами из газобетонных блоков с теплоизоляцией пенопластом (5 см). Дом располагается под г. Киев. По таблице выбираем Дом №4, город Киев - 101,7 кВт/(год*м²). Значит, годовая потребность на отопление этого дома в тепле будет:

$$Q_{\text{отоп.}} = 350 \text{ м}^2 * 101,7 \text{ кВт}/(\text{год} * \text{м}^2) = 35'595 \text{ кВт}/\text{год}.$$

Пример №2

Есть сруб площадью 150 м², без утепления. Дом располагается в окрестностях г. Ивано-Франковск (Буковель). По таблице выбираем Дом №5, город Ивано-Франковск - 179,2 кВт/(год*м²). Значит, годовая потребность на отопление этого дома в тепле будет:

$$Q_{\text{отоп.}} = 150 \text{ м}^2 * 179,2 \text{ кВт}/(\text{год} * \text{м}^2) = 26'880 \text{ кВт}/\text{год}$$

Пример №3

Есть дом площадью 450 м², из кирпича с утеплением минватой, обложенный по фасаду клинкерным кирпичем. Дом располагается в окрестностях г. Одесса. По таблице выбираем Дом №3, город Одесса - 77,4 кВт/(год*м²). Значит, годовая потребность на отопление этого дома в тепле будет:

$$Q_{\text{отоп.}} = 450 \text{ м}^2 * 77,4 \text{ кВт}/(\text{год} * \text{м}^2) = 34'830 \text{ кВт}/\text{год}$$

Пример №4

Есть дом площадью 250 м², из кирпича с наружным утеплением пенопластом (5 см). Дом располагается в окрестностях г. Винница. По таблице выбираем Дом №2, город Винница - 132,4 кВт/(год*м²). Значит, годовая потребность на отопление этого дома в тепле будет:

$$Q_{\text{отоп.}} = 250 \text{ м}^2 * 132,4 \text{ кВт}/(\text{год} * \text{м}^2) = 33'100 \text{ кВт}/\text{год}$$

Пример №5

Есть дом площадью 300 м², из кирпича без утепления. Дом располагается в окрестностях г. Бердянск. По таблице выбираем Дом №1, город Бердянск - 148,3 кВт/(год*м²). Значит, годовая потребность на отопление этого дома в тепле будет:

$$Q_{\text{отоп.1}} = 300 \text{ м}^2 * 148,3 \text{ кВт}/(\text{год} * \text{м}^2) = 44'490 \text{ кВт}/\text{год}$$

Если фасад этого дома утеплить пенопластом, то его потребность в энергии на отопление станет (см. Дом №2):

$$Q_{\text{отоп.2}} = 300 \text{ м}^2 * 87,8 \text{ кВт}/(\text{год} * \text{м}^2) = 26'340 \text{ кВт}/\text{год}$$

Утепление дома уменьшит потребность дома в тепле на:

$$k = 100\% - (26'340 \text{ кВт}/\text{год} / 44'490 \text{ кВт}/\text{год}) * 100 = 41\%!!!$$

Это приводит к удешевлению отопительного оборудования и эксплуатационных затрат на отопление.

Meibesplus[®] Задача №4: «Теплотворная способность разных видов топлива и их стоимость в Украине на март 2016 г»

Итак, если мы знаем потребность дома в тепле, то надо рассчитать годовой расход разного вида топлива, его стоимость, и возможно-сти уменьшения годовых затрат на отопление при помощи комбинированного использования разных энергоресурсов.

Это позволяет сравнить разные варианты котельных установок и выбрать ту, которая, с учетом текущих технических условий, обеспечит самое оптимальное сочетание капитальных и эксплуатационных затрат.

Таблица №3. Природный газ. Теплотворная способность и стоимость 1 кВт тепловой энергии.

пп	Наименование топлива	Описание	КПД и количество кВт тепла из 1 н.м ³ газа	
			Обычный котел	Конденсационный котел
1	Природный газ 	Единица измерения - н.м ³ (нормальные м ³ , т.е. при температуре 0°C и атмосферном давлении). Низшая рабочая теплотворная способность $Q_{нр}=8,2...9,2$ кВт/н.м ³ (без учета фазового перехода водяных паров в дымовых газах) Для получения расходов газа, приближенных к действительности, будем пользоваться минимальным значением 8,2 кВт/н.м³ .	КПД - 88..92% $G_{о.к.} = 8,2 \text{ (кВт/н.м}^3) * 0,88 = 7,2 \text{ кВт/н.м}^3$	КПД - 95..110% $G_{к.к.} = 8,2 \text{ (кВт/н.м}^3) * 1,09 = 8,9 \text{ кВт/н.м}^3$
Тарифы для населения (на начало 2016г)				
	Стоимость 1 н. м ³ , грн.	Описание	Стоимость 1 кВт тепла от газа, грн.	
	3,60	до 1200м ³ /год в период с 1 октября по 31 марта (включительно).	0,50 грн/кВт	0,40 грн/кВт
	7,188	свыше 1200м ³ /год в период с 1 октября по 31 марта (включительно), и все оставшееся время с 1 апреля по 1 октября.	1,00 грн/кВт	0,80 грн/кВт

Электричество считается дорогим энергоносителем. Но при правильно оформленном тарифе и при помощи разного оборудова-

ния можно получить очень компактную, экологичную и экономичную отопительную установку.

Таблица №4. Электроэнергия. Теплотворная способность и стоимость 1 кВт тепловой энергии.

пп	Наименование топлива	Описание	КПД (COP) и расход электроэнергии для получения 1 кВт тепла		
			Электродкотлы	Воздушный тепловой насос (до -5°C)	Грунтовый тепловой насос (до -20°C)
2	Электроэнергия 	Единица измерения - кВт*ч.	КПД - 95...98% $G_{эл.} = 1,0 \text{ кВт*ч} / 0,95 = 1,05 \text{ кВт}$	COP- 3,0 $G_{тн.возд.} = 1,0 \text{ кВт*ч} / 2,8 = 0,33 \text{ кВт}$	COP- 4,0 $G_{тн.возд.} = 1,0 \text{ кВт*ч} / 4,0 = 0,25 \text{ кВт}$
Тарифы для населения (на начало 2016г)					
	Стоимость 1 кВт*ч, грн.	Описание	Стоимость 1 кВт тепла от электроэнергии, грн.		
	0,57 ¹	до 3600 кВт*ч/мес. если оформлено потребление электроэнергии «для отопления» электроприборами (действует с 01 октября по 30 апреля)	0,60 грн/кВт	0,20 грн/кВт	0,15 грн/кВт
	0,99	за потребленный объем от 150 до 600 кВт*ч на месяц	1,04 грн/кВт	0,33 грн/кВт	0,28 грн/кВт
	1,56	Свыше 600кВт*ч в месяц для жилых домов, или свыше 3600 кВт*ч/мес. если оформлено потребление электроэнергии «для отопления» электроприборами	1,64 грн/кВт	0,52 грн/кВт	0,39 грн/кВт
При оформлении 2-х зонального счетчика в период с 23-00 по 7-00 действует «ночной тариф» - 50% стоимости текущего тарифа. 1- получение льготного тарифа на электроотопление может быть затруднено, если в доме уже есть газ (зависит от местной электроснабжающей компании). При новом строительстве можно вначале оформить тариф на электроотопление, а потом провести газ.					

Задача №4: «Теплотворная способность разных видов топлива и их стоимость в Украине на март 2016 г»

В отличие от газа и электричества, дрова являются очень «капризным» видом топлива. Для надежной работы котла, дрова должны обладать соответствующей влажностью (около 20-30%), теплотворностью. Чтобы дрова получили оптимальную влажность, необходимо, чтобы они пролежали в накрытом дровнике минимум один год. Непросушенные дрова (влажность около 60%) плохо горят, дают всего лишь 40% тепла по сравнению с просушенными, и выделяют сильный смог при горении.

Стоимость дров может колебаться от времени года. Самая низкая

цена на них - летом, а самая высокая - зимой. Поэтому, если принято решение установить твердотопливный котел, обустройство дровника - дело необходимое и выгодное со всех сторон. Важным фактором, влияющим на расход дров, является наличие буферной емкости. Она должна иметь возможность принять в себя все тепло, загруженных в котел дров. Иначе котел будет уменьшать приток воздуха для горения, что приведет к образованию «недогара» в виде СО, который будет выброшен в дымовую трубу.

Таблица №5. Дрова. Теплотворная способность и стоимость 1 кВт тепловой энергии.

пп	Наименование топлива	Описание	КПД и количество кВт тепла из 1 м ³ дров	
			Твердотопливный котел без буферной емкости	Твердотопливный котел с буферной емкостью
3	Дрова 	Единица измерения - м ³ . Влажность 25%. Низшая рабочая теплотворная способность Q_{нр}/плотность: Дубовые дрова - 2756 кВт/м ³ ; ρ=810 кг/м ³ Ясень - 2552 кВт/м ³ ; ρ=750 кг/м ³ Бук - 2313 кВт/м ³ ; ρ=680 кг/м ³ Листвинница - 2245 кВт/м ³ ; ρ=660 кг/м ³ Сосна - 1769 кВт/м ³ ; ρ=520 кг/м ³ Ель - 1531 кВт/м ³ ; ρ=450 кг/м ³ Орех - 1463 кВт/м ³ ; ρ=430 кг/м ³ Тополь - 1361 кВт/м ³ ; ρ=400 кг/м ³	КПД - 40..50% G_{дуб} = 1102 кВт/м³ G_{ясень} = 1021 кВт/м³ G_{бук} = 925 кВт/м³ G_{листв} = 898 кВт/м³ G_{сосна} = 708 кВт/м³ G_{ель} = 612 кВт/м³ G_{орех} = 585 кВт/м³ G_{тополь} = 544 кВт/м³	КПД - 70..80% G_{дуб} = 2204 кВт/м³ G_{ясень} = 2041 кВт/м³ G_{бук} = 1851 кВт/м³ G_{листв} = 1796 кВт/м³ G_{сосна} = 1415 кВт/м³ G_{ель} = 1225 кВт/м³ G_{орех} = 1170 кВт/м³ G_{тополь} = 1089 кВт/м³
Стоимость дров (на начало 2016г)				
	Стоимость 1 м³, грн.	Описание	Стоимость 1 кВт тепла от дров, грн.	
	~750 грн	Дубовые дрова	0,68 грн/кВт	0,34 грн/кВт
	~730 грн	Дрова из ясеня	0,72 грн/кВт	0,36 грн/кВт
	~730 грн	Дрова из бука	0,79 грн/кВт	0,39 грн/кВт
	~700 грн	Дрова из лиственницы	0,78 грн/кВт	0,39 грн/кВт
	~650 грн	Дрова из сосны	0,92 грн/кВт	0,46 грн/кВт
	~600 грн	Дрова из ели	0,98 грн/кВт	0,49 грн/кВт
	~550 грн	Дрова из ореха	0,94 грн/кВт	0,47 грн/кВт
	~450 грн	Дрова из тополя	0,83 грн/кВт	0,41 грн/кВт

Отопление дровами требует периодического посещения котельной в течении суток. Для длительной автономной работы на твердом топливе используются пеллетные котлы. Они для сжигания используют пеллеты - гранулы из древесных опилок, которые имеют одинаковый размер и удобны для автоматической подачи топлива

в котел из бункера-хранилища. Однако, для бесперебойной работы котла, необходимо, чтобы пеллеты были высококачественными - имели низкую влажность (менее 10%) и низкую зольность (менее 1%). Хорошие пеллеты всегда светлого цвета.

Таблица №6. Пеллеты. Теплотворная способность и стоимость 1 кВт тепловой энергии.

пп	Наименование топлива	Описание	КПД и количество кВт тепла из 1 кг пеллет	
			Пеллетный котел без буферной емкости	Пеллетный котел с буферной емкостью
4	Пеллеты 	Единица измерения - кг. Влажность менее 10%, зольность ~0,5%. Низшая рабочая теплотворная способность Q_{нр}: 4,2...4,5 кВт/кг Плотность: 1200-1400 кг/м ³ .	КПД ~ 50% G_{пеллет} = 2,10 кВт/кг	КПД ~ 85% G_{пеллет} = 3,60 кВт/кг
Стоимость пеллет (на начало 2016г)				
	Стоимость 1 кг, грн.	Описание	Стоимость 1 кВт тепла от пеллет, грн.	
	~2,5 грн	Светлые древесные пеллеты	1,19 грн/кВт	0,70 грн/кВт

Meibesplus[®] Задача №5: «Производительность солнечных коллекторов Meibes»

Для оценки эффективности использования солнечных коллекторов Meibes, рассмотрим их производительность в разных регионах. Поскольку производительность солнечного коллектора - величина нелинейная, и зависящая от многих факторов, зафиксируем следующие положения:

1) Температура потребителя тепла составляет 35°C (среднеарифметическая температура бака ГВС, нагреваемого от 10°C до 60°C; среднеарифметическая температура контура «теплого пола», работающего по графику 40°C/30°C).

2) Температура абсорбера солнечного коллектора составляет 45°C (на 10°C горячее потребителя тепла).

3) Коллекторы установлены строго по направлению «на Юг», под углом 45° к горизонту.

4) Отопительный сезон длится с октября по апрель включительно. Летний сезон - с мая по сентябрь включительно.

Рассмотрим используемые коллекторы Meibes:

Плоский коллектор Meibes MFK 001



Технические параметры	Размерность	Величина
Апертура (рабочая площадь коллектора)	[м²]	2,30
Габариты ВхШхГ	[мм]	2150x1170x83
Температура стагнации	[°C]	234
КПДО¹		0,759
A1(коэфф. теплопотерь теплопередачей)	[Вт/(м² x °C)]	3,48
A2(коэфф. теплопотерь излучением)	[Вт/(м² x °C²)]	0,0161
Расчетный срок службы	[лет]	30
Артикул		45311.2
Цена, евро с НДС		750,20

Таблица №7. Теплопроизводительность коллекторов MFK001 в зависимости от региона:

Месяцы:		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Q² годовое, кВт/колл.	Q² от.сез., кВт/колл.
пп	Город	Q¹, кВт/колл*день													
1	Бердянск	2,0	3,4	3,7	5,7	7,0	7,7	8,3	8,9	7,1	5,0	3,2	1,8	1914.	742.
2	Винница	1,3	2,6	3,4	4,7	5,7	6,3	6,3	6,8	5,0	3,9	1,6	1,3	1465.	560.
3	Геническ	1,3	3,2	3,9	5,4	6,6	7,3	7,9	8,3	6,7	4,6	2,6	1,5	1780.	677.
4	Днепропетровск	0,7	4,0	4,0	4,8	6,0	6,9	7,3	7,7	5,9	4,2	1,9	1,2	1645.	628.
5	Донецк	0,9	4,1	3,7	4,5	5,8	6,7	7,2	7,6	5,8	4,0	1,9	1,1	1599.	605.
6	Житомир	0,9	2,7	3,0	4,7	5,5	6,2	6,3	6,5	4,9	3,7	1,4	0,8	1403.	517.
7	Запорожье	1,2	4,3	4,3	5,2	6,2	6,9	7,5	8,0	6,3	4,5	2,4	1,6	1752.	703.
8	Ивано-Франковск	1,5	2,7	3,0	4,0	4,3	4,8	5,2	6,2	4,7	3,9	2,2	1,3	1312.	557.
9	Киев	0,9	2,3	3,1	4,7	5,8	6,5	6,4	6,8	5,1	3,5	1,4	0,8	1421.	500.
10	Кировоград	1,0	3,7	4,1	4,8	5,9	6,8	7,0	7,5	5,7	4,2	1,8	1,2	1613.	623.
11	Кривой Рог	0,9	3,5	4,0	4,7	5,9	6,8	7,0	7,5	5,7	4,0	1,7	1,0	1588.	599.
12	Луцк	0,7	2,8	3,0	4,5	4,8	5,5	5,7	6,5	4,9	3,7	1,7	1,1	1349.	525.
13	Львов	1,1	2,3	3,0	4,1	4,1	4,7	5,3	6,1	4,6	3,5	2,0	1,1	1256.	513.
14	Одесса	1,4	3,4	4,2	5,7	6,8	7,4	7,9	8,3	6,8	4,8	2,7	1,4	1823.	709.
15	Полтава	1,2	3,6	4,2	4,8	6,1	6,9	7,0	7,5	5,7	3,9	1,9	1,1	1613.	615.
16	Симферополь	1,7	2,5	3,8	4,8	6,4	7,1	7,9	8,0	6,8	4,4	3,0	1,7	1738.	655.
17	Сумы	0,7	3,4	3,3	4,6	6,0	6,6	6,6	7,1	5,2	3,5	1,5	1,0	1483.	538.
18	Тернополь	1,3	2,9	3,3	4,4	4,8	5,3	5,7	6,5	5,0	3,8	1,8	1,3	1383.	564.
19	Ужгород	1,2	2,5	3,3	4,6	5,7	6,3	6,3	6,8	5,0	3,8	1,5	1,2	1451.	547.
20	Харьков	1,1	4,0	4,3	4,7	5,9	6,8	7,1	7,5	5,8	3,9	2,1	1,2	1630.	636.
21	Херсон	1,7	3,3	4,0	5,4	6,3	6,9	7,7	8,1	6,7	4,7	2,7	1,5	1766.	697.
22	Хмельницкий	1,3	3,1	3,6	4,4	5,3	5,9	6,1	6,6	5,1	3,8	1,7	1,1	1431.	565.
23	Черкасы	1,3	3,5	3,7	4,9	6,2	6,9	6,9	7,4	5,6	3,9	1,7	1,2	1595.	607.
24	Чернигов	0,9	2,1	2,9	4,7	5,6	6,3	6,3	6,5	4,9	3,3	1,3	0,7	1366.	477.
25	Черновцы	1,4	2,6	3,0	4,0	4,4	4,9	5,4	6,2	4,7	3,8	2,1	1,2	1315.	544.
26	Ялта	2,0	2,7	3,8	4,8	6,1	7,1	7,8	8,2	7,0	5,0	3,7	2,2	1812.	725.

Данные рассчитаны на основе архива погодных данных NASA 2008-2015гг.

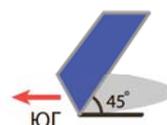
При расчете предполагалось, что коллектор установлен под углом 45 градусов к горизонту, строго в направлении на Юг.

Примечания:

1 - средняя дневная мощность одного коллектора MFK001 в каждом отдельном месяце, для каждого из приведенных городов Украины.

2 - суммарная теплопроизводительность коллектора MFK001 за календарный год для каждого из приведенных городов Украины.

3 - суммарная теплопроизводительность за отопительный сезон коллектора MFK001, а именно с октября по апрель (включительно).



Формула расчета текущего КПД солнечных коллекторов следующая:

$$\text{КПД} = \text{КПД}_0 - (\text{A1} \cdot \Delta T + \text{A2} \cdot \Delta T^2) / q,$$

где **КПД₀** - нулевое оптическое КПД солнечного коллектора при отсутствии теплопотерь через корпус (температура коллектора равна температуре окружающей среды);

A1 - коэффициент теплопотерь за счет теплопередачи [Вт/(м² x °C)];
A2 - коэффициент теплопотерь за счет излучения [Вт/(м² x °C²)];
ΔT - разница температур между абсорбером солнечного коллектора и окружающей средой [°C];
q - текущее удельное излучение [Вт/м²].

Плоский коллектор Nuch EnTEC FKF-240-V (для самосливных систем Drain Back)

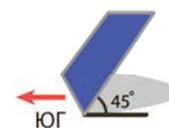


Технические параметры	Размерность	Величина
Апертура (рабочая площадь коллектора)	[м ²]	2,20
Габариты ВxШxГ	[мм]	2100x1200x835
Температура стагнации	[°C]	210
КПД ₀		0,82
A1 (коэф. теплопотерь теплопередачей)	[Вт/(м ² x °C)]	3,802
A2 (коэф. теплопотерь излучением)	[Вт/(м ² x °C ²)]	0,017
Расчетный срок службы	[лет]	30
Артикул		1100113
Цена, евро с НДС		717,81

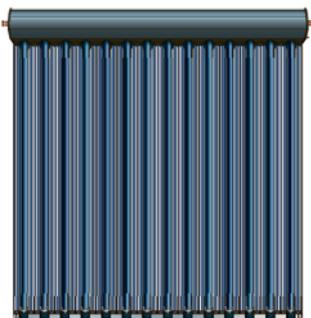
Таблица №8. Теплопроизводительность коллекторов FKF-240-V в зависимости от региона:

пп	Месяцы: Город	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Q ² годовое, кВт/колл.	Q ² от. сез., кВт/колл.
		Q ¹ , кВт/колл*день													
1	Бердянск	2,0	3,5	3,8	5,8	7,2	7,9	8,6	9,1	7,3	5,1	3,3	1,8	1969.	763.
2	Винница	1,4	2,6	3,5	4,8	5,8	6,5	6,5	7,0	5,2	4,0	1,6	1,6	1505.	575.
3	Геническ	1,4	3,3	4,0	5,6	6,8	7,5	8,1	8,5	6,9	4,7	2,7	1,5	1831.	695.
4	Днепропетровск	0,8	4,1	4,1	4,9	6,2	7,1	7,6	8,0	6,1	4,4	2,0	1,2	1692.	645.
5	Донецк	1,0	4,2	3,8	4,6	6,0	6,9	7,4	7,9	6,0	4,2	1,9	1,1	1644.	621.
6	Житомир	0,9	2,8	3,1	4,8	5,7	6,4	6,5	6,7	5,1	3,8	1,5	0,8	1441.	530.
7	Запорожье	1,2	4,4	4,4	5,3	6,4	7,2	7,8	8,2	6,5	4,7	2,5	1,6	1802.	722.
8	Ивано-Франковск	1,5	2,8	3,1	4,1	4,4	4,9	5,3	6,3	4,9	4,0	2,3	1,3	1347.	571.
9	Киев	0,9	2,3	3,1	4,9	6,0	6,7	6,6	7,0	5,2	3,6	1,4	0,9	1460.	513.
10	Кировоград	1,1	3,8	4,2	4,9	6,1	7,0	7,2	7,7	5,9	4,3	1,9	1,2	1658.	640.
11	Кривой Рог	1,0	3,6	4,1	4,9	6,1	7,0	7,2	7,7	5,8	4,2	1,8	1,0	1633.	615.
12	Луцк	0,7	2,8	3,1	4,6	4,9	5,7	5,9	6,7	5,0	3,8	1,8	1,2	1386.	540.
13	Львов	1,2	2,4	3,0	4,2	4,2	4,8	5,4	6,3	4,7	3,6	2,0	1,1	1290.	527.
14	Одесса	1,5	3,5	4,3	5,9	7,0	7,6	8,1	8,5	7,0	5,0	2,7	1,4	1876.	729.
15	Полтава	1,2	3,7	4,3	4,9	6,2	7,1	7,3	7,8	5,9	4,0	1,9	1,1	1659.	632.
16	Симферополь	1,8	2,6	3,9	4,9	6,6	7,3	8,1	8,2	7,0	4,5	3,0	1,7	1788.	673.
17	Сумы	0,7	3,5	3,4	4,7	6,2	6,8	6,8	7,3	5,4	3,6	1,5	1,0	1525.	552.
18	Тернополь	1,4	3,0	3,4	4,5	4,9	5,5	5,9	6,7	5,1	3,9	1,8	1,3	1421.	579.
19	Ужгород	1,3	2,5	3,4	4,7	5,8	6,5	6,5	7,0	5,2	3,9	1,6	1,3	1491.	561.
20	Харьков	1,1	4,1	4,4	4,8	6,1	7,0	7,3	7,7	6,0	4,1	2,1	1,2	1676.	654.
21	Херсон	1,7	3,4	4,1	5,5	6,5	7,1	7,9	8,3	6,9	4,8	2,8	1,5	1817.	716.
22	Хмельницкий	1,3	3,2	3,6	4,5	5,4	6,0	6,2	6,8	5,2	3,9	1,7	1,1	1470.	580.
23	Черкасы	1,3	3,6	3,8	5,1	6,3	7,1	7,1	7,6	5,8	4,0	1,8	1,2	1640.	623.
24	Чернигов	0,9	2,2	3,0	4,8	5,7	6,5	6,5	6,7	5,1	3,4	1,3	0,7	1404.	489.
25	Черновцы	1,4	2,6	3,1	4,2	4,5	5,1	5,5	6,4	4,9	3,9	2,2	1,2	1351.	558.
26	Ялта	2,1	2,8	3,9	4,9	6,3	7,3	8,0	8,4	7,2	5,1	3,8	2,3	1863.	744.

Данные рассчитаны на основе архива погодных данных NASA 2008-2015гг.
 При расчете предполагалось, что коллектор установлен под углом 45 градусов к горизонту, строго в направлении на Юг.
 Данный коллектор может применяться как для построения самосливных систем (Drain Back), так и для обычных.
Примечания:
 1 - средняя дневная мощность одного коллектора FKF-240-V в каждом отдельном месяце, для каждого из приведенных городов Украины.
 2 - суммарная теплопроизводительность коллектора FKF-240-V за календарный год для каждого из приведенных городов Украины.
 3 - суммарная теплопроизводительность за отопительный сезон коллектора FKF-240-V, а именно с октября по апрель (включительно).



Вакуумный коллектор MVK001



Технические параметры	Размерность	Величина
Апертура (рабочая площадь коллектора)	[м²]	2,23
Габариты ВхШхГ	[мм]	1564x1647x107
Температура стагнации	[°C]	292
КПДО¹		0,602
A1(коэфф. теплопотерь теплопередачей)	[Вт/(м² x °C)]	0,85
A2(коэфф. теплопотерь излучением)	[Вт/(м² x °C²)]	0,01
Расчетный срок службы	[лет]	30
Артикул		45311.3
Цена, евро с НДС		1328,83

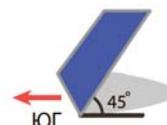
Таблица №9. Теплопроизводительность коллекторов MVK001 в зависимости от региона:

пп	Месяцы: Город	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Q² годовое, кВт/колл.	Q³ от.сез., кВт/колл.
		Q¹, кВт/колл*день													
1	Бердянск	2,6	4,1	4,7	6,4	7,5	7,7	8,1	8,4	7,0	5,1	3,5	2,3	2020.	860.
2	Винница	2,1	3,5	4,4	5,5	6,4	6,7	6,6	6,8	5,3	4,3	2,2	1,9	1669.	714.
3	Геническ	2,1	4,0	4,8	6,1	7,0	7,3	7,7	7,8	6,6	4,8	3,1	2,1	1903.	811.
4	Днепропетровск	1,6	4,7	4,9	5,6	6,5	7,0	7,3	7,5	6,0	4,6	2,5	1,8	1800.	772.
5	Донецк	1,8	4,8	4,7	5,3	6,4	6,9	7,2	7,4	5,9	4,4	2,4	1,7	1771.	757.
6	Житомир	1,7	3,6	4,1	5,5	6,2	6,7	6,6	6,6	5,2	4,1	2,0	1,4	1610.	672.
7	Запорожье	2,0	4,9	5,1	5,8	6,7	7,0	7,4	7,6	6,3	4,8	2,9	2,2	1882.	833.
8	Ивано-Франковск	2,3	3,6	4,2	5,1	5,4	5,7	5,9	6,5	5,2	4,4	2,7	1,9	1584.	725.
9	Киев	1,7	3,2	4,1	5,5	6,4	6,8	6,6	6,8	5,3	3,9	1,9	1,5	1617.	656.
10	Кировоград	1,9	4,5	5,0	5,6	6,5	7,0	7,1	7,3	5,9	4,5	2,4	1,8	1779.	768.
11	Кривой Рог	1,8	4,3	5,0	5,5	6,5	7,0	7,0	7,3	5,8	4,4	2,3	1,7	1760.	752.
12	Луцк	1,5	3,6	4,0	5,3	5,7	6,1	6,2	6,6	5,2	4,1	2,2	1,7	1563.	671.
13	Львов	1,9	3,3	4,1	5,0	5,2	5,5	5,9	6,4	5,0	4,0	2,5	1,7	1511.	674.
14	Одесса	2,2	4,2	5,1	6,3	7,2	7,5	7,7	7,9	6,7	5,0	3,1	2,0	1947.	837.
15	Полтава	2,0	4,3	5,1	5,5	6,6	7,1	7,1	7,3	5,8	4,3	2,4	1,7	1773.	757.
16	Симферополь	2,4	3,4	4,8	5,9	6,9	7,2	7,7	7,8	6,7	4,7	3,3	2,2	1889.	800.
17	Сумы	1,5	4,2	4,4	5,4	6,6	6,9	6,8	7,0	5,4	3,9	2,0	1,5	1668.	689.
18	Тернополь	2,1	3,8	4,4	5,3	5,7	6,0	6,2	6,6	5,3	4,2	2,3	1,8	1603.	712.
19	Ужгород	2,1	3,5	4,4	5,5	6,4	6,7	6,6	6,8	5,3	4,2	2,1	1,9	1665.	710.
20	Харьков	1,9	4,7	5,2	5,4	6,5	7,0	7,2	7,3	5,9	4,3	2,5	1,7	1788.	774.
21	Херсон	2,4	4,1	4,9	6,1	6,8	7,1	7,6	7,7	6,6	4,9	3,1	2,0	1893.	821.
22	Хмельницкий	2,1	4,0	4,5	5,3	6,1	6,4	6,4	6,6	5,4	4,2	2,2	1,7	1644.	717.
23	Черкасы	2,0	4,3	4,7	5,6	6,7	7,1	7,0	7,2	5,8	4,3	2,2	1,8	1755.	747.
24	Чернигов	1,7	3,1	4,0	5,4	6,3	6,7	6,5	6,5	5,2	3,7	1,8	1,3	1566.	630.
25	Черновцы	2,2	3,5	4,1	5,1	5,5	5,7	6,0	6,5	5,2	4,3	2,6	1,8	1572.	710.
26	Ялта	2,6	3,5	4,7	5,9	6,7	7,3	7,7	8,0	6,9	5,1	3,9	2,6	1893.	821.

Данные рассчитаны на основе архива погодных данных NASA 2008-2015гг. При расчете предполагалось, что коллектор установлен под углом 45 градусов к горизонту, строго в направлении на Юг.

Примечания:

- 1 - средняя дневная мощность одного коллектора MVK001 в каждом отдельном месяце, для каждого из приведенных городов Украины.
- 2 - суммарная теплопроизводительность коллектора MVK001 за календарный год для каждого из приведенных городов Украины.
- 3 - суммарная теплопроизводительность за отопительный сезон коллектора MVK001, а именно с октября по апрель (включительно).



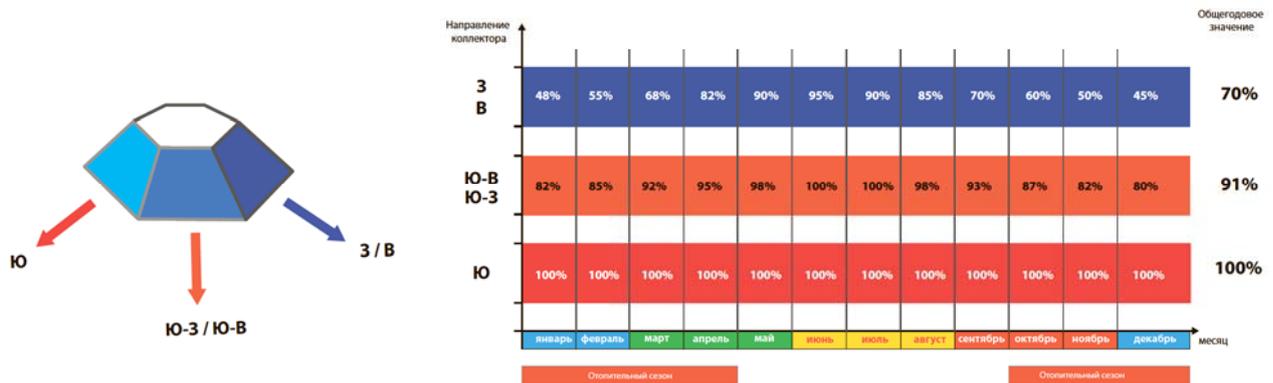
Указанные в таблицах данные по теплопроизводительности коллекторов приведены для оптимального расположения: коллектор установлен под углом 45 градусов к горизонту, строго в направлении на Юг.

Но в жизни редко попадаетея крыша, которая идеально соответствует требуемым условиям. Для оценки изменения теплопроизводительности коллектора при изменении угла к горизонту, и по азимуту, приводим следующие таблицы:

Таблица №10. Зависимость изменения производительности коллектора от угла наклона:



Таблица №11. Зависимость изменения производительности коллектора при отклонении от направления на Юг:



Пример №1

Крыша дома в г. Одесса, на которой будут размещены коллекторы, имеет уклон 30°, и направлена на Юго-Запад. Как изменится производительность коллекторного поля.

Планируется установить 4 коллектора МКФ001.

Итак, при расположении на Юго-Запад, коллекторы произведут 91% от того количества энергии, которое могло бы быть, если бы они смотрели на Юг.

Уменьшение угла наклона с 45° до 30° суммарно за год уменьшит производительность коллекторов со 100% до 93%. Зимой производительность этих коллекторов упадет, но летом, наоборот, увеличится.

Итоговая производительность коллекторов за год будет следующая:

$$Q_{\text{итого}} = 1823 \text{ кВт/(колл.*год)} * 4 \text{ шт.} * 0,93 * 0,91 = 6171 \text{ кВт/год}$$

Примечание:

Если крыша дома плоскостью направлена на Запад или Восток, то коллекторы надо располагать под как можно более меньшим углом к горизонту. Естественно, такое расположение коллекторов пригодно только для приготовления ГВС летом.

Если задача коллекторов поддерживать отопление в отопительный сезон, то необходимо располагать и под более крутым углом. Для всесезонной работы коллекторы должны располагаться под углом 40°-50° к горизонту.



Есть дом, площадью 350 м², который располагается под Киевом. Стены дома - из газобетонных блоков, снаружи выполнено утепление пенопластом (5 см).

В доме будет 140 м² «теплого пола», остальная площадь отапливается радиаторами. В доме будет проживать 4 человека.

Необходимо рассмотреть разные варианты топочной с разными источниками тепла, оценить стоимость обвязки таких топочных и эксплуатационные расходы на отопление за год.

Итоговые потребности дома:

Потребитель тепла	Макс. тепловая мощность, кВт/ч	Годовая потребность, кВт/год
Отопление	16,8	35`595,0
1) Радиаторное отопление	7,7	16`314,0
2) Теплый пол	9,1	19`281,0
Горячая вода	26,0 (приоритет, 300л)	10`046,0
Итого:	26,0	45`641,0

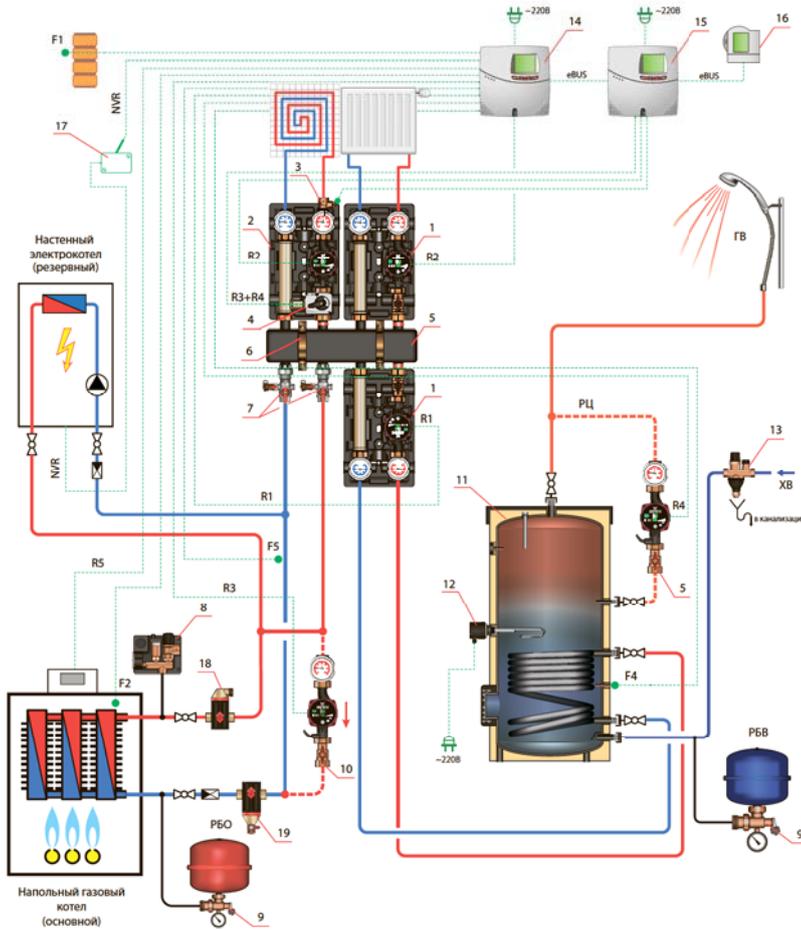
Примечание:

Расчеты по определению максимальных нагрузок дома и годовых потребностей приведены в «Справочно-расчетном разделе» п. 1 Задача №6. «Частный дом 350 м²» **Определение тепловых нагрузок потребностей.**

Итоговая сводная таблица:

Вариант топочной	Топочная	Краткое описание варианта	Стоимость обвязки, евро с НДС	Стоимость эксплуатации за год, грн/год
1	Газовый чугунный котел (основной) и электрический котел (резервный)	Однотопочный чугунный котел не может модулировать мощность, имеет ресурс работы 15 - 20 лет.	3`773.	50`342.
2	Настенный газовый котел (основной) и электрический котел (резервный)	Настенный газовый котел может модулировать мощность (оптимизирует расход газа в межсезонье), имеет ресурс работы 7-10 лет.	3`032.	44`599.
3	Настенный газовый конденсационный котел (основной) и электрический котел (резервный)	Настенный конденсационный котел может модулировать мощность (оптимизирует расход газа в межсезонье), уменьшает расход газа за счет получения дополнительного тепла от конденсации водяных паров из дымовых газов, требует построение схемы для понижения температуры обратной линии. Котел имеет ресурс работы 7-10 лет.	3`056.	35`669.
4	Твердотопливный котел с ручной загрузкой (основной) и настенный газовый котел (на подхвате)	Твердотопливный котел с ручной загрузкой дров (угля, брикетов), позволяет получать относительно дешевое тепло для отопления, но он требует постоянное присутствие контролирующего человека на объекте. Если вовремя не подкинуть топливо, то система переключается на теплоснабжение от настенного газового котла. Котел имеет ресурс работы 15-20 лет.	6`434.	21`177.
5	Пеллетный котел (основной), настенный конденсационный газовый котел (резервный), геосистема для приготовления ГВС на плоских коллекторах МФК001.	Пеллетный котел может работать автоматически, но стоимость тепла за счет сжигания пеллет получается дороже, чем от дров, но дешевле, чем от газа. Периодически требуется загружать пеллеты в бункер и чистить его от золы. Если пеллетный котел перестал выдвигать тепло, система переводится на теплоснабжение от газа. Котел имеет ресурс работы 15-20 лет.	10`387.	30`404.
6	Пеллетный котел (основной), электрический котел (резервный), самосливная геосистема для поддержки отопления и ГВС на плоских коллекторах FKF-240-V.	То же самое, что и в варианте №5, только вместо газового котла - электрический, и в солнечные дни приготовление ГВС и поддержка теплого пола от геосистемы. Котел имеет ресурс работы 15-20 лет, солнечные коллекторы имеют ресурс - 30 лет.	20`039.	26`811.
7	Электрический котел (ночной тариф), настенный газовый котел (на подхвате).	При оформлении «ночного тарифа» на электроэнергию, можно получить существенное снижение стоимости 1 кВт тепловой энергии не только во время действия тарифа, но и использовать накопленное тепло несколько часов после его окончания. Котел имеет ресурс работы 7-10 лет.	8`169.	26`508.
8	Воздушный тепловой насос (основной), газовый конденсационный котел (пиковый)	При использовании воздушного теплового насоса, при правильно оформленном электроотоплении, получается очень дешевая стоимость тепловой энергии в течении большей части отопительного сезона. Только в самые холодные дни будет подключаться газовый котел, для покрытия пиковых потребностей в тепле. Данное решение требует использования низкотемпературных систем отопления. Тепловой насос имеет ресурс работы 10-15 лет, солнечные коллекторы имеют ресурс - 30 лет.	8`382.	15`388.
9	Грунтовый тепловой насос (основной), электрический котел (пиковый), вакуумные коллекторы MVK001 для поддержки отопления и ГВС.	Использование грунтового теплового насоса совместно с поддержкой отопления вакуумными коллекторами позволяет получить еще более низкую стоимость тепловой энергии, чем в варианте №8. Тепловой насос имеет ресурс работы 10-15 лет, солнечные коллекторы имеют ресурс - 30 лет.	54`345.	9`039.

**Вариант №1. Газовый чугунный напольный котел (основной),
электрический котел (резервный)**



- Обозначения:**
- 1 - прямая группа D-UK Ду 25 мм, с насосом Grundfos Alfa2 25-60.
 - 2 - смесительная группа D-МК Ду 25 мм, с насосом Grundfos Alfa2 25-60, подача справа.
 - 3 - вставка с гильзой для датчика температуры.
 - 4 - 3-х точечный сервомотор ~220 В.
 - 5 - настенный коллектор Meibes на 3 контура.
 - 6 - консоли для настенного монтажа коллектора Meibes.
 - 7 - отсечная арматура насосной группы D-UK/МК с кранами для слива/заполнения.
 - 8 - группа безопасности (манометр, автоматический воздухоотводчик, предохранительный клапан 3 бар).
 - 9 - MAG-вентиль (узел для подключения/отключения расширительного бака РБ и контроля давления как внутри системы, так и внутри бака).
 - 10 - монтажный комплект тип S (Ду 25 мм, 2 шаровых крана, обратный клапан, накидные гайки, прокладки, термометр), насос не входит в состав монтажного комплекта.
 - 11 - бак ГВС HUCH EBS-PU 300, объемом 300 л, эмалированный, с одним греющим змеевиком, фланцем для ревизии и местом для установки ТЭНа.
 - 12 - ТЭН 3 кВт, ~220В.
 - 13 - группа безопасности бойлера Ду 20, 8 бар (запорный вентиль, предохранительный клапан 8 бар, обратный клапан).
 - 14 - погодозависимый контроллер HZR-C, базовый.
 - 15 - погодозависимый контроллер HZR-E, расширительный.
 - 16 - комнатный датчик температуры DFW с удаленным управлением контуром.
 - 17 - промежуточное реле 12В/220В.
 - 18 - сепаратор воздуха FlamcoVent Smart 1".
 - 19 - сепаратор грязи Flamco Clean Smart 1".
 - F1 - датчик наружной температуры.
 - F2-F8 - погружные датчики трубопроводов (или емкостей).
 - РБО - расширительный бак системы отопления.
 - РБВ - расширительный бак системы санитарного водоснабжения.

Описание работы системы:

Контроллер HZR-C управляет газовым напольным котлом, как основным источником тепла. Если основной котел не достигает расчетной температуры в течении определенного времени при определенной температуре наружного воздуха, то автоматически включается электрический котел. Электрический котел является резервным.

В первую очередь (приоритетно) автоматика нагревает бойлер ГВС. Котел при работе на ГВС работает на максимальной температуре, потребители отопления не работают.

При работе на отопление, автоматика высчитывает минимально-достаточную температуру котла для данной погоды, чтобы теплоотдающая способность радиаторов и теплого пола были соизмеримы с теплопотерями самого дома.

Это приводит к тому, что уменьшается доля остаточного тепла, которое выбрасывается с дымовыми газами, котел включается только при реальной потребности в тепле, уменьшаются технологические потери тепла в магистральных трубопроводах. Таким образом, котел работает максимально эффективно и экономично.

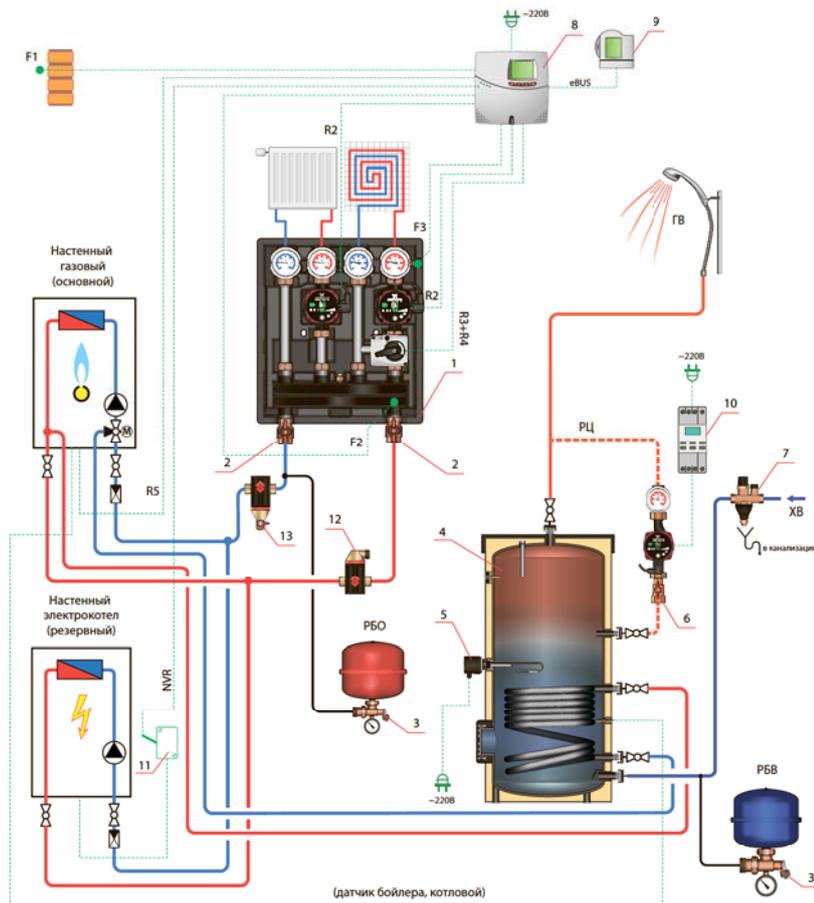
Линия рециркуляции управляется контроллером по временному каналу, и включается только в те периоды, когда жильцы с наибольшей вероятностью будут пользоваться горячей водой. В периоды, когда использование горячей воды маловероятно, рециркуляция не работает (например, ночью, когда все спят). Это экономит существенный объем энергоресурсов.

Датчик DFW позволяет изменять настройки климата из жилой комнаты, а также найти индивидуальную характеристику теплопотерь именно для дома, в котором располагается котельная.

Примечание:
Расчет энергопотребления данной котельной приведен в «Справочно-расчетном разделе» п.2 Задача №6. «Частный дом 350 м²». Вариант №1.

пп	Артикул	Наименование	Цена, евро с НДС	Кол-во, шт.	Стоимость, евро с НДС
1	101.10.025.03GFP	Прямая насосная группа D-UK, Ду 25 мм с насосом Grundfos Alfa2 25-60	369,81	2,0	739,62
2	101.20.025.03GFP	Смесительная насосная группа D-МК, Ду 25 мм с насосом Grundfos Alfa2 25-60, подача справа	436,77	1,0	436,77
3	90256.50P	Вставка с гильзой для датчика температуры Ду 25 мм	15,61	1,0	15,61
4	66341	Сервомотор ~220В, 3-х точечное управление.	95,94	1,0	95,94
5	66301.2	Коллектор на 3 контура, Meibes.	201,45	1,0	201,45
6	66337.3	Комплект консолей для настенного монтажа коллектора Meibes	22,34	1,0	22,34
7	45401.1	Отсечная арматура насосной группы D-UK/МК с кранами для слива/заполнения	86,80	1,0	86,80
8	66065	Группа безопасности котла	49,73	1,0	49,73
9	69088	MAG-вентиль для подключения расширительного бака (BP 3/4" или 1")	71,77	2,0	143,54
10	61130	Монтажный комплект S для насоса Ду 25	43,46	2,0	86,92
11	14596	Эмалированный бак EBS-PU 300, объемом 300л	805,90	1,0	805,90
12	09905	ТЭН, мощностью 3 кВт, ~230В.	200,03	1,0	200,03
13	6925B.80PE	Группа безопасности бака ГВС, объемом до 500л	81,79	1,0	81,79
14	7R5R5	Погодозависимый контроллер HZR-C	307,93	1,0	307,93
15	7R5R4	Погодозависимый контроллер HZR-E	257,24	1,0	257,24
16	7RDFW	Комнатный цифровой термостат DFW	123,41	1,0	123,41
17	7RK1R1	Реле 12В/220В	29,39	1,0	29,39
F1	20TAPR	Датчик наружной температуры Pt-1000	26,37	1,0	26,37
F2, F3, ...	45111.52	Датчик Pt-1000	15,66	4,0	62,64
Итого:					3 773,42

Вариант №2. Настенный газовый котел (основной), электрический котел (резервный)



Примечание:
Расчет энергопотребления данной котельной приведен в «Справочно-расчетном разделе» п.3 Задача №6.
«Частный дом 350 м²». Вариант №2.

Обозначения:

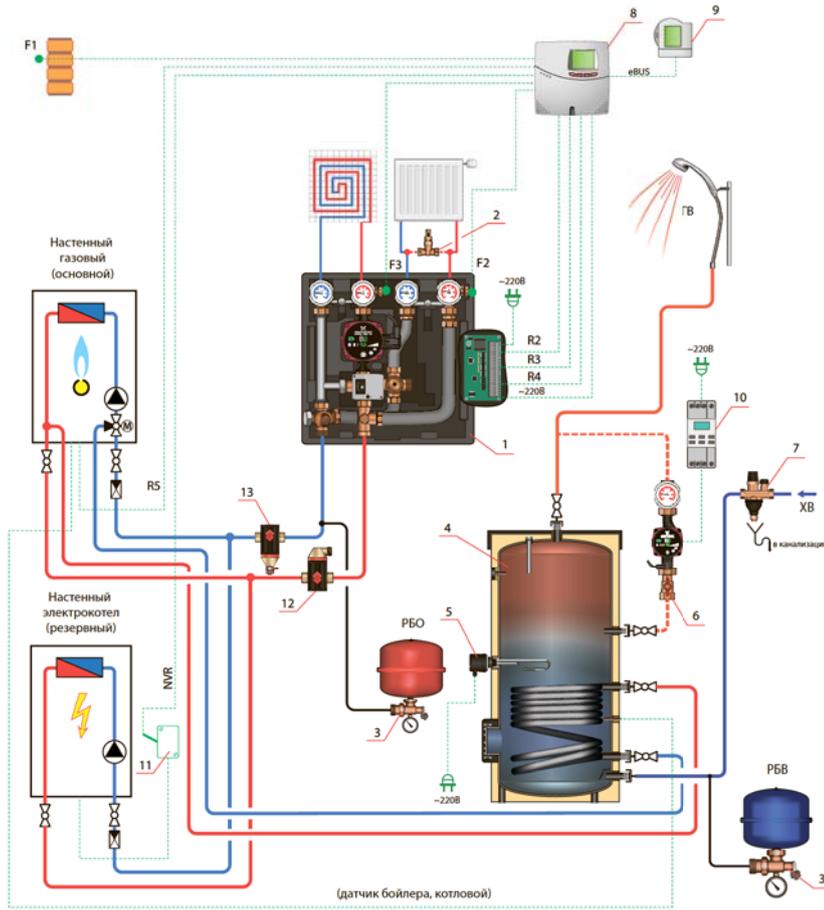
- 1- узел KombiMix UK/МК (прямой контур с насосом Grundfos Alfa2L 15-60, смесительный контур с насосом Grundfos Alfa2L 15-60 и приводом смесителя арт. 66341, распределительный коллектор с открываемым перепуском). Максимальная нагрузка на контур ~20 кВт, суммарная нагрузка не более 40 кВт, габариты В 460 мм х Ш 410 мм х Г 261 мм.
 - 2 - отсечной шаровый кран 1" ВР х 1" ВР.
 - 3 - MAG-вентиль (узел для подключения/отключения расширительного бака РБ и контроля давления как внутри системы, так и внутри бака).
 - 4 - бак ГВС HUCH EBS-PU 300, объемом 300 л, эмалированный, с одним греющим змеевиком, фланцем для ревизии и местом для установки ТЭНа.
 - 5 - ТЭН 3 кВт, ~220 В.
 - 6 - монтажный комплект тип S (Ду 25 мм, 2 шаровых крана, обратный клапан, накидные гайки, прокладки, термометр), насос не входит в состав монтажного комплекта.
 - 7 - группа безопасности бойлера Ду 20, 8 бар (запорный вентиль, предохранительный клапан 8 бар, обратный клапан).
 - 8 - погодозависимый контроллер HZR-C, базовый.
 - 9 - комнатный датчик температуры DFW с удаленным управлением контуром.
 - 10 - программируемое временное реле (недельная программа) ~220 В.
 - 11 - промежуточное реле 12В/220В.
 - 12 - сепаратор воздуха FlamcoVent Smart 1".
 - 13 - сепаратор грязи Flamco Clean Smart 1".
 - F1 - датчик наружной температуры.
 - F2-F8 - погружные датчики трубопроводов (или емкостей).
 - РБ0 - расширительный бак системы отопления.
 - РБВ - расширительный бак системы санитарного водоснабжения.
- Внимание:** Внутри коллектора насосно-смесительной группы необходимо открыть байпас, чтобы активировать функцию «гидрострелки». Более подробно - читайте инструкцию по KombiMix (www.meibes.ua).

Описание работы системы:

Контроллер HZR-C управляет одноконтурным газовым настенным котлом, как основным источником тепла. Если основной котел не достигает расчетной температуры в течение определенного времени при определенной температуре наружного воздуха, то автоматически включается электрический котел. Электрический котел является резервным. Нагрев бойлера ГВС контролирует электронная плата газового котла, и в первую очередь (приоритетно) переключает при помощи встроенного 3-х ходового клапана движение теплоносителя на змеевик бойлера. Котел при работе на ГВС работает на максимальной температуре, пока в бойлере не будет достигнута заданная температура. После нагрева бойлера котел переключается для работы на систему отопления, и начинает управляться от погодозависимого контроллера HZR-C. При работе на отопление, автоматика вычисляет минимально-достаточную температуру котла для данной погоды, чтобы теплоотдающая способность радиаторов и теплого пола были соизмеримы с теплопотерями самого дома. Это приводит к тому, что уменьшается доля остаточного тепла, которое выбрасывается с дымовыми газами, котел включается только при реальной потребности в тепле, уменьшаются технологические потери тепла в магистральных трубопроводах. Таким образом, котел работает максимально эффективно и экономично. Линия рециркуляции управляется отдельным программируемым по времени реле, и включается только в те периоды, когда жильцы с наибольшей вероятностью будут пользоваться горячей водой. В периоды, когда использование горячей воды маловероятно, рециркуляция не работает (например, ночью, когда все спят). Это экономит существенный объем энергоресурсов. Датчик DFW позволяет изменять настройки климата из жилой комнаты, а также найти индивидуальную характеристику теплопотерь именно для дома, в котором располагается котельная.

пп	Артикул	Наименование	Цена, евро с НДС	Кол-во, шт.	Стоимость, евро с НДС
1	26102.1	Насосно-смесительный узел KombiMix UK/МК с насосами Alfa 2L 15-60	1'102,51	1,0	1'102,51
2	61950.1	Отсечной шаровый кран 1" ВР х 1" ВР	17,29	2,0	34,58
3	69088	MAG-вентиль для подключения расширительного бака (ВР 3/4" или 1")	71,77	2,0	143,54
4	14596	Эмалированный бак EBS-PU 300, объемом 300л	805,90	1,0	805,90
5	09905	ТЭН, мощностью 3 кВт, ~230В.	200,03	1,0	200,03
6	61130	Монтажный комплект S для насоса Ду 25	43,46	1,0	43,46
7	6925B.80PE	Группа безопасности бака ГВС, объемом до 500л	81,79	1,0	81,79
8	7R5R5	Погодозависимый контроллер HZR-C	307,93	1,0	307,93
9	7RDFW	Комнатный цифровой термостат DFW	123,41	1,0	123,41
10	5M1C23	Временное реле MICRO 2000, ~230В	102,18	1,0	102,18
11	7RK1R1	Реле 12В/220В	29,39	1,0	29,39
F1	20TAPR	Датчик наружной температуры Pt-1000	26,37	1,0	26,37
F2, F3	45111.52	Датчик Pt-1000	15,66	2,0	31,32
Итого:					3'032,41

Вариант №3. Настенный газовый конденсационный котел (основной),
электрический котел (резервный)



Примечание:
Расчет энергопотребления данной котельной приведен в «Справочно-расчетном разделе» п.4 Задача №6.
«Частный дом 350 м²». Вариант №3.

Обозначения:

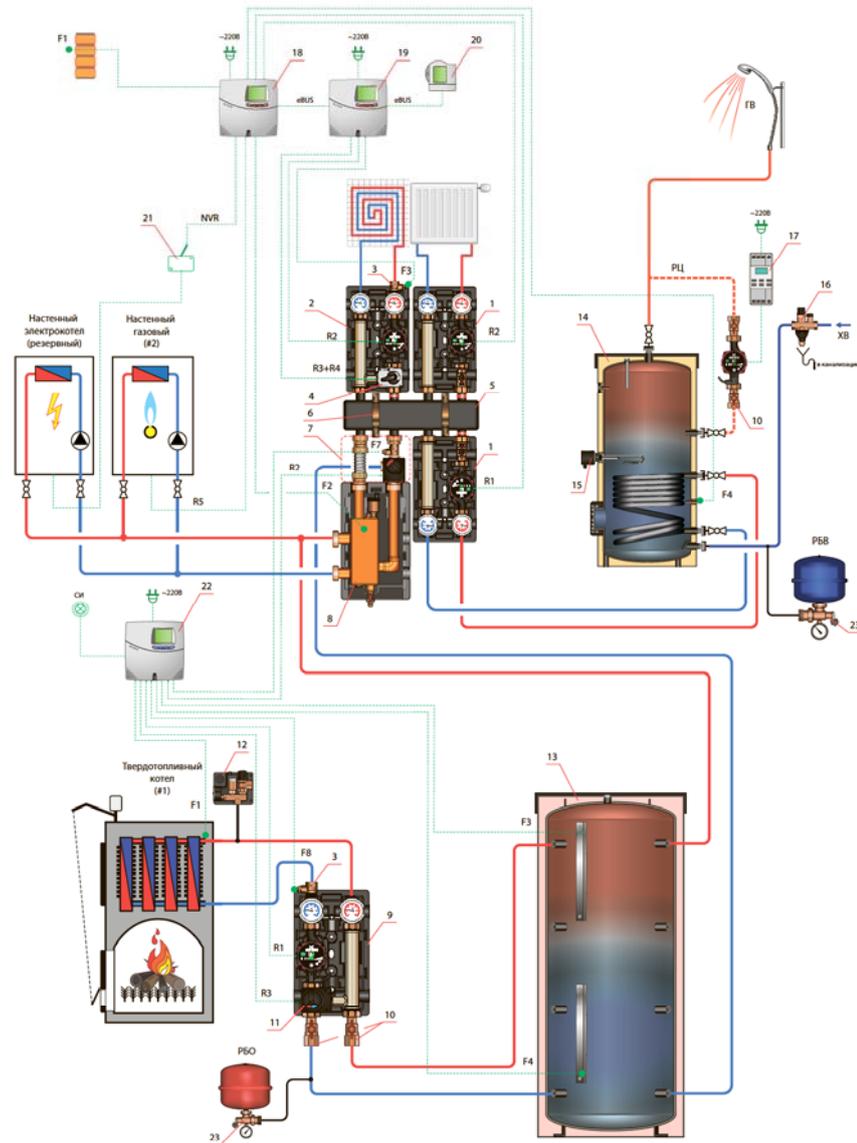
- 1- узел Condix для конденсационных котлов (прямой контур работает от котлового насоса, смесительный контур с насосом Grundfos Alfa2 15-60 и 5-ти ходовым смесителем с приводом). Максимальная нагрузка на контур -20 кВт, суммарная нагрузка не более 40 кВт, габариты В 420 мм х Ш 410 мм х Г 260 мм. Особенностью этого узла является доохлаждение обратной линии РО в контуре ТП для увеличения количества конденсата.
 - 2 - перепускной клапан 0,2...0,6 бар.
 - 3 - MAG-вентиль (узел для подключения/отключения расширительного бака РБ и контроля давления как внутри системы, так и внутри бака).
 - 4 - бак ГВС HUCH EBS-PU 300, объемом 300 л, эмалированный, с одним греющим змеевиком, фланцем для ревизии и местом для установки ТЭНа.
 - 5 - ТЭН 3 кВт, ~220 В.
 - 6 - монтажный комплект тип S (Ду 25 мм, 2 шаровых крана, обратный клапан, накидные гайки, прокладки, термометр). насос не входит в состав монтажного комплекта.
 - 7 - группа безопасности бойлера Ду 20, 8 бар (запорный вентиль, предохранительный клапан 8 бар, обратный клапан).
 - 8 - погодозависимый контроллер HZR-C, базовый.
 - 9 - комнатный датчик температуры DFW с удаленным управлением контуром.
 - 10 - программируемое временное реле (недельная программа) ~220В.
 - 11 - промежуточное реле 12В/220 В.
 - 12 - сепаратор воздуха FlamcoVent Smart 1".
 - 13 - сепаратор грязи Flamco Clean Smart 1".
 - F1 - датчик наружной температуры.
 - F2-F8 - погружные датчики трубопроводов (или емкостей).
 - РБО - расширительный бак системы отопления.
 - РБВ - расширительный бак системы санитарного водоснабжения.
- Внимание:** Узел Condix подключается у контроллера через специальную плату, которая идет в комплекте с Condix. (www.meibes.ua).

Описание работы системы:

Контроллер HZR-C управляет одноконтурным газовым настенным котлом, как основным источником тепла. Если основной котел не достигает расчетной температуры в течение определенного времени при определенной температуре наружного воздуха, то автоматически включается электрический котел. Электрический котел является резервным. Нагрев бойлера ГВС контролирует электронная плата газового котла, и в первую очередь (приоритетно) переключает при помощи встроенного 3-х ходового клапана движение теплоносителя на змеевик бойлера. Котел при работе на ГВС работает на максимальной температуре, пока в бойлере не будет достигнута заданная температура. После нагрева бойлера котел переключается для работы на систему отопления и начинает управляться от погодозависимого контроллера HZR-C. При работе на отопление, автоматика высчитывает минимально-достаточную температуру котла для данной погоды, чтобы теплоотдающая способность радиаторов и теплого пола были соизмеримы с теплопотерями самого дома. Это приводит к тому, что уменьшается доля остаточного тепла, которое выбрасывается с дымовыми газами, котел включается только при реальной потребности в тепле, уменьшаются технологические потери тепла в магистральных трубопроводах. Также узел Condix повторно прогоняет охлажденный в РО теплоноситель через контур ТП, чтобы максимально его охладить и получить более глубокий эффект конденсации в котле. Это, соответственно, максимально повышает КПД котла и уменьшает расход газа. Линия рециркуляции управляется отдельным программируемым по времени реле, и включается только в те периоды, когда жильцы с наибольшей вероятностью будут пользоваться горячей водой. В периоды, когда использование горячей воды маловероятно, рециркуляция не работает (например, ночью, когда все спят). Это экономит существенный объем энергоресурсов. Датчик DFW позволяет изменять настройки климата из жилой комнаты, а также найти индивидуальную характеристику теплопотерь именно для дома, в котором располагается котельная.

пп	Артикул	Наименование	Цена, евро с НДС	Кол-во, шт.	Стоимость, евро с НДС
1	26100.1	Насосно-смесительный модуль Condix для конденсационных котлов с насосом Grundfos Alfa2 15-60, 5-ти ходовым смесителем с приводом и управляющей платой.	1`136,80	1,0	1`136,80
2	69070.5	Настраиваемый перепускной клапан 0,1...0,6 бар	23,94	1,0	23,94
3	69088	MAG-вентиль для подключения расширительного бака (3P 3/4" или 1")	71,77	2,0	143,54
4	14596	Эмалированный бак EBS-PU 300, объемом 300л	805,90	1,0	805,90
5	09905	ТЭН, мощностью 3 кВт, ~230В.	200,03	1,0	200,03
6	61130	Монтажный комплект S для насоса Ду 25	43,46	1,0	43,46
7	6925B.80PE	Группа безопасности бака ГВС, объемом до 500л	81,79	1,0	81,79
8	7R5R5	Погодозависимый контроллер HZR-C	307,93	1,0	307,93
9	7RDFW	Комнатный цифровой термостат DFW	123,41	1,0	123,41
10	5M1C23	Временное реле MICRO 2000, ~230В	102,18	1,0	102,18
11	7RK1R1	Реле 12В/220В	29,39	1,0	29,39
F1	20TAPR	Датчик наружной температуры Pt-1000	26,37	1,0	26,37
F2, F3, F4, F5	45111.52	Датчик Pt-1000	15,66	2,0	31,32
Итого:					3`056,06

Вариант №4. Твердотопливный котел с ручной загрузкой (основной), настенный газовый котел (на подхвате)



Обозначения:

- 1- прямая группа D-УК Ду 25 мм, с насосом Grundfos Alfa2 25-60.
- 2 - смесительная группа D-МК Ду 25 мм, с насосом Grundfos Alfa2 25-60, подача справа.
- 3 - вставка с гильзой для датчика температуры.
- 4 - 3-х точечный сервомотор ~220 В.
- 5 - настенный коллектор Meibes на 3 контура.
- 6 - консоли для настенного монтажа котла Meibes.
- 7 - комплект врезки 3-х ходового смесителя em3-25-12 с приводом ST-10R/230;
- 8 - гидравлическая стрелка МНК 25, 2 м³/ч.
- 9 - смесительная группа D-МК Ду 25 мм, с насосом Grundfos Alfa2 25-60, подача слева.
- 10 - монтажный комплект тип В (Ду 25 мм, 2 шаровых крана, обратный клапан, накидные гайки, прокладки), насос не входит в комплект поставки.
- 11 - электрический сервомотор ST10-R, 220В, для переключения 3-х ходового смесителя между крайними положениями.
- 12 - группа безопасности (манометр, автоматический воздухоотводчик, предохранительный клапан 3 бар).
- 13 - буферный накопитель PS ECO 800 л.
- 14 - бак ГВС HUCH EB5-PU 300, объемом 300 л, эмалированный, с одним греющим змеевиком, фланцем для ревизии и местом для установки ТЭНа.
- 15 - ТЭН 3 кВт, ~220 В.
- 16 - группа безопасности бойлера Ду 20, 8 бар (запорный вентиль, предохранительный клапан 8 бар, обратный клапан).
- 17 - программируемое временное реле (недельная программа) ~220 В.
- 18 - погодозависимый контроллер HZR-C, базовый.
- 19 - погодозависимый контроллер HZR-E, расширительный.
- 20 - комнатный датчик температуры DFW с удаленным управлением котуром.
- 21 - промежуточное реле 12В/220 В.
- 22 - дифференциально-температурный регулятор Sol Max.
- 23 - MAG-вентиль (узел для подключения/отключения расширительного бака РБ и контроля давления как внутри системы, так и внутри бака).
- РБО - расширительный бак системы отопления.
- РБВ - расширительный бак системы санитарного водоснабжения.
- СИ - световой индикатор, который загорается в случае заканчивания тепла от дров.

Примечания:

- 1) Буферный накопитель подбирается из соотношения 20...55 л на 1 кВт мощности твердотопливного котла.
- 2) Расчет энергопотребления данной котельной приведен в «Справочно-расчетном разделе» п.5. Задача №6. «Частный дом 350 м²». Вариант №4.

Описание работы системы:

Контроллер HZR-C управляет одноконтурным газовым настенным котлом, как основным источником тепла. Если основной котел не достигает расчетной температуры в течении определенного времени при определенной температуре наружного воздуха, то автоматически включается электрический котел. Электрический котел является резервным.

Точкой измерения контроллером значения котловой температуры является гидравлическая стрелка МНК 25, и в которой происходит обмен тепловой энергией между контурами циркуляции потребителей и источниками тепла, но гидравлические импульсы насосов контуров не передаются друг другу. Таким образом температура внутри гидравлической стрелки является равновесной, т.е. она является следствием теплового баланса между источниками и потребителями тепла.

При работе на отопление, контроллер HZR-C высчитывает минимально-достаточную температуру газового котла для данной погоды, чтобы теплоотдающая способность радиаторов и теплого пола были соизмеримы с теплопотерями самого дома.

Это приводит к тому, что уменьшается доля остаточного тепла, которое выбрасывается с дымовыми газами, котел включается только при реальной потребности в тепле, уменьшаются технологические потери тепла в магистральных трубопроводах.

Также в системе есть твердотопливный котел, как источник деше-

вой тепловой энергии дров. Однако его работа требует присутствия человека (закладка топлива, розжиг, чистка котла), и соблюдение определенных правил накопления и выгрузки тепла в систему отопления:

1) Котельная должна иметь источник бесперебойного электроснабжения минимум на 5-6 часов, либо систему аварийного охлаждения котла.

2) Котел должен быть оснащен группой защиты от низкотемпературной коррозии, чтобы не допускать длительного поступление в котел теплоносителя с температурой ниже 65°C. Без такой группы котел будет часто требовать сервисного обслуживания, резко сокращается его срок эксплуатации, может неожиданно треснуть теплообменник котла.

3) Для сжигания дров с максимальным КПД, необходимо между твердотопливным котлом и потребителями тепла установить буферную емкость. Это нужно из-за того, что мощность твердотопливного котла регулируется только при помощи воздушной заслонки, которая регулирует количество воздуха для горения. Если возникает ситуация, что котел дает больше тепла, чем потребляет система отопления (в межсезонье часть термостатов на отопительных приборах закрывается), то в котле прикрывается воздушная заслонка. Это приводит к тому, что горение в нем продолжается с «недогаром», т.е. дрова сгорают только на половину. Вторая половина дров улетает в дымовую трубу в виде горючего газа СО.

Вариант №4. Твердотопливный котел с ручной загрузкой (основной), настенный газовый котел (на подхвате)

Если между твердотопливным котлом и системой отопления установят буферный накопитель, то он будет аккумулировать все тепло, поступающее из котла, а система отопления забирает тепло по необходимости.

Таким образом, дрова сжигаются с максимальной эффективностью, нет перерасхода дров, и периоды между загрузками дров в котел увеличиваются.

Для управления загрузкой буферной емкости теплом от твердотопливного котла и выгрузки накопленного тепла в систему отопления, используется дифференциально-температурный регулятор Sol Max. Он выполняет следующие функции:

- 1) Включает насос твердотопливного котла, если котел горячий. Если в котле прогорели дрова - насос выключается.
- 2) Контролирует температуру обратной линии котла, подмешивая горячий теплоноситель из подающей линии котла.
- 3) Контролирует загрузку теплом буферной емкости.
- 4) Подключает буферную емкость в обратную линию системы отопления, если температура последней ниже на определенное количество градусов относительно верхней части буферной емкости. Отключает буферную емкость, если она отдала системе отопления все накопленное тепло.

Таким образом, пока буферная емкость нагрета, насосы потребителей тепла забирают тепло на свои нужды из нее. Поскольку емкость может быть нагрета до 90°C, все контуры отопления должны быть смесительными. Это нужно для того, чтобы в систему отопления отбиралось только нужное количество тепла и в буферной емкости не перемешивались слои с разной температурой.

Поскольку отобранный из буфера подогретый теплоноситель проходит через гидрострелку, то на время выгрузки тепла из буферной

емкости другие котлы будут остановлены регулятором HZR-C.

Они включатся только тогда, когда тепло в буферной емкости закончится.

В этот момент регулятор Sol Max подает питание на световой индикатор (лампочку), и ответственный за работу котла человек будет знать, что тепло от дров закончилось. Пока он не загрузит дрова, теплоснабжение дома будет осуществляться от газового котла.

Нагрев бака ГВС управляется отопительным регулятором HZR-C. Если буфер подключен регулятором Sol Max к системе отопления, то бойлер полностью или частично греется за счет дров.

Линия рециркуляции управляется отдельным программируемым по времени реле, и включается только в те периоды, когда жильцы с наибольшей вероятностью будут пользоваться горячей водой. В периоды, когда использование горячей воды маловероятно, рециркуляция не работает (например, ночью, когда все спят). Это экономит существенный объем энергоресурсов.

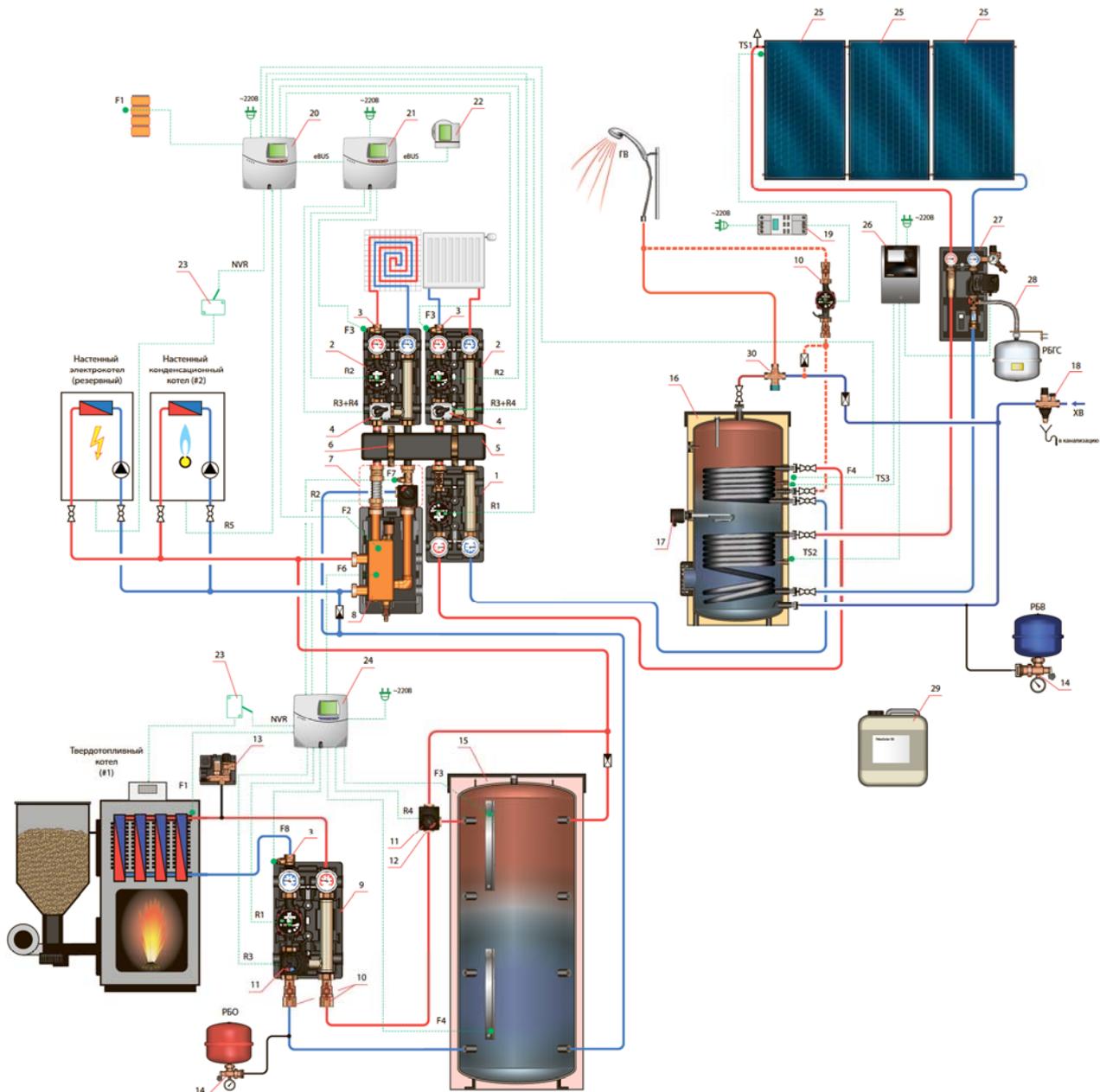
Датчик DFW позволяет изменять настройки климата из жилой комнаты, а также найти индивидуальную характеристику теплопотерь именно для дома, в котором располагается котельная.

Данная схема позволяет расходовать газ только в дешевом тарифе, когда в доме никого нет, или некому подбрасывать дрова. Как только начинает полноценно работать твердотопливный котел, газовый котел выключается. Электрический котел нужен для подстраховки на случай форс-мажорных обстоятельств.

Примечание: Хозяин дома самостоятельно контролирует использование газа в пределах льготного тарифа.

пп	Артикул	Наименование	Цена, евро с НДС	Кол-во, шт.	Стоимость, евро с НДС
1	101.10.025.03GFP	Прямая насосная группа D-UK, Ду 25 мм с насосом Grundfos Alfa2 25-60	369,81	2,0	739,62
2	101.20.025.03GFP	Смесительная насосная группа D-МК, Ду 25 мм с насосом Grundfos Alfa2 25-60, подача справа	436,77	1,0	436,77
3	90256.50P	Вставка с гильзой для датчика температуры Ду 25 мм	15,61	1,0	15,61
4	66341	Сервомотор ~220В, 3-х точечное управление.	95,94	1,0	95,94
5	66301.2	Коллектор на 3 контура, Meibes.	201,45	1,0	201,45
6	66337.3	Комплект консолей для настенного монтажа коллектора Meibes	22,34	1,0	22,34
7	em3-25-12 Pack	Комплект врезки 3-х ходового смесителя Ду 25мм с приводом ST-10R/230	337,91	1,0	337,91
8	66391.2	Гидравлическая стрелка МНК 25, 2 м³/ч, Ду 25 мм.	242,37	1,0	242,37
9	101.20.025.03GFP	Смесительная насосная группа D-МК, Ду 25 мм с насосом Grundfos Alfa2 25-60, подача слева	436,77	1,0	436,77
10	61821.0	Монтажный комплект тип В, Ду 25 мм, без насоса	40,23	2,0	80,46
11	ST10-R/230	Электрический сервомотор ST10-R	176,62	1,0	176,62
12	66065	Группа безопасности котла	49,73	1,0	49,73
13	26196	Буферный накопитель PS ECO 800, объемом 800л, с изоляцией	1'053,00	1,0	1'053,00
14	14596	Эмалированный бак EBS-PU 300, объемом 300л	805,90	1,0	805,90
15	09905	ТЭН, мощностью 3 кВт, ~230В.	200,03	1,0	200,03
16	6925B.80PE	Группа безопасности бака ГВС, объемом до 500л	81,79	1,0	81,79
17	5M1C23	Временное реле MICRO 2000, ~230В	102,18	1,0	102,18
18	7R5R5	Погодозависимый контроллер HZR-C	307,93	1,0	307,93
19	7R5R4	Погодозависимый контроллер HZR-E	257,24	1,0	257,24
20	7RDFW	Комнатный цифровой термостат DFW	123,41	1,0	123,41
21	7RK1R1	Реле 12В/220В	29,39	1,0	29,39
22	3R2H8	Дифф.-температурный регулятор Sol Max	357,91	1,0	357,91
23	69088	МАГ-вентиль для подключения расширительного бака (ВР 3/4" или 1")	71,77	2,0	143,54
F1	20TAPR	Датчик наружной температуры Pt-1000	26,37	1,0	26,37
F2, F3, ...	45111.52	Датчик Pt-1000	15,66	7,0	109,62
Итого:					6'433,90

Вариант №5. Пеллетный котел (основной), настенный газовый конденсационный котел (резервный), гелиосистема для поддержки ГВС на плоских коллекторах MFK001.



Обозначения:

- 1- прямая группа D-UK Ду 25 мм, с насосом Grundfos Alfa2L 25-60.
- 2- смесительная группа D-MK Ду 25 мм, с насосом Grundfos Alfa2L 25-60, подача слева.
- 3- вставка с гильзой для датчика температуры.
- 4- 3-х точечный сервомотор ~220В.
- 5- настенный коллектор Meibes на 3 контура.
- 6- консоли для настенного монтажа коллектора Meibes.
- 7- комплект врезки 3-х ходового смесителя em3 -25-12 с приводом ST-10R/230.
- 8- гидравлическая стрелка MNK 25, 2 м³/ч.
- 9- смесительная группа D-MK Ду 25 мм, с насосом Grundfos Alfa2 25-60, подача слева.
- 10- монтажный комплект тип В (Ду 25 мм, 2 шаровых крана, обратный клапан, накидные гайки, прокладки), насос не входит в комплект поставки.
- 11- электрический сервомотор ST10-R, 220В, для переключения 3-х ходового смесителя между крайними положениями.
- 12- 3-х ходовой смеситель EM3-25-12, ВР 1°.
- 13- группа безопасности (манометр, автоматический воздухоотводчик, предохранительный клапан 3 бар).
- 14- MAG-вентиль (узел для подключения/отключения расширительного бака РБ и контроля давления как внутри системы, так и внутри бака).
- 15- буферный накопитель РС ECO 500л.
- 16- бак ГВС HUCH ESS-PU 300, объемом 300л, эмалированный, с одним греющим змеевиком, фланцем для ревизии и местом для установки ТЭНа.

- 17- ТЭН 3 кВт, ~220В.
- 18- группа безопасности бойлера Ду 20, 8 бар (запорный вентиль, предохранительный клапан 8 бар, обратный клапан).
- 19- программируемое временное реле (недельная программа) ~220В.
- 20- погодозависимый контроллер HZR-C, базовый.
- 21- погодозависимый контроллер HZR-E, расширительный.
- 22- комнатный датчик температуры DFW с удаленным управлением контуром.
- 23- промежуточное реле 12В/220В.
- 24- дифференциально-температурный регулятор Sol Max.
- 25- плоский солнечный коллектор MFK001.
- 26- дифф.-температурный регулятор Basic Pro (включен в состав станции 27).
- 27- двухтрубная солнечная насосная станция S 3/4" с сепаратором воздуха и регулятором 26 (включен в состав станции).
- 28- подключение расширительного сосуда с MAG-вентилем.
- 29- теплоноситель RekaSolar 50, канистра 20л.
- 30- термостатический смеситель ГВС, «защита от ошпаривания»
- F1- датчик наружной температуры.
- F2-F8- погружные датчики трубопроводов (или емкостей).
- TS1-TS3- погружные датчики трубопроводов (или емкостей).
- РБ0- расширительный бак системы отопления.
- РБВ- расширительный бак системы санитарного водоснабжения.
- РБГС- расширительный бак гелиосистемы.

Примечания:

- 1) В отличие от предыдущего варианта №4, в данной схеме исполь-

зован твердотопливный котел, работающий на пеллетах. Такой котел может включаться по команде от автоматики, и сам подавать топливо для горения из специального бункера. В зависимости от размера бункера, такой котел может автономно работать до 1 недели, но потом все равно его придется чистить от золы, и досыпать пеллеты.

2) Буферный бак для работы с пеллетным котлом подбирается из соотношения 10л на 1 кВт мощности котла.

3) Пеллетный котел в данной схеме подключен по «буферно-бай-пассной» схеме, когда теплоноситель из котла (при достаточной температуре) в первую очередь поставляется на гидравлическую стрелку (минуя бак), а после прогрева гидрострелки избыточное тепло направляется на хранение в буферную емкость.

3) Расчет энергопотребления данной котельной приведен в «Справочно-расчетном разделе» п.6 Задача №6. «Частный дом 350 м²», Вариант №5.

**Вариант №5. Пеллетный котел (основной),
настенный газовый конденсационный котел (резервный),
гелиосистема для поддержки ГВС на плоских коллекторах MFK001.**

Описание работы системы:

В данной схеме ведущим котлом является пеллетный котел, который сжигает гранулированные древесные опилки (пеллеты). Преимущества данного решения следующие:

- 1) стоимость тепла, полученного от правильно сожженных пеллет, дешевле, чем стоимость тепла от газа вне льготного тарифа.
 - 2) пеллетный котел не требует постоянного присутствия человека, он подает топливо и разжигается автоматически.
- Работа пеллетного котла контролируется регулятором Sol Max (24) по степени загрузки буферной емкости (15) теплом. Это связано с тем, что пеллетный котел должен работать только в высокотемпературном режиме (90°C/70°C), и после розжига и разогрева имеет определенное количество остаточного тепла. Система отопления работает в низкотемпературном режиме, параметры которого зависят от текущей погоды. Поэтому буферная емкость служит тем звеном, которая связывает между собой две разнотемпературные системы.

Также регулятор Sol Max управляет загрузкой тепла от пеллетного котла в буферную емкость (15), защищает пеллетный котел от низкотемпературной коррозии, и подключает/отключает буферную емкость (15) к системе отопления при наличии/отсутствии в ней температурного потенциала относительно температуры обратной линии системы отопления.

Если пеллетный котел имеет температуру выше, чем гидрострелка (F6), то регулятор Sol Max перенаправляет по «буферно-байпасной схеме» тепло прямо в гидрострелку, минуя буферный бак. В буферный бак будет направлено избыточное тепло, после того, как пеллетный котел нагреет гидрострелку до максимальной температуры.

Система отопления находится под управлением погодозависимого регулятора HZR-C (20) с регулятором-расширением HZR-E(21). Эти контроллеры высчитывают минимально допустимую температуру подающей линии для каждого отопительного контура, чтобы выровнять способность отопительных приборов отдавать тепло со способностью дома терять тепло. Соответственно, контроллер HZR-C(20), который управляет газовым котлом и электрическим котлом, следит за тем, чтобы в гидрострелке (8) не упала температура ниже определенной отметки для текущей погоды. Если буферная емкость выгружает тепло, то в гидрострелку поступает высокотемпературный теплоноситель, котлы остаются выключенными, а смесительные насосные группы D-MK 25 (2), берут порцию горячего теплоносителя, отдают порцию хорошо охлажденного теплоносителя. Циркуляция контуров при этом замкнута на смесителях в насосных группах. Это исключает ненужное перемешивание слоев в буферной емкости.

Точкой измерения контроллером значения котловой температуры является (F2) гидравлическая стрелка МНК 25 (8), и в которой происходит обмен тепловой энергией между контурами циркуляции потребителей и источников тепла. Но гидравлические импульсы насосов контуров не передаются друг другу. Таким образом, температура внутри гидравлической стрелки является равновесной, т.е. она является следствием теплового баланса между источниками и потребителями тепла.

Если буферная емкость остыла, регулятор Sol Max (24) отключает ее от системы отопления, температура в гидравлической стрелке постепенно упадет, регулятор включит газовый котел, и будет им держать расчетную температуру в заданном диапазоне. Это приводит к тому, что уменьшается доля остаточного тепла, которое выбрасывается с дымовыми газами, котел включается только при реальной потребности в тепле, уменьшаются технологические потери тепла в магистральных трубопроводах. Если газовый котел не достигает расчетной температуры в течении определенного времени при определенной температуре наружного воздуха, то автоматически

включается электрический котел. Электрический котел является резервным.

Нагрев бака ГВС управляется от отопительным регулятором HZR-C (20). Если буфер подключен регулятором Sol Max к системе отопления, то бойлер полностью или частично греется за счет пеллет.

В солнечное время горячая вода греется за счет солнечной энергии. Для этого в систему интегрирован гелиоконтур на основе 3-х коллекторов MFK001 (25).

Такое решение позволяет аккумулировать солнечное тепло в баке ГВС, и не включать котельную установку летом на нагрев бака ГВС, если тепла в баке достаточно. В межсезонье такая гелиоустановка позволит уменьшать потребление платных энергоносителей на нужды ГВС.

Линия рециркуляции управляется отдельным программируемым по времени реле, и включается только в те периоды, когда жильцы с наибольшей вероятностью будут пользоваться горячей водой. В периоды, когда использование горячей воды маловероятно, рециркуляция не работает (например, ночью, когда все спят). Это экономит существенный объем энергоресурсов.

Датчик DFW (22) позволяет изменять настройки климата из жилой комнаты, а также найти индивидуальную характеристику теплопотерь именно для дома, в котором располагается котельная.

Данная схема позволяет расходовать газ только в дешевом тарифе, когда в бункере пеллетного котла закончилось топливо. Как только начинает полноценно работать пеллетный котел, газовый котел выключается. Электрический котел нужен для подстраховки на случай форс-мажорных обстоятельств.

Примечание: Хозяин дома контролирует наличие пеллет в бункере раз в несколько дней (зависит от мощности котла и объема бункера), и чистит топку пеллетного котла раз в неделю от золы.

Внимание: Пеллеты должны быть качественными!

Подбор гелиополя:

Для подключения гелиополя к баку ГВС, необходимо выбрать бивалентный бак, т.е. бак, имеющий 2 греющих змеевика: верхний - котловой, нижний - солнечный.

Такая конфигурация змеевиков обусловлена следующим:

теплая вода легче холодной, и поднимается вверх. Значит, вверх у патрубка забора горячей воды и котлового змеевика будет всегда подогретая вода, и если будет необходимость догреть воду в баке ГВС отопительной водой, то котлу надо будет сжечь топливо, только для покрытия недостающей температуры, а не греть весь бак полностью.

В качестве бака ГВС выбран бак ESS-PU 300, который имеет солнечный змеевик площадью 1,4 м². Максимальная площадь гелиополя, которое может быть подключено к данному змеевику, не должно превышать 5-ти кратную площадь солнечного змеевика.

$$F_{\text{max.гелио}} = F_{\text{сол.то}} * 5 = 1,4 \text{ м}^2 * 5 = 7,0 \text{ м}^2$$

Апертурная площадь одного коллектора MFK001 составляет $F_{\text{MFK001}} = 2,3 \text{ м}^2$. Значит, к нижнему змеевику бака SSH 300 мы можем подключить следующее количество коллекторов:

$$n_{\text{колл}} = F_{\text{max.гелио}} / F_{\text{MFK001}} = 7,0 \text{ м}^2 / 2,3 \text{ м}^2 = 3,0 \text{ шт.}$$

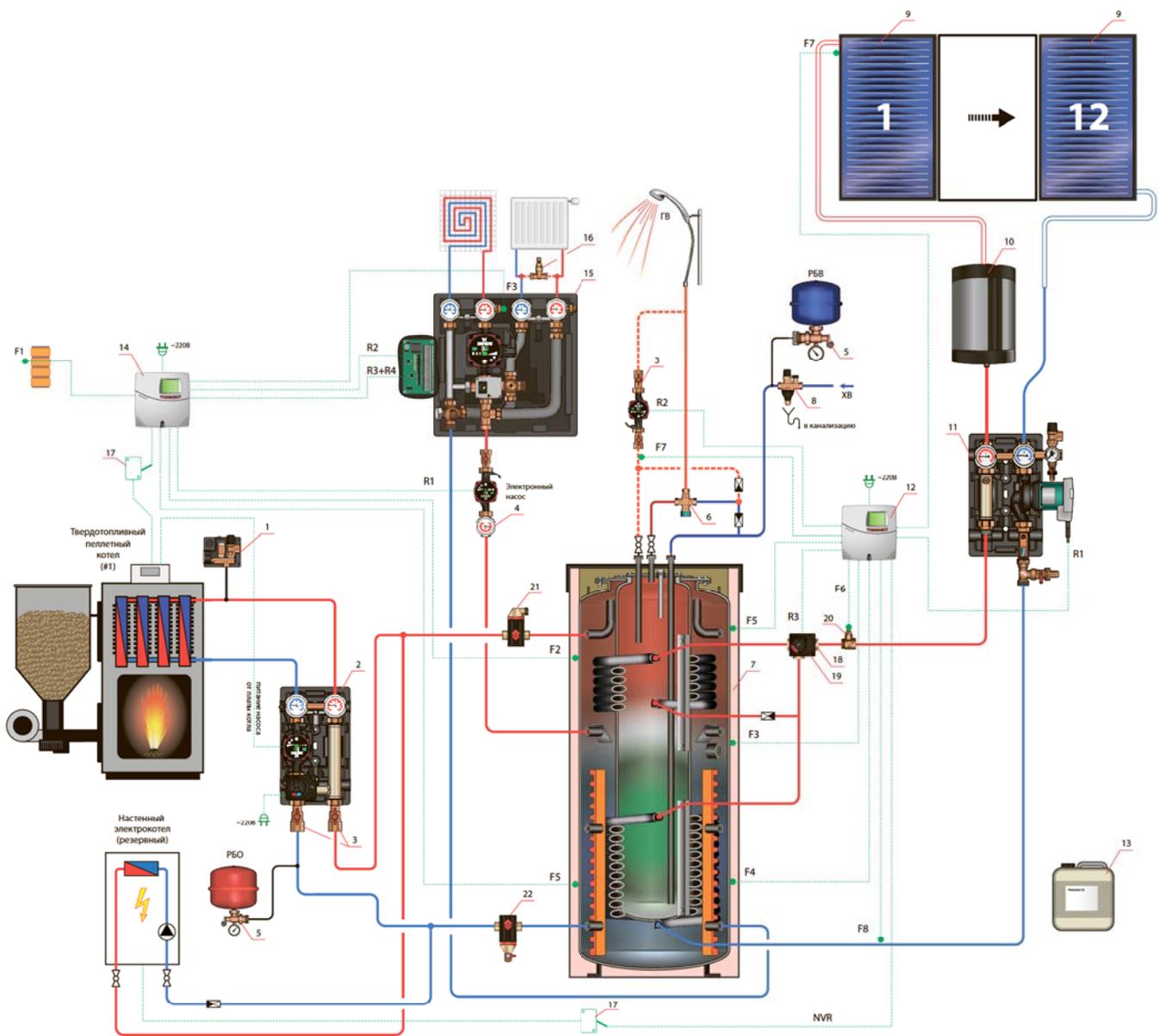
Используемый в данной гелиосистеме регулятор Basic Pro может загружать тепло от нагретых коллекторов в бак ГВС, перегревать бак ГВС, чтобы не дать коллекторам закипеть, и выхолаживать бак ночью, если он днем был перегрет, и не было отбора горячей воды. Именно поэтому патрубок ГВ должен быть оснащен термостатом для защиты потребителя от ошпаривания.

**Вариант №5. Пеллетный котел (основной),
настенный газовый конденсационный котел (резервный),
гелиосистема для поддержки ГВС на плоских коллекторах MFK001.**

пп	Артикул	Наименование	Цена, евро с НДС	Кол-во, шт.	Стоимость, евро с НДС
1	101.10.025.02GFP	Прямая насосная группа D-UK, Ду 25 мм с насосом Grundfos Alfa2L 25-60	350,10	1,0	350,10
2	101.20.025.02GFPL	Смесительная насосная группа D-MK-L, Ду 25 мм с насосом Grundfos Alfa2L 25-60, подача слева	380,84	2,0	761,68
3	90256.50P	Вставка с гильзой для датчика температуры Ду 25 мм	15,61	2,0	31,22
4	66341	Сервомотор ~220В, 3-х точечное управление.	95,94	2,0	191,88
5	66301.2	Коллектор на 3 контура, Meibes.	201,45	1,0	201,45
6	66337.3	Комплект консолей для настенного монтажа коллектора Meibes	22,34	1,0	22,34
7	em3-25-12 Pack	Комплект врезки 3-х ходового смесителя Ду 25мм с приводом ST-10R/230	337,91	1,0	337,91
8	66391.2	Гидравлическая стрелка МНК 25, 2 м³/ч, Ду 25 мм.	242,37	1,0	242,37
9	101.20.025.03GFPL	Смесительная насосная группа D-MK, Ду 25 мм с насосом Grundfos Alfa2 25-60, подача слева	436,77	1,0	436,77
10	61821.0	Монтажный комплект тип В, Ду 25 мм, без насоса	40,23	2,0	80,46
11	ST10-R/230	Электрический сервомотор ST10-R	176,62	2,0	353,24
12	EM3-25-12	3-х ходовой смеситель Ду 25мм, K _v 12,0	77,82	1,0	77,82
13	66065	Группа безопасности котла	49,73	1,0	49,73
14	69088	MAG-вентиль для подключения расширительного бака (BP 3/4" или 1")	71,77	2,0	143,54
15	27067	Буферный накопитель PS ECO 500, объемом 500л, с изоляцией	839,59	1,0	839,59
16	14598	Эмалированный бак ESS-PU 300, объемом 300л	903,75	1,0	903,75
17	09905	ТЭН, мощностью 3 кВт, ~230В.	200,03	1,0	200,03
18	6925B.80PE	Группа безопасности бака ГВС, объемом до 500л	81,79	1,0	81,79
19	5M1C23	Временное реле MICRO 2000, ~230В	102,18	1,0	102,18
20	7R5R5	Погодозависимый контроллер HZR-C	307,93	1,0	307,93
21	7R5R4	Погодозависимый контроллер HZR-E	257,24	1,0	257,24
22	7RDFW	Комнатный цифровой термостат DFW	123,41	1,0	123,41
23	7RK1R1	Реле 12В/220В	29,39	1,0	29,39
24	3R2H8	Дифф.-температурный регулятор Sol Max	357,91	1,0	357,91
25	45311.2	Плоский солнечный коллектор MFK001, с площадью апертуры 2,3 м².	750,20	3,0	2'250,60
25а	45311.201	Соединительный набор для плоского коллектора MFK001 (3/4")	40,02	1,0	40,02
25б	45311.102	Базовый комплект крепежных реек TRP №2 MFK для 2-х солнечных коллекторов MFK 001	104,35	1,0	104,35
25в	45311.101	Дополнительный набор крепежных реек TRPN#1 MFK для 3-его солнечного коллектора MFK001	60,46	1,0	60,46
25г	45311.107	Базовый монтажный комплект на базе универсальных анкеров (<0° для установки первых 2-х коллекторов MFK001)	201,66	1,0	201,66
25д	45311.106	Дополнительный монтажный комплект на базе универсальных анкеров (<0° для установки 3-его коллектора MFK001)	76,19	1,0	76,19
25е	45311.103	Зажимной комплект для соединения 2-х крепежных реек	31,47	1,0	31,47
26	45111.56	Дифф.-температурный регулятор BASIC PRO	236,64	1,0	236,64
27	45705.6	Солнечная насосная группа 5 3/4" с насосом Grundfos Solar 15-65, сепаратором воздуха (без регулятора)	342,77	1,0	342,77
28	66326.13	Группа для подключения расширительного бака к системе солнечных панелей	40,72	1,0	40,72
29	100.50.000.01Y	Солнечный теплоноситель PeKaSolar50, канистра 50 л.	100,95	2,0	201,90
30	69050.5	Термостатический смеситель ГВС	74,32	1,0	74,32
РБГС	16063	Расширительный бак для гелиосистем Flexcon Solar 25 л	59,44	1,0	59,44
F1	20TAPR	Датчик наружной температуры Pt-1000	26,37	1,0	26,37
F2, F3, ...	45111.52	Датчик Pt-1000	15,66	10,0	156,60
				Итого:	10'387,24

Задача №6: «Частный дом 350 м²»

Вариант №6. Пеллетный котел (основной),
электрический котел (резервный),
самосливающая гелиосистема Drain Back для поддержки отопления и приготовления ГВС на плоских коллекторах FKF-240-V.



Примечание:

Подбор гелиосистемы и расчет энергопотребления данной котельной приведен в «Справочно-расчетном разделе» п.7 Задача №6. «Частный дом 350 м²». Вариант №6.

Обозначения:

- 1 - группа безопасности (манометр, автоматический воздухоотводчик, предохранительный клапан 3 бар).
- 2 - насосная группа D-MTRE с насосом Grundfos Alfa2L 25-60 для защиты твердотопливного котла от низкотемпературной коррозии.
- 3 - монтажный комплект тип В (Диу 25 мм, 2 шаровых крана, обратный клапан, накидные гайки, прокладки), насос не входит в комплект поставки.
- 4 - монтажный комплект тип S (Диу 25 мм, 2 шаровых крана, обратный клапан, накидные гайки, прокладки, термометр), насос не входит в состав монтажного комплекта.
- 5 - MAG-вентиль (узел для подключения/отключения расширительного бака РБ и контроля давления как внутри системы, так и внутри бака).
- 6 - термостатический смеситель ГВС, «защита от ошпаривания».
- 7 - комбинированный бак SKSE-2 1051/200, который состоит из 2 баков : буферный бак 1050л (снаружи) и бак ГВС 200л (внутри). Теплообмен между баками осуществляется по принципу «водяной рубашки». Также в баке имеется 2 змеевика для солнечных систем.
- 8 - группа безопасности бойлера Ду 20, 8 бар (запорный вентиль, предохранительный клапан 8 бар, обратный клапан).
- 9 - Плоский коллектор FKF-240-V, апертурной площадью 2,2 м² для самосливающих систем.
- 10 - емкость Drain Box для хранения теплоносителя в самосливающей системе с площадью коллекторного поля до 50м².

- 11 - солнечная насосная группа L1* (10-40 л/мин) с насосом Wilo Stratos PARA 25/1-11.
 - 12 - дифференциально-температурный регулятор Sol Max.
 - 13 - теплоноситель PeKaSolar50.
 - 14 - погодозависимый регулятор для пеллетных котлов HZR-P.
 - 15 - узел Condix (прямой контур работает от котлового насоса, смесительный контур с насосом Grundfos Alfa2 15-60 и 5-ти ходовым смесителем с приводом). Максимальная нагрузка на контур -20 кВт, суммарная нагрузка не более 40 кВт, габариты В420 мм х Ш410 мм х Г260 мм. Особенностью этого узла является доохлаждение обратной линии РО в контуре ТП для увеличения количества конденсата.
 - 16 - перепускной клапан 0,2...0,6 бар.
 - 17 - промежуточное реле 12В/220В.
 - 18 - 3-х ходовой смеситель EM3-25-12.
 - 19 - переключающий привод ST10-R/230.
 - 20 - вставка с гильзой для датчика температуры.
 - 21 - сепаратор воздуха FlamcoVent Smart 1*.
 - 22 - сепаратор грязи Flamco Clean Smart 1*.
 - F1 - датчик наружной температуры.
 - F2-F8 - погружные датчики трубопроводов (или емкостей).
 - PBO - расширительный бак системы отопления.
 - P6B - расширительный бак системы санитарного водоснабжения.
- Внимание:** Узел Condix подключается у контроллеру через специальную плату, которая идет в комплекте с Condix. (www.meibes.ua).

Под узлом Condix необходимо установить электронный насос, например Wilo Yonos 25/1-6 или Grundfos Alfa2 25-60. Этот насос при закрытии термоголовок на радиаторах будет уменьшать расход теплоносителя. Помимо экономии электроэнергии, это приведет к уменьшению перемешивания слоев с разной температурой в буферном баке.

**Вариант №6. Пеллетный котел (основной),
электрический котел (резервный),
самосливная гелиосистема Drain Back для поддержки отопления и приготовления
ГВ на плоских коллекторах FKF-240-V.**

Описание работы системы:

Основным источником тепла в данной схеме есть пеллетный котел. Присутствующий в схеме электрический котел является резервным. Это позволяет эксплуатировать котельную без постоянного присутствия человека.

Пеллетный котел имеет на борту свой регулятор, который управляет горелкой, и котловым насосом. Специальный регулятор HZR-P контролирует прогрев комбинированного бака (7) вверху (F2) и внизу (F5).

Если верх бака (F2) охладился до определенной температуры, то регулятор включает пеллетный котел, и держит его включенным, пока температура внизу бака (F5) не поднимется до нужного значения. Такая технология нагрева позволяет накапливать в нижней части емкости порцию охлажденного теплоносителя, и включать котел только тогда, когда для него есть большой фронт работы. Таким образом, решаются следующие проблемы использования пеллетного котла:

1) Котел имеет возможность прогреться, выйти на стационарный режим, и с максимальным КПД на максимальной мощности в высокотемпературном режиме выдать нужное количество тепла. Другими словами, котел в любое время года работает с максимальной эффективностью без тактований и пережога топлива.

2) В пеллетные котлы не допускается теплоноситель с температурой ниже 60°C, а, значит, пеллетные котлы могут работать только в режиме 80-60°C. За это отвечает насосная группа D-MTRE с термостатическим приводом. Она подмешивает теплоноситель в обратную линию из подающей линии, чтобы поднять температуру обратной линии. Если котел будет недогрет до нужной температуры, то эта насосная группа просто отсечет котел от комбинированной емкости.

3) С другой стороны, для экономного потребления тепловой энергии потребителями тепла, им требуется понижать температурный график в соответствии с погодными условиями. Находящаяся комбинированная емкость (7) между пеллетным котлом и потребителями тепла решает эту задачу.

Комбинированный бак (7) условно поделен на две части по вертикали:

- 1) Верхняя часть предназначена для аккумуляции тепла для приготовления ГВ.
- 2) Нижняя часть предназначена для аккумуляции тепла для отопления.

Все источники тепла являются высокотемпературными, поэтому подающая линия от них заведена в самый верх комбинированного бака (7), а обратная линия - в самый низ. Это сделано для того, чтобы обеспечить приоритетное снабжение теплом зоны приготовления ГВ. После того, как горячим теплоносителем будет заполнена верхняя зона ГВ (теплая вода всегда поднимается вверх), тепло дойдет и до нижней зоны.

Потребители тепла подключены к нижней части бака, чтобы исключить из контура циркуляции систем отопления то тепло, которое предназначено для приготовления горячей воды, и находится сверху.

Таким образом, если потребители тепла разберут все выделенное для них тепло, или им потребуется держать более холодный теплоноситель, то висящая сверху «подушка» горячего теплоносителя останется нетронутой. Перебоев с горячей водой не будет.

Для обеспечения циркуляции по отопительным контурам использован узел Condix (15) с предустановленным снизу электронным насосом.

Этот узел качественно выхолаживает теплоноситель, пропуская его вначале через контур РО, а потом доохлаждает его в ТП. Это приведет к тому, что возвращающийся теплоноситель в комбини-

рованный бак будет стремиться упасть на самое дно, и не будет участвовать в перемешивании слоев. Также использование узла Condix позволяет использовать управление от регулятора HZR-P без расширений. Это уменьшает стоимость решения.

Чтобы оценить качество охлаждения теплоносителя - см. таблицу №12.

Гелиосистема в данном решении подобрана для поддержания отопления (ТП) в демисезон, и для приготовления ГВ (летом полностью, в демисезон частично).

Коллекторы FKF-240-V (9) вместе с емкостью Drain Box (10) образуют самосливную систему, смысл которой заключается в том, что при выключении циркуляции в системе, теплоноситель сливается в емкость Drain Box, а коллекторы заполняются воздухом. В таком случае коллекторы могут стоять горячими под прямыми солнечными лучами, а теплоноситель защищен от перегрева. Дополнительная защита или закрытие части коллекторов не нужны.

Если коллекторы нагреты, а в баке-накопителе возникла потребность в тепле, то включается циркуляционный насос гелиоконтура, закачивает теплоноситель в солнечные коллекторы (9), и начинает вносить тепло из коллекторов в комбинированную емкость (7).

Если поступающий из коллекторов подогретый теплоноситель горячее верхней зоны бака (7), то он вначале заходит в верхний теплообменник, а потом поступает на доохлаждение в нижний теплообменник.

Если верхняя часть бака (7) горячее, чем солнечный теплоноситель, то, чтобы не выхолаживать зону ГВ, он перенаправляется смесителем (18) на нижний змеевик.

Полученное солнечное тепло поднимается на ту высоту внутри бака, где находится слой с таким же температурным потенциалом. Это тепло будет использовано там, где есть в нем наибольшая потребность.

Примечание:

Такая система позволяет максимально глубоко входить в отопительный сезон без использования котлов, и максимально быстро из него выходить с наступлением солнечной погоды.

В теплое время года потребности в тепле покрываются почти полностью за счет накопленной солнечной энергии.

Хозяин дома контролирует наличие пеллет в бункере раз в несколько дней (зависит от мощности котла и объема бункера), и чистит топку пеллетного котла раз в неделю от золы.

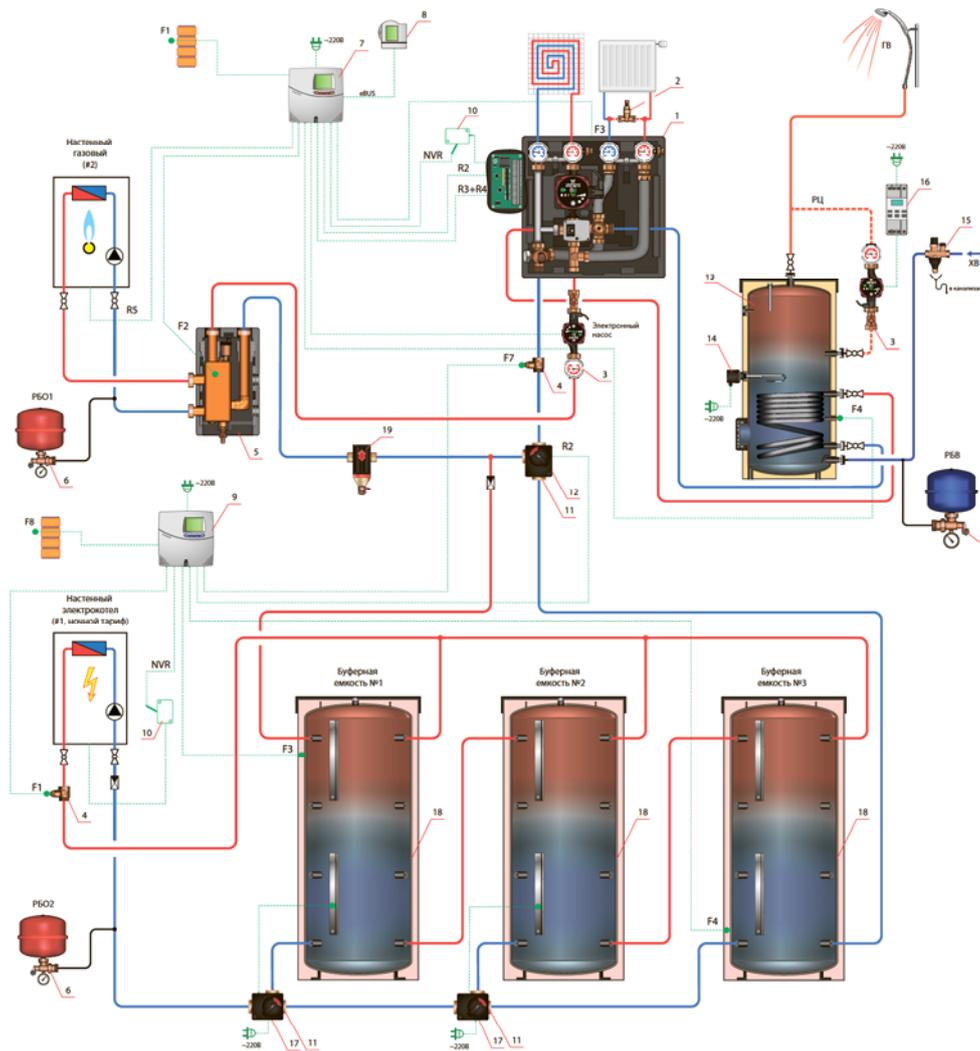
Внимание: Пеллеты должны быть качественными!

Задача №6: «Частный дом 350 м²»

**Вариант №6. Пеллетный котел (основной),
электрический котел (резервный),
самосливная гелиосистема Drain Back для поддержки отопления и приготовления
ГВС на плоских коллекторах FKF-240-V.**

пп	Артикул	Наименование	Цена, евро с НДС	Кол-во, шт.	Стоимость, евро с НДС
1	66065	Группа безопасности котла	49,73	1,0	49,73
2	103.20.025.02GFP	Смесительная насосная группа D-MTVE, Ду 25 мм, с насосом Grundfos Alfa2L 25-60	660,07	1,0	660,07
3	61821.0	Монтажный комплект тип В, Ду 25 мм, без насоса	40,23	2,0	80,46
4	61130	Монтажный комплект S для насоса Ду 25	43,46	1,0	43,46
5	69088	MAG-вентиль для подключения расширительного бака (BP 3/4" или 1")	71,77	2,0	143,54
6	69050.5	Термостатический смеситель ГВС	74,32	1,0	74,32
7	30438/28484	Комбинированный буфер SKSE-2 1051/200	3 822,83	1,0	3 822,83
8	6925B.80PE	Группа безопасности бака ГВС, объемом до 500л	81,79	1,0	81,79
9	1100113	Самосливной солнечный коллектор FKF-240-V, площадью 2,2 м ² .	717,81	12,0	8 613,72
9а	1310205	Комплект переходников Ду 22мм x HP 3/4"	24,89	1,0	24,89
9б	1310209	Комплект заглушек Ду 22 мм	20,28	1,0	20,28
9в	1300002	Комплект гибких соединений Ду 22 мм	48,89	11,0	537,79
9г	1400026	Базовый комплект алюминиевых реек для монтажа одного вертикального коллектора	50,02	11,0	550,22
9д	1400060	Дополнительный комплект алюминиевых реек	71,13	1,0	71,13
9е	1400022	Комплект для соединения реек между собой	14,70	11,0	161,70
9ж	1410012	Комплект универсальных анкеров	19,46	26,0	505,96
9з	1400024	Базовый комплект крепления реек к анкерам	9,90	6,0	59,40
9и	1400023	Дополнительный комплект креплений реек к анкерам	5,66	1,0	5,66
9к	1400020	Монтажный комплект боковых креплений	22,62	1,0	22,62
9л	1400021	Монтажный комплект креплений между коллекторами	12,87	11,0	141,57
9м	1400025	Комплект нижнего фиксатора на рейке	6,28	12,0	75,36
10	1600001	Самосливная емкость Drain Box для гелиополя до 50м ² .	948,28	1,0	948,28
11	45704.120WI	Солнечная станция L1" (10-40л/мин) с насосом Wilo Stratos Para 25/1-11	1 013,40	1,0	1 013,40
12	3R2H8	Дифф.-температурный регулятор Sol Max	357,91	1,0	357,91
13	100.50.000.01Y	Теплоноситель PeKaSolar50, канистра 20 л	100,95	2,0	201,90
14	HZR-P-P5-R5	Погодозависимый регулятор HZR-P	297,37	1,0	297,37
15	26100.1	Насосно-смесительный модуль Condix с насосом Grundfos Alfa2 15-60, 5-ти ходовым смесителем с приводом и управляющей платой.	1 136,80	1,0	1 136,80
16	69070.5	Настраиваемый перепускной клапан 0,2...0,6 бар	23,94	1,0	23,94
17	7RK1R1	Реле 12В/220В	29,39	2,0	58,78
18	EM3-25-12	3-х ходовой смеситель Ду 25мм, K _v 12,0	77,82	1,0	77,82
19	ST10-R/230	Электрический сервомотор ST10-R	176,62	1,0	176,62
Итого:					20 039,32

Вариант №7. Электрический котел (ночной тариф), Газовый конденсационный котел (на подхвате).



Обозначения:

- 1 - узел Condix (прямой контур работает от котлового насоса, смесительный контур с насосом Grundfos Alfa2 15-60 и 5-ти ходовым смесителем с приводом). Максимальная нагрузка на контур ~20 кВт, суммарная нагрузка не более 40 кВт, габариты В 420 мм х Ш 410 мм х Г 260 мм. Особенностью этого узла является доохлаждение обратной линии РО в контуре ТП.
 - 2 - перепускной клапан 0,2...0,6 бар.
 - 3 - монтажный комплект тип S (Ду 25 мм, 2 шаровых крана, обратный клапан, накидные гайки, прокладки, термометр), насос не входит в состав монтажного комплекта.
 - 4 - вставка с гильзой для датчика температуры.
 - 5 - гидравлическая стрелка МНК 25, 2 м³/ч.
 - 6 - МАГ-вентиль (узел для подключения/отключения расширительного бака РБ и контроля давления как внутри системы, так и внутри бака).
 - 7 - погодозависимый контроллер HZR-C, базовый.
 - 8 - комнатный датчик температуры DFW с удаленным управлением контуром.
 - 9 - дифференциально-температурный регулятор Sol Max.
 - 10 - промежуточное реле 12В/220В.
 - 11 - 3-х ходовой смеситель EM3-25-12.
 - 12 - переключающий привод ST10-R/230.
 - 13 - бак ГВС HUCH EBS-PU 300, объемом 300л, эмалированный, с одним греющим змеевиком, фланцем для ревизии и местом для установки ТЭНа.
 - 14 - ТЭН 3 кВт, ~220В.
 - 15 - группа безопасности бойлера Ду 20, 8 бар (запорный вентиль, предохранительный клапан 8 бар, обратный клапан).
 - 16 - программируемое временное реле (недельная программа) ~220В.
 - 17 - привод STM10/230 с датчиком температуры, вилкой и встроенным термостатом 20°C-80°C.
 - 18 - Буферная емкость PS ECO 1000, объемом 1000л.
 - 19 - сепаратор грязи Flamco Clean Smart 1".
 - F1, F8 - датчик наружной температуры.
 - F2-F7 - погружные датчики трубопроводов (или емкостей).
 - P601, P602 - расширительный бак системы отопления.
 - P6B - расширительный бак системы санитарного водоснабжения.
- Внимание:**
- 1) Узел Condix подключается у контроллеру через специальную плату, которая идет в комплекте с Condix (www.meibes.ua).
 - Под узлом Condix необходимо установить электронный насос, например Wilo Yonos 25/1-6 или Grundfos Alfa2 25-60. Этот насос при закрытии термоголовок на радиаторах будет уменьшать расход теплоносителя. Помимо экономии электроэнергии, это приведет к уменьшению перемешивания слоев с разной температурой в буферном баке.
 - 2) В данной схеме предполагается, что в каждом из настенных котлов есть предохранительный клапан.

Примечание:

Подбор оборудования и расчет энергопотребления данной котельной приведен в «Справочно-расчетном разделе» п.8 Задача №6. «Частный дом 350 м²». Вариант №7.

Описание работы системы:

В данной схеме основным источником тепла является электрокотел. Он работает в паре с накопительными баками, и имеет повышенную мощность, чтобы в период действия «ночного тарифа» не только топить дом за счет скидки на электроэнергию, но и накапливать тепло в баках накопителях. Когда время действия «ночного тарифа» закончится, котельная еще долгое время будет снабжаться теплом, которое было запасено в буферных емкостях.

Если спустя некоторое время накопленное тепло «ночного тарифа» закончится, то автоматика включит газовый котел, который стоит «на подхвате». Газовый котел в отопительный сезон работает на закрытие дефицита между потребностью дома в тепле, а летом только на приготовление ГВС.

В результате будет потребление энергоносителей только в границах льготных тарифов.

Система отопления, которая состоит из РО, ТП и ГВС снабжается теплоносителем через узел Condix (1), который имеет свойство глубоко выхолаживать обратную линию теплоносителя, пропуская его последовательно вначале через систему РО, а потом через систему ТП. Поскольку Condix нуждается в наличии внешнего котлового насоса, то под ним устанавливается электронный циркуляционный насос. Он обеспечит движение теплоносителя между гидрострелкой (5) и Condix (1), с забором тепла из буферных баков, если контроллер Sol Max (9) их подключит. Использование именно электронного котлового насоса обусловлено тем, что он увеличивает производительность при открытии термоклапанов на радиаторах, и уменьшает при их закрытии. Это позволит исключить ненужное

перемешивание слоев в буферных баках (18) и уменьшить количество остаточного низкопотенциального тепла в них.

Работой системы отопления, и включением газового котла управляет погодозависимый контроллер HZR-C (7). По температуре наружного воздуха он высчитывает минимальную температуру подающей линии РО, ТП, и, соответственно, котла. Это приводит к тому, что котел имеет больший КПД за счет более глубокого охлаждения дымовых газов, получения максимального количества конденсата, и, в конечном итоге, потребляет минимальное количество газа.

Также, изменяя температуру подающей линии в зависимости от температуры наружного воздуха, контроллер (7) выравняет теплоотдающую способность отопительных приборов с текущими теплопотерями дома. Это исключает возникновение перетопов в отапливаемых помещениях, делает внутридомовой климат комфортным, и исключает нецелевой перерасход тепловой энергии и энергоносителей.

Регулятор HZR-C (7) имеет комнатный датчик температуры DFW (8), который позволяет согласовывать теплогенерацию с фактической потребностью дома в тепле. Также при помощи датчика DFW (8) можно управлять внутридомовым климатом не входя в помещение котельной.

Параллельно с газовым котлом в системе присутствует электрокотел с системой буферных баков под управлением регулятора Sol Max (9).

**Вариант №7. Электрический котел (ночной тариф),
Газовый конденсационный котел (на подхвате).**

Эта система работает так: Если наступает временной период «ночного тарифа», а именно с 23 ч по 6 ч, то контроллер Sol Max проверяет температуру наружного воздуха датчиком F8. Если он определяет, что «за бортом» температура достаточно низкая (допустим, ниже 12°C), то он включает на период действия «ночного тарифа» электродкотел и загружает буферные баки теплом.

У первых двух баков стоят 3-х ходовые смесители (11) с термостатическими приводами (17). Они позволяют загрузить все 3 бака поочередно. Это позволяет остаточным теплом догреть баки до максимальной температуры. Если погода выдалась теплая, то будут догреты все три бака. Если погода будет холодная и ночью на отопление потребуется больше тепла, чем требуется, то количество нагретых баков уменьшается, но эти баки будут нагреты до максимально возможной температуры.

В то же время регулятор Sol Max (9) сравнивает температуру обратной линии, которая возвращается охлажденной из узла Condix (1), и верхнюю часть буферной ёмкости №1 (датчик F3, Sol Max).

Если бак оказывается горячее на 15°C, регулятор Sol Max при помо-

щи смесителя (11) с приводом (12) подключает баки (18) в контур циркуляции, перегретый теплоноситель попадает в гидрострелку (5), датчик отопительного контроллера (F2, HZR-C) видит превышение температуры и выключает котел. И пока буферные баки (18) нагреты, газовый котел стоит в режиме ожидания, не сжигая газ.

Когда баки (18) охлаждаются до такой температуры, когда не могут поддерживать отопление, то регулятор Sol Max (9) отключает их от контура циркуляции теплоносителя. Включается газовый котел и подхватывает теплоснабжение этого дома.

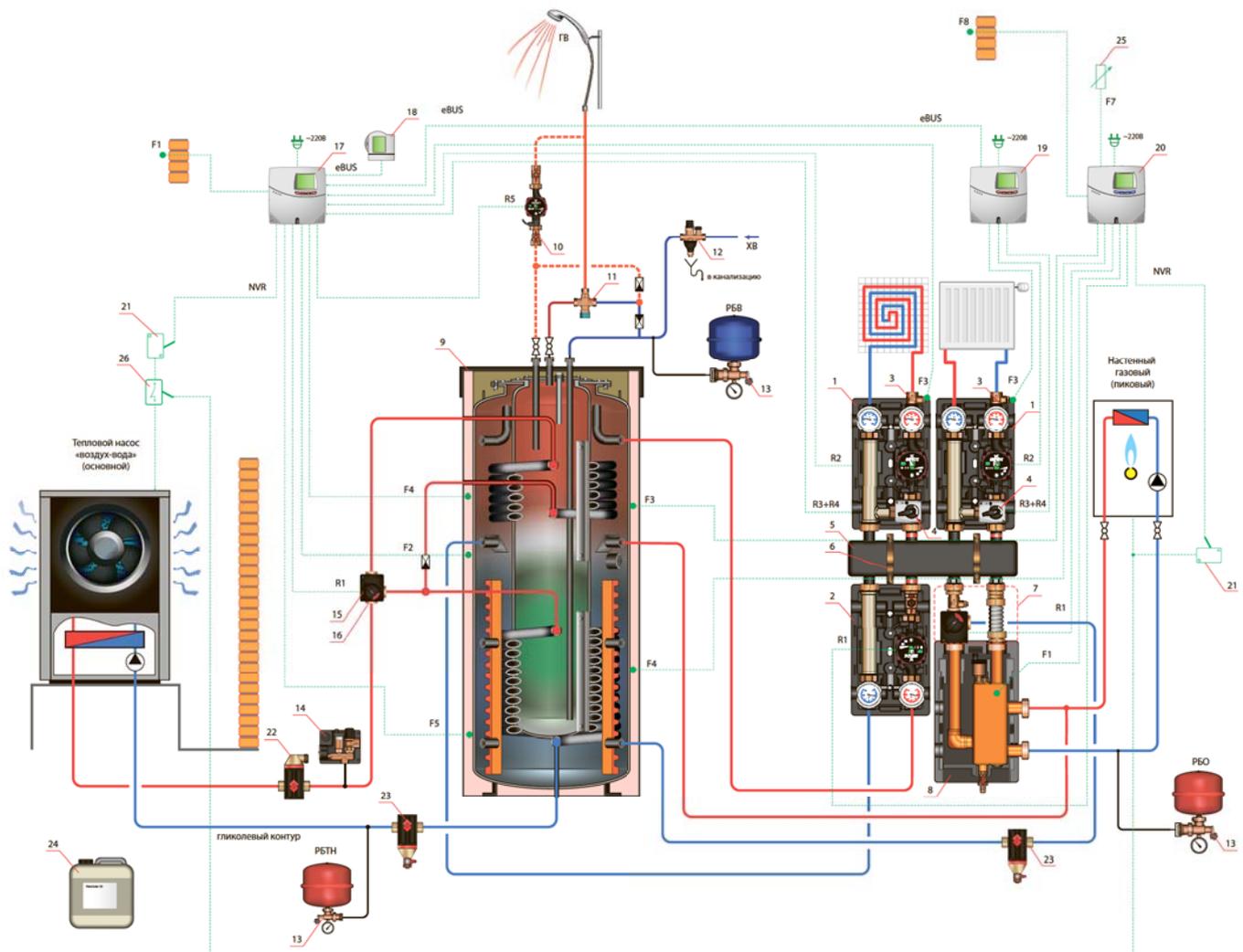
Бак ГВС греется приоритетно (РО и ТП в это время не работают) от узла Condix (1). Линия рециркуляции ГВ работает от таймера (16). Это позволяет включать ее только в прогнозируемый период пользования горячей водой, и оптимизировать затраты тепла.

Примечание: вместо газового котла может быть использован другой котел на любом виде топлива.

пп	Артикул	Наименование	Цена, евро с НДС	Кол-во, шт.	Стоимость, евро с НДС
1	26100.1	Насосно-смесительный модуль Condix с насосом Grundfos Alfa2 15-60, 5-ти ходовым смесителем с приводом и управляющей платой.	1`136,80	1,0	1`136,80
2	69070.5	Настраиваемый перепускной клапан 0,2...0,6 бар	23,94	1,0	23,94
3	61130	Монтажный комплект S для насоса Ду 25	43,46	2,0	86,92
4	90256.50P	Вставка с гильзой для датчика температуры Ду 25 мм	15,61	2,0	32,22
5	66391.2	Гидравлическая стрелка МНК 25, 2 м³/ч, Ду 25 мм.	242,37	1,0	242,37
6	69088	МАГ-вентиль для подключения расширительного бака (BP 3/4" или 1")	71,77	3,0	215,31
7	7R5R5	Погодозависимый контроллер HZR-C	307,93	1,0	307,93
8	7RDFW	Комнатный цифровой термостат DFW	123,41	1,0	123,41
9	3R2H8	Дифф.-температурный регулятор Sol Max	357,91	1,0	357,91
10	7RK1R1	Реле 12В/220В	29,39	2,0	58,78
11	EM3-25-12	3-х ходовой смеситель Ду 25мм, K _{vs} 12,0	77,82	3,0	233,46
12	ST10-R/230	Электрический сервомотор ST10-R	176,62	1,0	176,62
17	STM10/230	Электрический сервомотор STM10/230 с датчиком температуры и встроенным термостатом (20°C...80°C)	247,14	2,0	494,28
13	14596	Эмалированный бак EBS-PU 300, объемом 300л	805,90	1,0	805,90
14	09905	ТЭН, мощностью 3 кВт, ~230В.	200,03	1,0	200,03
15	6925B.80PE	Группа безопасности бака ГВС, объемом до 500л	81,79	1,0	81,79
16	5M1C23	Временное реле MICRO 2000, ~230В	102,18	1,0	102,18
18	26946	Буферный бак PS ECO 1000, объемом 1000 л	1`109,16	3,0	3`327,48
F1, F8	20TAPR	Датчик наружной температуры Pt-1000	26,37	2,0	52,74
F1-F7	45111.52	Датчик Pt-1000	15,66	7,0	109,62
Итого:					8`168,69

Meibesplus[®] Задача №6: «Частный дом 350 м²»

Вариант №8. Воздушный тепловой насос (основной), Газовый конденсационный котел (пиковый).



Примечание:

Подбор оборудования и расчет энергопотребления данной котельной приведен в «Справочно-расчетном разделе» п.9 Задача №6. «Частный дом 350 м²». Вариант №8.

Обозначения:

- 1 - смесительная группа D-МК Ду 25 мм, с насосом Grundfos Alfa2L 25-60, подача справа.
- 2 - прямая группа D-УК Ду 25 мм, с насосом Grundfos Alfa2L 25-60.
- 3 - вставка с гильзой для датчика температуры.
- 4 - 3-х точечный сервомотор ~220В.
- 5 - настенный коллектор Meibes на 3 контура.
- 6 - консоли для настенного монтажа коллектора Meibes.
- 7 - комплект врезки 3-х ходового смесителя ем3-25-12 с приводом ST-10R/230:
- 8 - гидравлическая стрелка МНК 25, 2 м³/ч.
- 9 - комбинированный бак SKSE-2 1301/200, который состоит из 2 баков : буферный бак 1300л (снаружи) и бак ГВС 200л (внутри). Теплообмен между баками осуществляется по принципу «водяной рубашки». Также в баке имеется 2 змеевика, которые будут использоваться для подключения гликолевого контура теплового насоса.
- 10 - монтажный комплект тип В (Ду 25 мм, 2 шаровых крана, обратный клапан, накидные гайки, прокладки), насос не входит в комплект поставки.
- 11 - термостатический смеситель ГВС, «защита от ошпаривания».
- 12 - группа безопасности бойлера Ду 20, 8 бар (запорный вентиль, предохранительный клапан 8 бар, обратный клапан).
- 13 - МАГ-вентиль (узел для подключения/отключения расширительного бака РБ и контроля давления как внутри системы, так и внутри бака).
- 14 - группа безопасности (манометр, автоматический воздухоотводчик, предохранительный клапан 3 бар).
- 15 - электрический сервомотор ST10-R, 220В, для переключения 3-х ходового смесителя между крайними положениями.
- 16 - 3-х ходовой смеситель EM3-25-12.
- 17 - погодозависимый контроллер HZR-P, базовый.

- 18 - комнатный датчик температуры DFW с удаленным управлением контуром.
- 19 - погодозависимый контроллер HZR-E, расширительный.
- 20 - дифференциально-температурный регулятор Sol Max.
- 21 - промежуточное реле 12В/220В.
- 22 - сепаратор воздуха FlamcoVent Smart 1".
- 23 - сепаратор шлама Flamco Clean Smart 1".
- 24 - теплоноситель PekaSolar 50, канистра 20л.
- 25 - резистор с переменным сопротивлением 0,9-1,5 кОм.
- 26 - нормальнозамкнутое реле 220В/220В.
- F1, F8 - датчик наружной температуры.
- F2-F5 - погружные датчики трубопроводов (или емкостей).
- Р60 - расширительный бак системы отопления.
- Р6ТН - расширительный бак незамерзающего контура теплового насоса.
- Р6В - расширительный бак системы санитарного водоснабжения.

Внимание: Предложенная в данном решении автоматика Meibes поддерживает точку бивалентности при наружной температуре до -20°C.

**Вариант №8. Воздушный тепловой насос (основной),
Газовый конденсационный котел (пиковый).**

Описание работы системы:

В данной схеме предполагается, что тепловой насос «воздух-вода» является основным источником тепла, который обеспечивает теплом систему отопления (СО) и приготовления горячей воды (ГВС) в то время отопительного сезона, пока температура наружного воздуха держится выше отметки $T_{нар.возд} = -4^{\circ}C$.

В периоды, когда приходит более холодная погода, система отопления переключается на газовый котел, как более высокотемпературный источник тепла.

При теплоснабжении от теплового насоса (ТН), вначале разогревается верхняя часть бака SKSE-2 1301/200 (9), которая обеспечивает приготовление ГВС. После этого 3-х ходовой (16) с приводом (15) переключают тепловой насос на работу на нижнюю часть буфера, где тепловой насос держит ту температуру, которая требуется дому для теплоснабжения при текущей погоде.

Такая схема работы позволяет хранить «неразбираемый» запас тепла для ГВС и накапливать его за счет маломощного источника тепла за длительное время.

Поскольку тепловой насос «воздух-вода» расположен на улице, то для транспортировки тепла в бак (9) необходимо использовать незамерзающую жидкость - антифриз (24). Для теплопередачи тепла от антифриза к водяной системе отопления можно использовать встроенные в бак (9) змеевики соответствующей площади, либо отдельный теплообменный модуль.

Санитарная горячая вода греется во внутреннем баке ГВС по принципу «водяной рубашки». Если протяженность трубопроводов ГВ больше 12 м.п. в длину, необходимо предусмотреть рециркуляцию ГВ (10). Это позволит уменьшить время ожидания горячей воды (ГВ) из крана в периоды вероятного пользования ГВ.

Отбор тепла на нужды системы отопления осуществляется с нижней части бака (9) смесительными насосными группами D-МК 25 (1),

одна из которых снабжает теплом систему радиаторного отопления, а вторая - систему «теплый пол». Такая комплектация позволяет замкнуть кольцо циркуляции каждого из контуров на смесителе, а из бака (9) брать «тепло» и выкладывать «холод» не перемешивая при этом слои теплоносителя в нем. Этот метод оставляет мало низкпотенциального тепла в баке, и более эффективно использует накопленное тепло.

Комплект врезки 3-х ходового смесителя (7) позволяет переключать отбор тепла потребителями между баком (9) и гидрострелкой (8). Управляет переключением регулятор Sol Max (20).

Температурный режим в системе РО контролируется регулятором HZR-P (17) и корректируется при помощи комнатного датчика температуры DFW (18). Температурный режим в системе ТП контролируется регулятором HZR-E (19), который подключен как расширение к регулятору (17).

Эти контроллеры снимают показания наружной температуры, и высчитывают такую температуру подающей линии для каждого из контуров, чтобы «уравнять» способность системы отопления отдавать тепло с текущими теплопотерями дома. Таким образом, накопленное тепло расходуется очень экономно, тепловой насос работает только по мере необходимости.

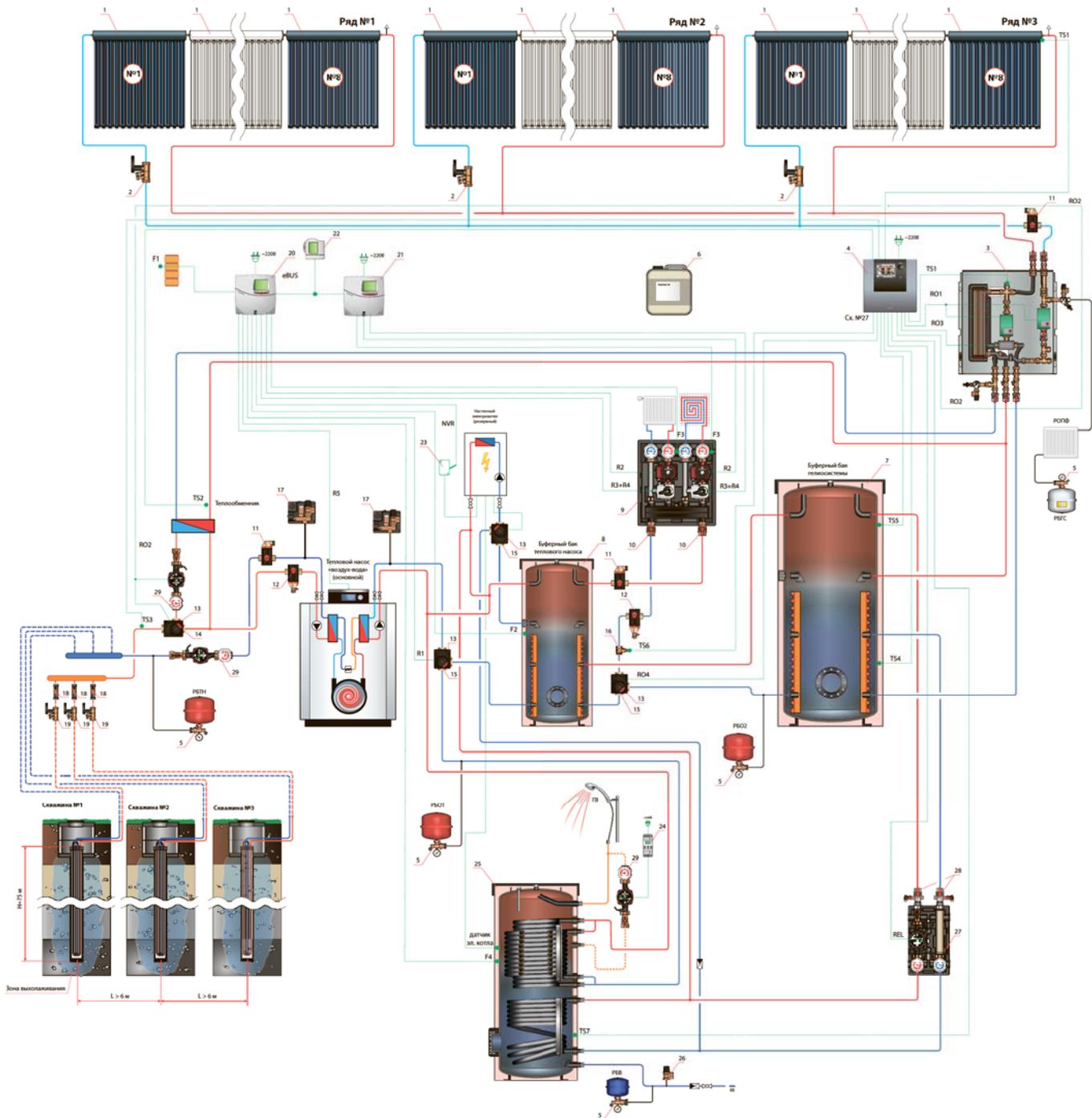
Регулятор HZR-P имеет 2 датчика температуры на баке (9) в зоне накопления тепла на нужды отопления. Один датчик располагается сверху зоны, другой внизу. Это позволяет тепловому насосу ТН максимально эффективно загружать теплом эту зону.

Если температура за бортом упала ниже отметки $T_{нар.возд} = -4^{\circ}C$, то регулятор Sol Max (20) включает котел, переключает потребителей на забор тепла с гидрострелки (8), отключает тепловой насос от управления регулятором HZR-P (17) при помощи реле (26). После окончания больших холодов, данная установка снова переключается на теплогенерацию от теплового насоса «воздух-вода».

пп	Артикул	Наименование	Цена, евро с НДС	Кол-во, шт.	Стоимость, евро с НДС
1	101.20.025.02GFP	Смесительная насосная группа D-МК, Ду 25 мм с насосом Grundfos Alfa2L 25-60, подача справа	380,84	2,0	761,68
2	101.10.025.02GFP	Прямая насосная группа D-УК, Ду 25 мм с насосом Grundfos Alfa2L 25-60	350,10	1,0	350,10
3	90256.50P	Вставка с гильзой для датчика температуры Ду 25 мм	15,61	2,0	31,22
4	66341	Сервомотор ~220В, 3-х точечное управление.	95,94	2,0	191,88
5	66301.2	Коллектор на 3 контура, Meibes.	201,45	1,0	201,45
6	66337.3	Комплект консолей для настенного монтажа коллектора Meibes	22,34	1,0	22,34
7	em3-25-12 Pack	Комплект врезки 3-х ходового смесителя Ду 25мм с приводом ST-10R/230	337,91	1,0	337,91
8	66391.2	Гидравлическая стрелка МНК 25, 2 м³/ч, Ду 25 мм.	242,37	1,0	242,37
9	30439/28485	Комбинированный буфер SKSE-2 1301/200	4'052,93	1,0	4'052,93
10	61821.0	Монтажный комплект тип В, Ду 25 мм, без насоса	40,23	1,0	40,23
11	69050.5	Термостатический смеситель ГВС	74,32	1,0	74,32
12	6925В.80PE	Группа безопасности бака ГВС, объемом до 500л	81,79	1,0	81,79
13	69088	MAG-вентиль для подключения расширительного бака (ВР 3/4" или 1")	71,77	3,0	215,31
14	66065	Группа безопасности котла	49,73	1,0	49,73
15	ST10-R/230	Электрический сервомотор ST10-R	176,62	1,0	176,62
16	EM3-25-12	3-х ходовой смеситель Ду 25мм, K _{vs} 12,0	77,82	1,0	77,82
17	HZR-P-P5-R5	Погодозависимый контроллер HZR-P	297,37	1,0	297,37
18	7RDFW	Комнатный цифровой термостат DFW	123,41	1,0	123,41
19	7R5R4	Погодозависимый контроллер HZR-E	257,24	1,0	257,24
20	3R2H8	Дифф.-температурный регулятор Sol Max	357,91	1,0	357,91
21	7RK1R1	Реле 12В/220В	29,39	2,0	58,78
24	100.50.000.01Y	Солнечный теплоноситель PekaSolar50, канистра 50 л.	100,95	2,0	201,90
F1, F8	20TAPR	Датчик наружной температуры Pt-1000	26,37	2,0	52,74
F2, F3...	45111.52	Датчик Pt-1000	15,66	8,0	125,28
Итого:					8'382,33

Meibesplus[®] Задача №6: «Частный дом 350 м²»

**Вариант №9. Грунтовой тепловой насос (основной),
Электрический котел (пиковый),
Вакуумные коллекторы MVK001 для поддержки отопления и ГВС.**



Примечание:

Подбор оборудования и расчет энергопотребления данной котельной приведен в «Справочно-расчетном разделе» п.10 Задача №6. «Частный дом 350 м²». Вариант №9.

Обозначения:

- 1 - вакуумный солнечный коллектор MVK001, апертюра 2,23 м².
- 2 - балансировочный клапан Ballorex Venturi Ду 20 мм.
- 3 - солнечная станция XL Ost-West с разделительным теплообменником 40 кВт, насосы Wilo Stratos Para 25/1-11 PWM (I контур)/Wilo Stratos Para 25/1-7(II контур).
- 4 - дифф.-температурный регулятор Maximal Pro (цветной дисплей, индикация состояния схемы, PWM-управление).
- 5 - MAG-вентиль (узел для подключения/отключения расширительного бака РВ и контроля давления как внутри системы, так и внутри бака).
- 6 - теплоноситель RekaSolar50, канистра 20л.
- 7 - буферный бак геотермальной системы SPSX-F 2000, объемом 2000 л, со стратификаторами.
- 8 - буферный бак теплового насоса SPSX-F 300, объемом 300 л, со стратификаторами.
- 9 - узел KombiMix 2МК (два смесительных контура с насосами Grundfos Alfa 2L 15-60 и приводами смесителя арт. 66341, распределительный коллектор с открываемым перепуском). Максимальная нагрузка на контур -20 кВт, суммарная нагрузка не более 40 кВт, габариты В 460 мм х Ш 410 мм х Г 261 мм.

- 10 - отсечной шаровый кран 1" ВР х 1" ВР.
- 11 - сепаратор воздуха Flamcovent Smart.
- 12 - сепаратор грязи Flamco Clean Smart.
- 13 - электрический сервомотор ST10-R, 220В, для переключения 3-х ходового смесителя между крайними положениями.
- 14, 15 - 3-х ходовой смеситель Em3-40-26 и Em3-25-12 соответственно.
- 16 - вставка с гильзой для датчика температуры.
- 17 - группа безопасности (манометр, автоматический воздухоотводчик, предохранительный клапан 3 бар).
- 18 - расходомер НР 1" (10-40 л/мин).
- 19 - Балансировочный клапан Ballorex Venturi Ду 25 мм.
- 20 - погодозависимый контроллер HZR-C, базовый.
- 21 - погодозависимый контроллер HZR-E, расширительный.
- 22 - комнатный датчик температуры DFW с удаленным управлением контуром.
- 23 - промежуточное реле 12В/220В.
- 24 - программируемое временное реле (недельная программа) ~220В.
- 25 - бивалентный бак SSH-Plus 801, объемом 800л для приготовления

- ГВС от теплового насоса и геотермальной системы.
- 26 - предохранительный клапан Ду 25, 8 бар.
- 27 - прямая группа D-UK Ду 25 мм, с насосом Grundfos Alfa2L 25-60.
- 28 - комплект отсечной арматуры.
- 29 - монтажный комплект тип 5 (Ду 25 мм, 2 шаровых крана, термометр, обратный клапан, накидные гайки, прокладки), насос не входит в комплект поставки.
- F1 - датчик наружной температуры.
- F2-F5 - погружные датчики трубопроводов системы отопления.
- TS1-TS7 - погружные датчики геотермальной системы.
- РБ01, РБ02 - расширительный бак системы отопления.
- РБВ - расширительный бак системы санитарного водоснабжения.
- РБГС - расширительный бак геотермальной системы.
- РБТН - расширительный бак рассольного контура теплового насоса.
- РПФ - радиатор С33х600х800 для охлаждения паровой фазы.

**Вариант №9. Грунтовый тепловой насос (основной),
Электрический котел (пиковый),
Вакуумные коллекторы MVK001 для поддержки отопления и ГВС.****Описание работы системы:**

Основным источником тепла в данной схеме является тепловой насос, электрический котел является резервным источником тепла, а солнечная система является вспомогательным источником тепла в отопительном сезоне. В теплое время года солнечная система регенерирует тепловой дебет грунтовых скважин.

Тепловой насос одновременно подключен к двум различным циркуляционным системам:

- 1) Низкотемпературный «солевой контур», в котором охлажденный тепловым насосом теплоноситель до температур +3°C...+6°C протекает через грунтовые скважины, нагревается на 3-5°C и доставляет это низкопотенциальное тепло в тепловой насос. Расходомеры (18) вместе с балансировочными вентилями (19) предназначены для управления затеканием теплоносителя по грунтовым зондам. Таким образом, тепловой насос изымает тепловую энергию из недр Земли.
- 2) Высокотемпературный водяной отопительный контур, в который тепловой насос вкладывает полученную из недр Земли тепловую энергию, только с более высокой температурой +35°C...+60°C. Это получается за счет так называемого «цикла Карно» (принцип работы холодильника). Таким образом, тепловой насос снабжает теплом систему отопления.

Важный момент: потребители тепла должны быть подобраны под низкотемпературный график теплоснабжения с температурой подачи не более +60°C. При работе бака ГВС с тепловым насосом, нагрев воды в нем возможен только до 48°C.

Тепловой насос имеет незначительную мощность, поэтому бак ГВС он нагревает в первую очередь (по приоритету). Как мы посчитали в Варианте №8 при работе с тепловым насосом нам необходим бак ГВС объемом 500л. Однако, если мы берем отдельный бак ГВС, то надо соблюдать еще одно правило: при непосредственной работе теплового насоса на змеевик бака ГВС, необходимо, чтобы соблюдалось соотношение:

1 м² змеевика х 4 кВт/ч тепловой мощности ТН

Это соотношение важно, чтобы бак ГВС мог усваивать все тепло, которое поступает от теплового насоса. Иначе тепловой насос будет тактовать, и очень долго греть воду, не переключаясь на отопление. Поэтому выбираем бак SSH-Plus 801, объемом 800л. Это обусловлено тем, что верхний змеевик греет чуть больше половины бака, а, значит, без поддержки солнечной системы, только тепловым насосом, мы можем нагреть как раз те необходимые 500л горячей воды. На период нагрева бака ГВС отопительные контуры отключаются.

После нагрева бака ГВС до заданной температуры, регулятор HZR-C (20) посредством переключающего клапана с приводом (13, 15) перенаправит тепловой насос на буферный бак SPSX-F 300 (8). Этот бак служит для того, чтобы обеспечить тепловому насосу минимальный задел работы на 15 минут, оптимизировать его работу в межсезонье при малой потребности в тепле, создать запас тепла для последующего его отбора потребителями (ПО и ТП) в период между включениями теплового насоса.

Контуры отопления ПО и ТП на узле Kombimix 2MK (9) оснащены смесителями, которые замыкают кольцо циркуляции внутри контура, а буферные емкости используют чтобы взять порцию тепла сверху, и положить порцию холода снизу. Это позволяет не перемешивать слои внутри баков, и максимально эффективно использовать накопленное тепло. Управляются смесительные контуры от спарки регуляторов HZR-C (20) и HZR-E (21) в соответствии с индивидуальной температурной и временной программой. Имеющийся датчик комнатной температуры DFW (23) выключает радиаторное отопление по факту достижения нужного климата внутри

отапливаемых помещений. Выключать теплый пол не имеет смысла по причине его высокой тепловой инерции.

Гелиосистема из 24 вакуумных коллекторов выгружает все тепло в буферный бак SPSX-F 2000 (7), а потом из него тепло направляется либо на поддержку ГВС, либо на поддержку отопления. Напрямую подключить данное гелиополе к баку ГВС нельзя, потому что площадь солнечного змеевика бака ГВС несоизмеримо мала с площадью гелиополя.

Управляет гелиосистемой регулятор Maximal Pro (4) с цветным дисплеем, отображающим все процессы, происходящие в установке. Если верхняя часть бака (7) горячее на 15 °C обратной линии системы отопления TS6, то регулятор (4) подключает бак (7) к выгрузке тепла в систему отопления. Если накопленное тепло окажется избыточным (разница между верхней частью бака (7) и датчиком TS6 будет меньше 4°C), то бак (7) будет отключен от системы отопления. Это исключает ситуацию, когда тепловой насос греет неоправданно большой объем отопительной воды.

Если буферный бак SPSX-F 2000 будет нагрет до максимальной температуры, а на солнечные коллекторы (1) будет продолжать падать солнечная энергия, то выгрузка тепла от гелиосистемы будет направлена на повышение теплового дебета скважин теплового насоса (летний режим). Это позволит повысить энергоэффективность теплонасосной установки к следующему периоду отбора тепла.

Если не стоит задача повышать температурный дебет скважин летом, то избыточное тепло летом можно направить на нагрев бассейна, либо закрыть коллекторы на этот период роллетами (опция).

Используемые в схеме сепараторы воздуха (11) предназначены для улавливания микропузырьков воздуха в циркуляционных системах. Это препятствует накоплению воздуха в разных частях отопительной системы и последующим прекращением циркуляции теплоносителя в них.

Сепараторы твердых частиц (12) - улавливают частички мусора и недопускают засорение теплогенерирующего оборудования.

Meibesplus® Задача №6: «Частный дом 350 м²»

Вариант №9. Грунтовой тепловой насос (основной), Электрический котел (пиковый), Вакуумные коллекторы MVK001 для поддержки отопления и ГВС.

пп	Артикул	Наименование	Цена, евро с НДС	Кол-во, шт.	Стоимость, евро с НДС
1	45311.3	Вакуумный коллектор MVK001, с апертурной площадью 2,23 м².	1`328,83	24,0	31`891,92
1.1	45311.307	Соединительный набор для вакуумного солнечного коллектора MVK001 (3/4")	32,76	9,0	294,84
1.2	45311.302	Базовый комплект крепежных реек для 2-х коллекторов MVK001	148,16	12,0	1`777,92
1.3	45311.305	Монтажный комплект на базе универсальных анкеров (<0°) для установки MVK001 (2 точки)	47,99	48,0	2303,52
1.4	45311.303	Зажимной комплект соединения 2-х крепежных реек коллекторов MVK001	27,74	6,0	166,44
2	80597.404	Балансировочный клапан Ballorex Venturi FODRW Ду 20	35,00	3,0	105,00
3	45140.24	Солнечная насосная группа XL Ost-West с теплообменником 40 кВт	2`869,95	1,0	2`869,95
4	45111.96	Регулятор Maximal Pro (+ 4 датчика Pt-1000, 180°C)	662,28	1,0	662,28
4.1	20TKOLR350	Датчик Pt-1000 (до 350°C)	50,49	1,0	50,49
5	69088	МАГ-вентиль для подключения расширительного бака (BP 3/4" или 1")	71,77	5,0	358,85
6	100.50.000.01Y	Теплоноситель для геосистемы RekaSolar50, канистра 20 л	100,95	5,0	504,75
7	23662/28537	Буферный бак SPSX-F 2000, объемом 2000л со стратификаторами (изоляция RAL 9006)	3`481,92	1,0	3`481,92
8	30536	Буферный бак SPSX-F 300, объемом 300л со стратификаторами (изоляция RAL 9006)	1`279,04	1,0	1`279,04
9	26101.1	Насосно-смесительный узел Kombimix 2xMK с насосами Grundfos Alfa2L 25-60	1`244,59	1,0	1`244,59
10	61950.1	Отсечной шаровый кран 1" BP x 1" BP	17,29	2,0	34,58
13	ST10-R/230	Электрический сервомотор ST10-R	176,62	4,0	706,48
14	EM3-40-26	3-х ходовой смеситель Ду 40 мм, BP 1 1/2"	140,56	1,0	140,56
15	EM3-25-12	3-х ходовой смеситель Ду 25 мм, BP 1"	77,82	3,0	233,46
16	90256.50P	Вставка с гильзой для датчика температуры Ду 25 мм	15,61	1,0	15,61
17	66065	Группа безопасности котла	49,73	2,0	99,46
18	45104.2	Расходомер 10-40 л/мин, HP1" x HP1"	84,72	3,0	254,16
19	80597.407	Балансировочный клапан Ballorex Venturi FODRW Ду 25	49,38	3,0	148,14
20	7R5R5	Погодозависимый контроллер HZR-C	307,93	1,0	307,93
21	7R5R4	Погодозависимый контроллер HZR-E	257,24	1,0	257,24
22	7RDFW	Комнатный цифровой термостат DFW	123,41	1,0	123,41
23	7RK1R1	Реле 12В/220В	29,39	1,0	29,39
24	5M1C23	Временное реле MICRO 2000, -230В	102,18	1,0	102,18
25	25310/28426	Бивалентный бак ГВС SSH-Plus 801, объемом 800л с увеличенной площадью верхнего змеевика.	4`246,67	1,0	4`246,67
26	692532.80B	Предохранительный клапан Ду 25 мм, 8 бар с силиконовыми уплотнителями	33,75	1,0	33,75
27	101.10.025.01GF	Насосная группа D-UK Ду 25 мм с насосом Grundfos UPS 25-60	267,04	1,0	267,04
28	45401.1	Отсечная арматура насосной группы D-UK с кранами для слива/заполнения	86,80	1,0	86,80
29	61130	Монтажный комплект S для насоса Ду 25	43,46	3,0	130,38
F1	20TAPR	Датчик наружной температуры Pt-1000	26,37	1,0	26,37
F2, F3...	45111.52	Датчик Pt-1000	15,66	7,0	109,62
Итого:					54`344,74

Задача №7: «Гостиница с рестораном» Приготовление ГВС от гелиосистемы.



Итак, есть объект:

Гостиница на 30 номеров, которая располагается в районе г. Одесса. Также на первом этаже гостиницы есть ресторан на 50 посадочных мест. Необходимо подобрать гелиосистему, которая в теплое время года сможет максимально закрыть потребности по горячей воде за счет энергии Солнца. Солнечные коллекторы предполагается устанавливать на плоской крыше, строго на Юг.

Решение:

1. Определим суточную потребность номеров по ГВС:

Принято считать, что, в среднем, в номере будет проживать 2 человека, летом гостиница будет полностью заселена, и суточная потребность в горячей воде на человека будет:

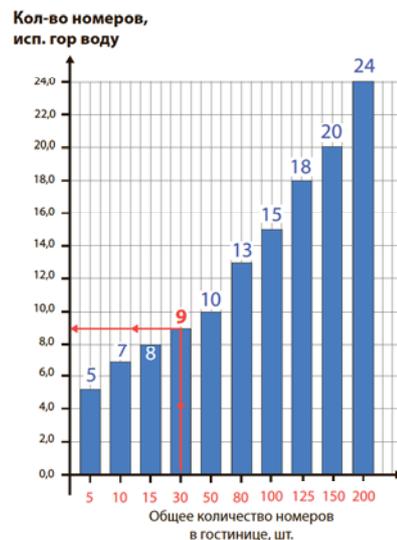


Тогда суточная потребность в горячей воде будет следующая:

$$V_{\text{ГВС}}^{\text{сутки}} = 30 \text{ номеров} * 2 \text{ чел/номер} * 70 \text{ л/сутки} = 4200 \text{ л/сутки.}$$

Теперь определим «пиковый» разбор горячей воды (ГВ) с учетом вероятности одновременного использования ГВ несколькими номерами:

График №8. График одновременного пикового пользования ГВС в гостиницах и многоквартирных домах.



Получается, что одновременно в 9-ти номерах (из 30-ти) могут использовать санитарную горячую воду.

Если стандартная производительность современной душевой лейки 10 л/мин смешанной воды (40°C), то 60% (6 л/мин.) этого расхода (см. Задачу №2) будет именно горячая вода (55°C).

Таким образом, мы должны обеспечить пиковую раздачу горячей воды со следующим расходом:

$$G_{\text{ГВС}}^{\text{номера.пик}} = 9 \text{ ном.} * 6 \text{ л/мин} = 54 \text{ л/мин.}$$

Можем использовать две любые проточные станции ГВС (либо FreshWaterStation, либо LogoFresh). Это позволит иметь двойную надежность приготовления ГВС, позволит избежать перебоев с горячей водой, и обеспечит ее высокую санитарную чистоту.





2. Определим суточную потребность ресторана по ГВС:

Итак, ресторан на 50 человек при гостинице. Значит, исходим из следующих условий:

2.1 Ресторан работает в режиме 3-х разового питания: завтрак, обед и ужин. Таким образом, можем предположить, что в среднем его посещает

$$N_{\text{посетит.}} = 3 \text{ раза/сутки} * 50 \text{ чел./раз.} = 150 \text{ чел./сутки}$$

Примечание: Средняя посещаемость сетевых ресторанов и столовых - 3-х кратное заполнение посадочных мест в сутки; кафе и небольшие рестораны - 2-х кратное заполнение; элитные рестораны - 1,5-ро кратное заполнение.

2.2 Каждый посетитель за раз съедает 3 блюда, приготовление каждого из них использует по 4 л горячей воды (55°C). Значит, потребность ресторана в горячей воде составляет:

$$V_{\text{ГВС}_{\text{кухня}}} = 150 \text{ чел./сутки} * 3 \text{ блюда} * 4 \text{ л/блюдо} = 1800 \text{ л/сутки.}$$

2.3 Повара должны принимать душ перед заходом на смену и при выходе со смены. Исходя из того, что один повар может обслужить до 14 человек за раз, то, ориентировочно на кухне будет работать: $N_{\text{поваров}} = 50 \text{ чел./раз} / 14 \text{ чел./повар} = 3,6 \text{ повара} \approx 4 \text{ повара}$. Значит, на санитарные нужды поваров нужно:

$$V_{\text{ГВС}_{\text{повара}}} = 4 \text{ чел.} * 70 \text{ л/чел.} * 2 \text{ раза} = 560 \text{ л/сутки}$$

2.4 Посетители моют руки перед едой, расходуя ГВС приблизительно 3л./чел. Значит суточная потребность ГВС на посетителей:

$$V_{\text{ГВС}_{\text{посетители}}} = 150 \text{ чел./сутки} * 3 \text{ л/чел} = 450 \text{ л/сутки.}$$

Суммарная суточная потребность ресторана в горячей воде составляет:

$$V_{\text{ГВС}_{\text{ресторан}}} = V_{\text{ГВС}_{\text{кухня}}} + V_{\text{ГВС}_{\text{повара}}} + V_{\text{ГВС}_{\text{посетители}}} = 1800 \text{ л/сутки} + 560 \text{ л/сутки} + 450 \text{ л/сутки} = 2810 \text{ л/сутки.}$$

Необходимая производительность станции ГВС определяется следующим образом:

$$G_{\text{ГВС}_{\text{ресторан.лик}}} = 2810 \text{ л/сутки} / 3 \text{ раза/сутки} / 60 \text{ мин/час} = 15 \text{ л/мин.}$$

(либо FreshWaterStation, либо LogoFresh). Это позволит иметь двойную надежность приготовления ГВС, позволит избежать перебоев с горячей водой, и обеспечит ее высокую санитарную чистоту.

3. Просуммируем потребности гостинично-ресторанного комплекса:

3.1 Общая суточная потребность в ГВС составит:

$$V_{\text{ГВС}} = V_{\text{ГВС}_{\text{сутки}}} + V_{\text{ГВС}_{\text{ресторан}}} = 4 * 200 \text{ л/сутки} + 2810 \text{ л/сутки} = 7010 \text{ л/сутки.}$$

3.2 Пиковый проточный расход ГВ составит:

$$G_{\text{ГВС}} = G_{\text{ГВС}_{\text{номера.лик}}} + G_{\text{ГВС}_{\text{ресторан.лик}}} = 54 \text{ л/мин} + 15 \text{ л/мин} = 69 \text{ л/мин.}$$

3.3 Необходимое количество солнечных коллекторов МФК001:

Согласно данным из Таблицы №7, средняя дневная производительность коллектора МФК001 летом для г. Одесса составляет:

$$q_{\text{МФК001}_{\text{лето}}} = (7,4 \text{ кВт/колл.} + 7,9 \text{ кВт/колл.} + 8,3 \text{ кВт/колл.}) / 3 = 7,9 \text{ кВт/колл.}$$

Среднесуточная потребность данного объекта в тепле для приготовления ГВС будет:

$$Q_{\text{ГВС}_{\text{среднесуточная}}} = V_{\text{ГВС}} / 100\text{л} * 5,6 \text{ кВт} = 7010 \text{ л/сутки} / 100\text{л} * 5,6 \text{ кВт} = 392 \text{ кВт/сутки}$$

Необходимое количество коллекторов МФК001:

$$N_{\text{колл.}} = Q_{\text{ГВС}_{\text{среднесуточная}}} / q_{\text{МФК001}_{\text{лето}}} = 392 \text{ кВт/сутки} / 7,9 \text{ кВт/колл.} = 49,6 \text{ шт.} \approx 50 \text{ шт.}$$

Задача №7: «Гостиница с рестораном» Приготовление ГВС от гелиосистемы.

4. Подбор буферных баков.

Итак, в среднем нам надо за сутки приготовить $V_{ГВС} = 7010$ л/сутки. Это объем горячей воды с температурой 55°C. Однако буферные баки мы можем догреть до температуры 80°C, а проточные станции ГВС охлаждают отопительную воду до 20°C. Значит, нам нужно следующее количество буферных баков:

$$V_{буф.} = Q_{ГВС}^{среднесуточная} * 860 / (80°C - 20°C) = 392 \text{ кВт/сутки} * 860 / 60°C = 5618 \text{ л}$$

Нам нужно 3 буферных бака по 2000л.

5. Необходимый расход теплоносителя через гелиосистему.

Имеем гелиосистему из 50-ти коллекторов MFK001 (апертура 2,3 м²). Значит, рабочая площадь гелиосистемы:

$$F_{гелиосистемы} = 50 \text{ шт.} * 2,3 \text{ м}^2 / \text{колл} = 115 \text{ м}^2.$$

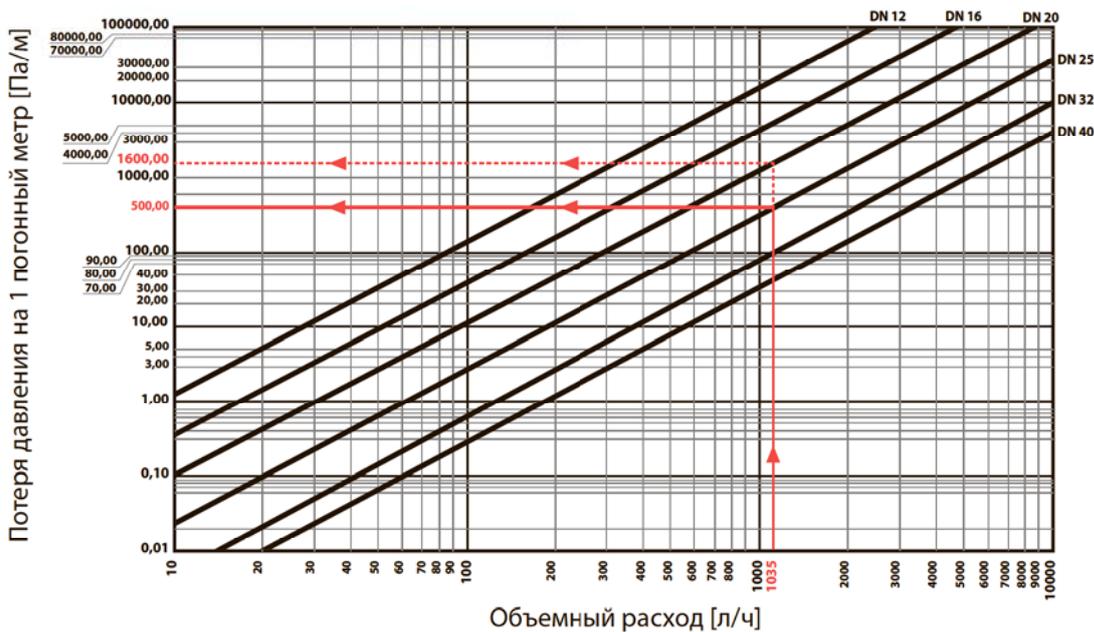
При работе через станцию с пластинчатым теплообменником (режим Low-Flow) берется удельный расход 18 л/м²*ч.

Номинальный расход через гелиополе будет:

$$G_{гелиосистемы} = F_{гелиосистемы} * 18 \text{ л/м}^2 * \text{ч} = 115 \text{ м}^2 * 18 \text{ л/м}^2 * \text{ч} = 2070 \text{ л/ч} = 34,5 \text{ л/мин}$$

Этот расход можно будет разбить на 2 станции по 17 л/мин (Solar XL).

График №9. Гидравлическая характеристика гофрированной трубы из нержавеющей стали inoFlex



6. Подбор трубопровода

Предположим, что длина трассы от гелиополя до станции Solar XL будет 30 м, и каждая из 2-х станций снимает тепло от 25 коллекторов MFK001. Значит, из котельной на крышу будет идти 2 сдвоенных трассы. Номинальный расход через каждую трассу будет половиной суммарного расхода теплоносителя:

$$G_{гелиотрассы} = 0,5 * G_{гелиосистемы} = 0,5 * 2070 \text{ л/ч} = 1035 \text{ л/ч}$$

При выборе гофротрубы Ду 20 мм, удельное гидравлическое сопротивление при таком расходе будет $\Delta p_{DN20} = 1600$ Па/м (см. График №9), а значит, потери во всей магистрали составят:

$$\Delta p_{DN20} = 1600 \text{ Па/м} * 30 \text{ м} * 2 = 96\,000 \text{ Па} = 9,6 \text{ м.в. ст.}$$

При выборе гофротрубы Ду 25 мм, удельное гидравлическое сопротивление при таком расходе будет $\Delta p_{DN25} = 500$ Па/м (см. График №9) а значит потери во всей магистрали составят:

$$\Delta p_{DN25} = 500 \text{ Па/м} * 30 \text{ м} * 2 = 30\,000 \text{ Па} = 3,0 \text{ м.в. ст.}$$

Поскольку перепад давления на гофротрубе inoFlex Ду 25 мм в 3 раза меньше, чем на трубе Ду 20 мм, то для магистралей мы выбираем трубу Ду 25 мм.

Рассматривать трубы Ду 32 и Ду 40 мм не будем, поскольку они не подходят для использования в гелиосистемах по техническим параметрам.

7. Гидравлическое сопротивление гелиоконтура

Теперь предположим, что наши 50 коллекторов MFK001 разбиты на 10 рядов по 5 штук.

Через 1 ряд из 5 коллекторов протекает 1/10 всего расхода теплоносителя:

$$G_{гелиоряда} = G_{гелиосистемы} / 10 = 2070 \text{ (л/ч)} / 10 = 207 \text{ (л/ч)}$$

Таблица №17. Гидравлическая характеристика плоского коллектора MFK001

Проток через коллектор MFK001, [кг/ч]	0	50	100	150	200
Потери давления, [мбар]	0	0,9	1,9	2,9	3,9
Проток через коллектор MFK001, [кг/ч]	250	300	350	400	450
Потери давления, [мбар]	4,9	6,0	7,5	8,7	10,1

Интерполируя данные таблицы №17, получаем сопротивление теплоносителя при протекании через один коллектор MFK001:

$$\Delta p_{MFK001} = 4,1 \text{ мбар}$$

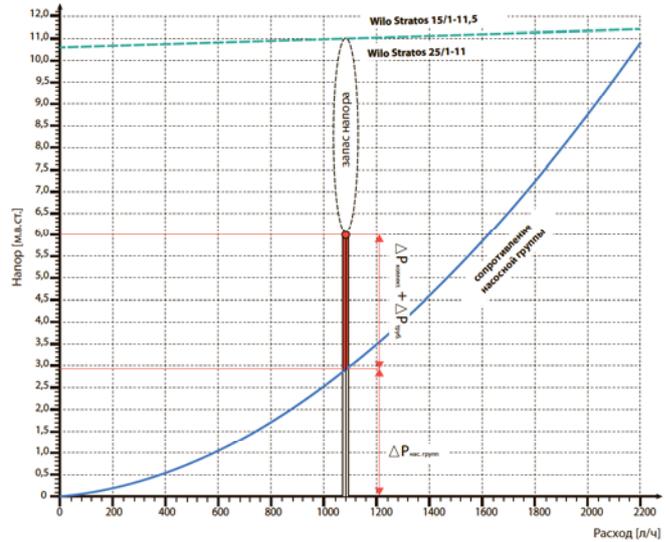
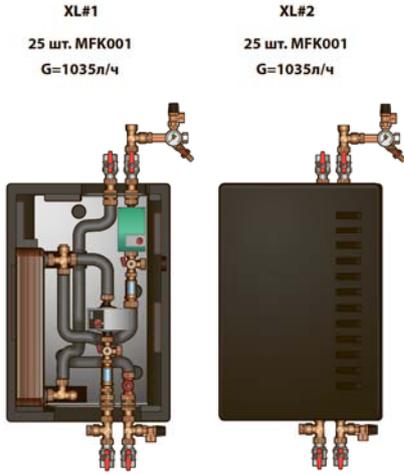
Значит, при протекании через ряд из 5 коллекторов MFK001, сопротивление будет:

$$\Delta p_{\text{ряда}}_{MFK001} = 4,1 \text{ мбар} * 5 \text{ шт.} = 20,5 \text{ мбар} \approx 0,2 \text{ м.в. ст.}$$

Поскольку все 5 рядов соединены параллельно, то сопротивление ряда будет равно сопротивлению гелиоконтура:

$$\Delta p_{гелиополя}_{MFK001} = \Delta p_{\text{ряда}}_{MFK001} \approx 0,2 \text{ м.в. ст.}$$

График №10. Гидравлическая характеристика солнечной насосной группы XL



7.1 Потери давления в насосной группе

Итак, просуммируем сопротивление элементов гелиосистемы без сопротивления насосной группы:

$$\Delta P_{\text{гелиосистемы}} = \Delta P_{\text{гелиополя MFK001}} + \Delta P_{\text{DN25}} + \Delta P_{\text{насос.группы}} = 0,2 \text{ (м.в.ст.)} + 3,0 \text{ (м.в.ст.)} + \Delta P_{\text{насос.группы}} = 3,2 \text{ (м.в.ст.)} + \Delta P_{\text{насос.группы}}$$

Недостающую величину $\Delta P_{\text{насос.группы}}$ найдем используя гидравлическую характеристику - График №10:

$$\Delta P_{\text{насос.группы}} = 2,9 \text{ м.в.ст.}$$

Тогда общее сопротивление гелиоконтура будет:

$$\Delta P_{\text{гелиосистемы}} = \Delta P_{\text{гелиополя MFK001}} + \Delta P_{\text{DN25}} + \Delta P_{\text{насос.группы}} = 0,2 \text{ (м.в.ст.)} + 3,0 \text{ (м.в.ст.)} + 2,9 \text{ (м.в.ст.)} = 6,1 \text{ (м.в.ст.)}$$

Вывод: Подобранный насосная группа XL с теплообменником 40кВт и насосом первичного контура Wilo Stratos PARA 25/1-11,5 подходит с большим запасом.

8. Подбор расширительного сосуда для гелиосистемы

Расширительный сосуд для гелиосистемы подбирается по формуле:

$$V_{\text{расш. бака}} = \frac{(V_{\text{колл}} + V_{\text{труб}} + V_{\text{то}}) * 0,085 + V_{\text{колл}} + V_{\text{труб}}}{(P_v + 1) / (P_v - (0,1 * h + 0,5))}$$

- где
- $V_{\text{колл}}$ - объем теплоносителя внутри всех гелиоколлекторов [л].
- $V_{\text{труб}}$ - объем теплоносителя внутри магистральных трубопроводов гелиоконтура [л].
- $V_{\text{то}}$ - объем теплоносителя внутри теплообменника [л].
- P_v - давление срабатывания предохранительного клапана в гелиосистеме [бар].
- h - статическая высота гелиосистемы [м].

Емкость гидравлического тракта одного коллектора MFK001 составляет 1,7 л (см. техпаспорт). Значит, объем рассматриваемого гелиополя составляет:

$$V_{\text{колл}} = n_{\text{итого колл.}} * V_{\text{MFK001}} = 50 \text{ колл.} * 1,7 \text{ л} = 85 \text{ л.}$$

Магистральные трубопроводы будут выполнены из 2-х трасс сдвоенной гофротрубы Ду 25 мм, длиной 30м. Значит, их емкость будет следующая:

$$V_{\text{труб}} = 2 * \pi * D^2 * L / 4 = 2 * 3,14 * 0,025^2 \text{ (м)} * 2 * 30 \text{ (м)} / 4 = 0,06 \text{ м}^3 = 60 \text{ л}$$

Объем насосной станции XL мощностью 40 кВт по стороне первичного контура составляет около:

$$V_{\text{то}} = 6,0 \text{ л}$$

Насосная группа Solar XL на стороне гелиоконтура имеет предохранительный клапан на 6 бар:

$$P_v = 6 \text{ бар.}$$

Определим статическую высоту гелиосистемы. Гостиница имеет 3 этажа, котельная находится в подвале, коллекторы - на крыше. Средняя высота пролета между этажами - 3,5 м. Значит, статическая высота гелиосистемы будет:

$$h = 4 \text{ пролета} * 3,5 \text{ м} = 14 \text{ м.}$$

Минимальный объем расширительного бака будет:

$$V_{\text{расш. бака}} = \frac{((85 \text{ л} + 60,0 \text{ л} + 2 * 6,0 \text{ л}) * 0,085 + 85 \text{ л} + 60,0 \text{ л}) * (6 + 1)}{(6 - (0,1 * 14 + 0,5))} = 270 \text{ л.}$$

Поскольку система гидравлически будет разделена на 2 части, то нужно два расширительных бака по 135 л.

Для заправки системы, необходим следующий объем теплоносителя:

$$V_{\text{теплоносителя}} = (V_{\text{колл}} + V_{\text{труб}} + V_{\text{то}}) + 15\% = (85 \text{ л} + 60,0 \text{ л} + 12,0 \text{ л}) + 15\% = 180 \text{ л.}$$

Задача №7: «Гостиница с рестораном» Приготовление ГВС от гелиосистемы.

9. Расчет минимального расстояния между рядами коллекторов на плоской крыше.

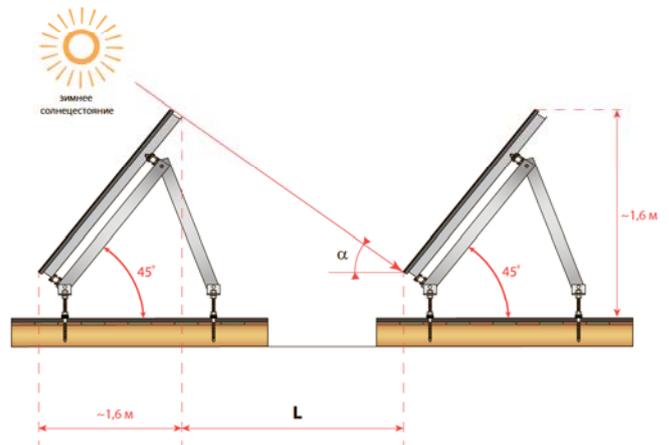
Расстояние между рядами коллекторов должно быть таким, чтобы Солнце зимой во время зимнего солнцестояния освещало в полдень всю площадь коллекторных рядов, идущих после первого ряда.

Другими словами, если рассматриваемое коллекторное поле располагается в г. Одесса (широта $46,26^\circ$), то угол зимнего солнцестояния будет следующим:

$$\alpha = 90^\circ - \text{широта} - 23,5^\circ = 90^\circ - 46,26^\circ - 23,5^\circ = 20,24^\circ$$

Тогда, если коллекторы установлены под углом 45° к горизонтальной поверхности крыши, то они возвышаются над Землей на $\sim 1,6$ м. Значит, минимальный шаг между рядами должен быть следующий:

$$L = 1,6 / \text{tg}(\alpha) = 1,6 / \text{tg}(20,24) = 4,34 \text{ м}$$

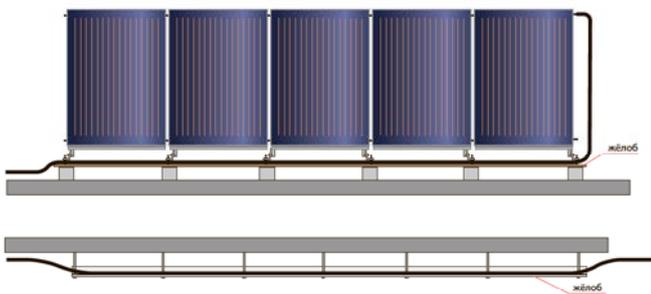


10. Расположение коллекторов на крыше.

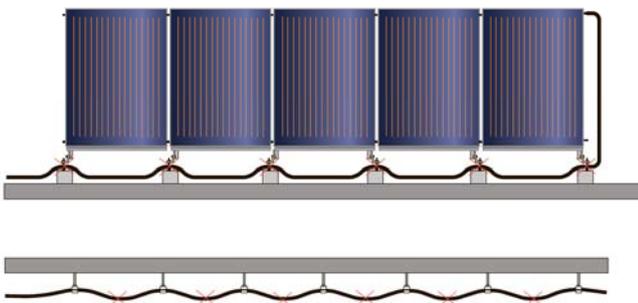
Расставляем коллекторы так, чтобы каждый последующий ряд был за пределами «зоны затенения». Также по периметру гелиополя и между рядами мы должны оставить проход шириной минимум 1000 мм, чтобы было удобно монтировать коллекторные поля, а потом их обслуживать.

При прокладке подводящих трубопроводов из гофрированной трубы важно помнить, что они должны идти только по ровной твердой поверхности.

ПРАВИЛЬНАЯ ПРОКЛАДКА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ТРУБОПРОВОДОВ:

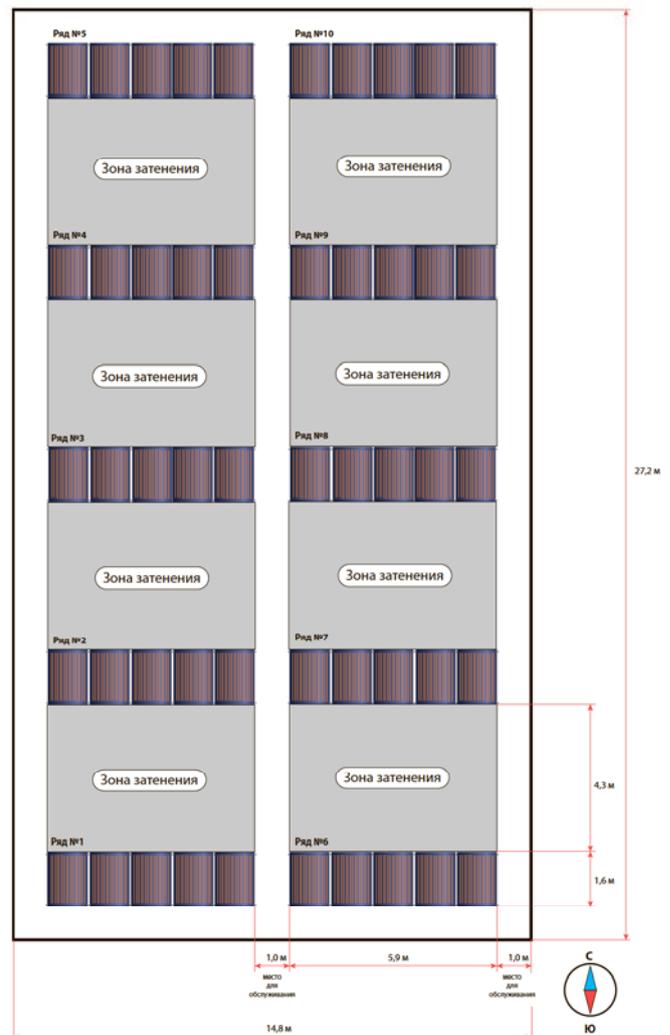


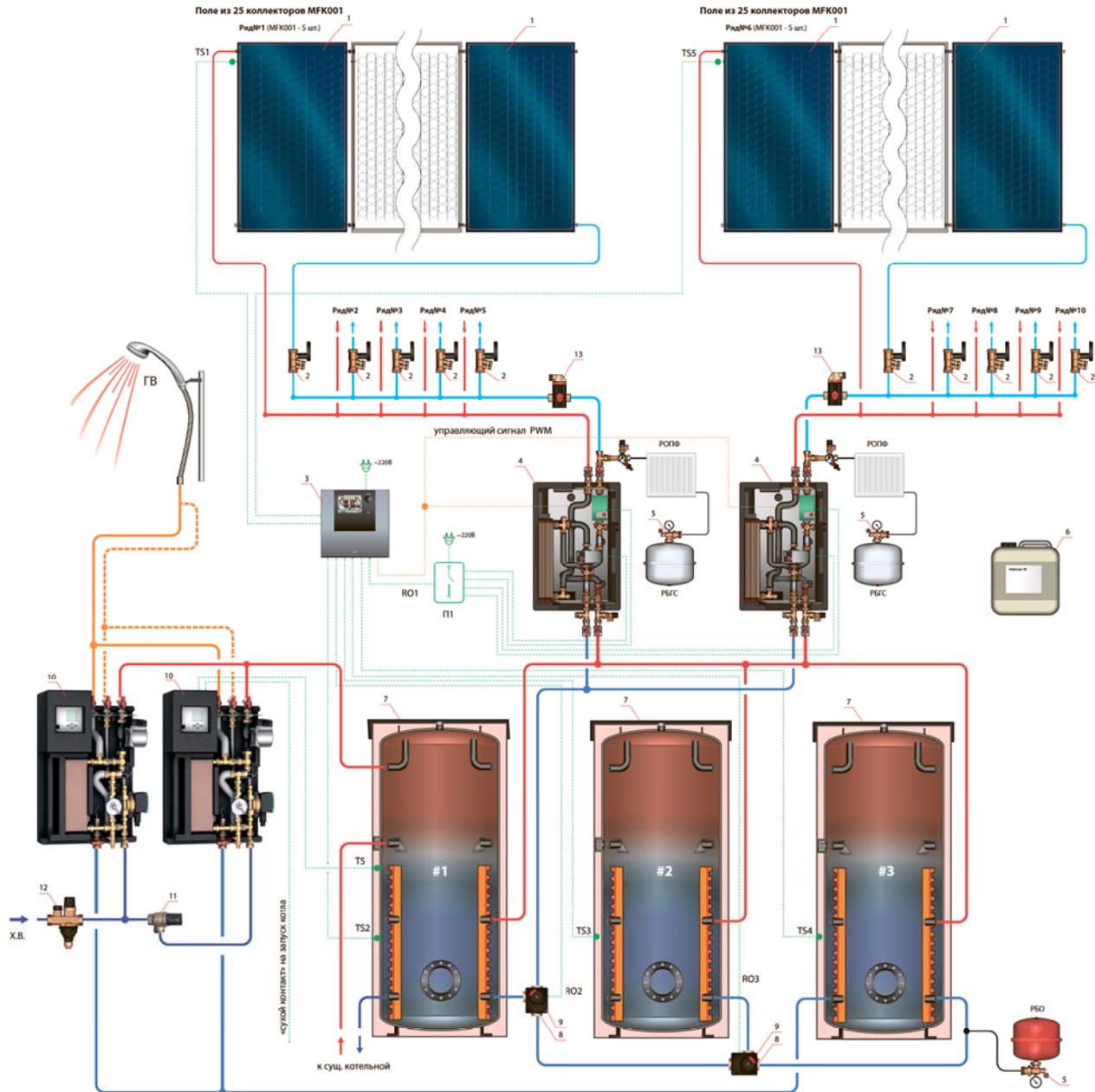
НЕ ПРАВИЛЬНАЯ ПРОКЛАДКА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ТРУБОПРОВОДОВ:



Примечание: надо понимать, что гофрированная труба из нержавеющей стали пластична, и после заполнения теплоносителем она провисает и повторяет контуры под ней. Поэтому горизонтальные участки гофротрубы должны прокладываться по ровному жесткому коробу. Иначе многочисленные изгибы будут собирать воздух и препятствовать прокачиванию жидкости.

Крыша с установленными коллекторами. (вид сверху)





Обозначения:

- 1 - плоский солнечный коллектор MFK001, апертюра 2,3 м².
- 2 - балансировочный клапан Ballorex Venturi Ду 20 мм.
- 3- дифф.-температурный регулятор Maximal Pro (цветной дисплей, индикация состояния схемы, PWM-управление).
- 4 - солнечная станция XL с разделительным теплообменником 40 кВт, насосы Wilo Stratos Para 25/1-11 PWM (I контур)/Wilo Stratos Para 25/1-7(II контур).
- 5 - MAG-вентиль (узел для подключения/отключения расширительного бака РБ и контроля давления как внутри системы, так и внутри бака).
- 6 - теплоноситель PeKaSolar50, канистра 20 л.
- 7 - буферный бак гелиосистемы SPSX-F 2000, объемом 2000л, со стратификаторами.

- 8 - 3-х ходовой смеситель Em3-25-12, Ду 25 мм.
- 9 - электрический сервомотор ST10-R, 220В, для переключения 3-х ходового смесителя между крайними положениями.
- 10 - проточная станция ГВС Logofresh Compact 88 кВт (2-36 л/мин) со встроенным узлом рециркуляции.
- 11 - перепускной клапан для каскадного подключения станций Logofresh.
- 12 - группа безопасности бойлера Ду 20, 8 бар (запорный вентиль, предохранительный клапан 8 бар, обратный клапан).
- 13 - сепаратор воздуха FlamcoVent Smart.
- TS1-TS5 - погружные датчики гелиосистемы.
- T6 - датчик буферной емкости регулятора Logofresh.
- РБ0 - расширительный бак системы отопления.

- РБГС - расширительный бак гелиосистемы.
- РОПФ - радиатор С33х600х800 для охлаждения паровой фазы.
- П1 - электрический пускатель на 600 Вт.

Определение энергоэффективности решения:

Если предположить, что среднегодовая заселенность гостиницы 70%, то ее потребность в энергии для приготовления горячей воды будет следующей:

$$Q_{ГВС}^{год} = Q_{ГВС}^{среднесуточная} * 365 \text{ дн./год} * 70\% = 392 \text{ кВт/сутки} * 365 \text{ дн./год} * 70\% = 100\,156 \text{ кВт/год}$$

Один коллектор MFK001 в регионе г. Одесса сможет выработать за год (см. Задача №5, Таблица №7):

$$q_{МFK001}^{год}(\text{Одесса}) = 1\,823 \text{ кВт/колл.} * \text{год}$$

Система из 50-ти коллекторов MFK001 сможет выработать следующее количество тепла:

$$Q_{МFK001}^{год}(\text{Одесса}) = q_{МFK001}^{год}(\text{Одесса}) * N_{колл} = 1\,823 \text{ кВт/колл.} * \text{год} * 50 \text{ колл} = 91\,150 \text{ кВт/год}$$

Значит гелиосистема покрывает следующую долю потребностей по ГВС этого комплекса:

$$K_{покр} = Q_{МFK001}^{год}(\text{Одесса}) / Q_{ГВС}^{год} * 100 = 91\,150 \text{ кВт/год} / 100\,156 \text{ кВт/год} * 100 = 91\%$$

Задача №7: «Гостиница с рестораном» Приготовление ГВС от гелиосистемы.

Описание работы системы:

Данная гелиосистема рассматривается как дополнительная система, которая доустанавливается к существующей котельной (независимо от того, на каком виде топлива она работает). Ее задача заключается в том, чтобы готовить большую часть горячей воды в теплое время года за счет энергии Солнца, и лишь изредка подключая для этих целей котельную (пиковые водоразборы, облачные дни).

Поле из 50 плоских солнечных коллекторов MFK001 (1) устанавливается на плоской крыше 10-ю рядами по 5 штук, с шагом 4,3 м в направлении Юга, чтобы избежать затенения впереди идущими рядами.

Каждый ряд из 5-ти коллекторов MFK001 оснащен баллансировочным клапаном Ballorex Venturi Ду 20 (2), который позволяет при помощи гидрокомпьютера проверить количество теплоносителя, затекающего в ряд, и выровнять его затекание между рядами.

Гидравлически выравненные ряды нагреваются с одинаковой скоростью, и позволяют снять все тепло, которое падает на гелиополе. Гидравлически поле из 50-ти коллекторов разбито на 2 поля по 25 коллекторов, каждое из которых обеспечивается циркуляцией посредством станций Solar XL (4) с теплообменником 40 кВт (расход 8-30 л/мин). Данное разделение позволяет использовать предизолированную трубу inoFlex Ду 25 мм.

Использование станций с пластинчатым теплообменником позволяет сразу аккумулировать полученное тепло в баки аккумуляторы без учета соотношения площади гелиополя и площади змеевиков бака. Это увеличивает компактность оборудования, и удешевляет решение без потери эффективности.

Станции Solar XL (4) работают параллельно и загружают тепло в 3 буферных бака SPSX-F 2000 (7), которые заполнены отопительной водой. Также эти баки имеют встроенные стратификаторы, которые препятствуют перемешиванию слоев воды с разной температурой за счет врывающихся струй, которые создают насосы потребителей и источников тепла.

Регулятор Maximal Pro учитывает, что дни бывают с разной солнеч-

ной эффективностью, и загружает баки SPSX-F (7) не все вместе, а поочередно. Если день был очень солнечный, то тепло будут загружены все три бака, а если Солнца было мало, то один бак. Но накопленное в баке тепло будет иметь температуру достаточную для работы проточных станций Logofresh Compact (свыше 60°C).

Если же пошел пиковый разбор на ГВС, либо же было несколько пасмурных дней и тепла в баке не хватает, включится существующая котельная, и своим теплом от традиционных источников тепла поддержит комфортное потребление ГВС в рассматриваемом гостинично-ресторанном комплексе.

Санитарная горячая вода ГВС готовится в 2-х проточных станциях LogoFresh Compact, соединенных каскадом по линии водопровода через специальный перепусковой клапан. Клапан нужен для того, чтобы переключить холодную воду, поступающую на нагрев, на вторую станцию, если первая станция загружена в полной мере.

Использование таких станций позволяет получить следующее:

- 1) Производительность по ГВС 2-72 л/мин (10-45°C), что эквивалентно по производительности баку ГВС объемом 2000 л.
- 2) Чистая санитарная вода, ведь в станциях нет места, где могут развиваться застойные явления.
- 3) Высокая энергоэффективность за счет глубокого охлаждения теплоносителя. Из станции Logofresh Compact теплоноситель выходит охлажденный до температуры ≈20°C, и поступает с такой температурой в бак-теплоаккумулятор (7). Это значит, что любой незначительный потенциал на гелиосистеме может быть усвоен теплоаккумулятором (7), который качественно выхолаживается потребителями тепла.
- 4) Бесперебойное снабжение горячей водой. Проточные станции не требуют времени на нагрев горячей воды, они это делают мгновенно, по факту открытия потребителями крана горячей воды.

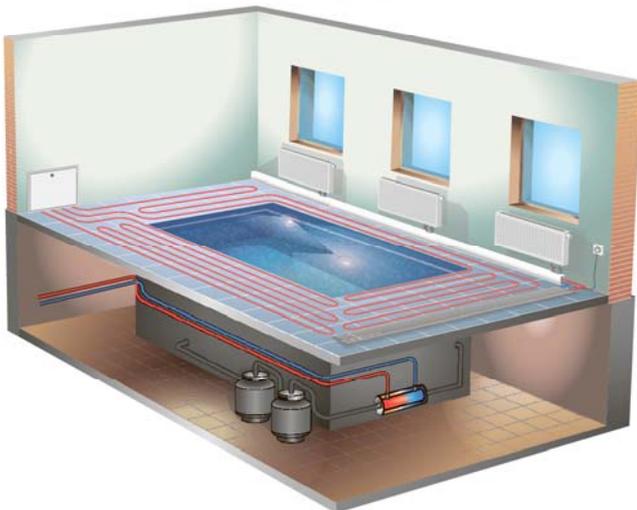
Примечание: данная схема применима для построения гелиосистем в средних и больших гостиничных комплексах, где требуется в день более 2000л горячей воды.

пп	Артикул	Наименование	Цена, евро с НДС	Кол-во, шт.	Стоимость, евро с НДС
1	45311.2	Плоский солнечный коллектор MFK001, с апертурной площадью 2,3 м ² .	750,20	50,0	37'510,00
1.1	45311.201	Соединительный набор для плоского солнечного коллектора MFK001 (3/4")	40,02	10,0	400,20
1.2	45311.102	Базовый комплект крепежных реек для 2-х коллекторов MFK001	104,35	20,0	2'087,00
1.3	45311.101	Дополнительный комплект крепежных реек для 3-его коллекторов MFK001	60,46	10,0	604,60
1.4	45311.109	Базовый монтажный рамный комплект для плоской крыши (<45°) для установки первых 2-х коллекторов MFK001	326,71	10,0	3'267,10
1.5	45311.108	Дополнительный монтажный рамный комплект для плоской крыши (<45°) для установки 3-его коллектора MFK001	137,48	30,0	4124,40
1.6	45311.103	Зажимной комплект для соединения 2-х крепежных реек	31,47	20,0	629,40
2	80597.404	Балансировочный клапан Ballorex Venturi FODRW Ду 20	35,00	10,0	350,00
3	45111.96	Регулятор Maximal Pro (+ 4 датчика Pt-1000, 180°C)	662,28	1,0	662,28
3.1	45111.52	Датчик Pt-1000 (180°C)	15,66	2,0	31,32
4	45140.15	Солнечная насосная группа XL с теплообменником 40 кВт	1'813,19	2,0	3'626,38
5	69088	МАГ-вентиль для подключения расширительного бака (BP 3/4" или 1")	71,77	3,0	215,31
6	100.50.000.01Y	Теплоноситель для гелиосистемы PecaSolar50, канистра 20 л	100,95	10,0	1009,50
7	23662/28537	Буферный бак SPSX-F 2000, объемом 2000л со стратификаторами (изоляция RAL 9006)	3'481,92	3,0	10'445,76
8	EM3-25-12	3-х ходовой смеситель Ду 25 мм, BP 1"	77,82	2,0	155,64
9	ST10-R/230	Электрический сервомотор ST10-R	176,62	2,0	353,24
10	10270.61	Проточная станция ГВС LogoFresh Compact 88 кВт (2-36 л/мин), с рециркуляцией	2'015,21	2,0	4'030,42
11	69072.9	Перепусковой клапан для LogoFresh	112,94	1,0	112,94
12	6925B.80PE	Группа безопасности бака ГВС, объемом до 500л	81,79	1,0	81,79
Итого:					69'697,28

Есть дом, в котором уже существует котельная, бак ГВС 500л и закрытый бассейн объемом 70 м³. Необходимо добавить гелиосистему, которая, с одной стороны, не займет много места в существующей котельной, а, с другой стороны, в летнее время закроет часть потребностей в тепле на приготовление ГВС и поддержание воды в бассейне с нужной температурой.
Месторасположение дома - г. Киев.



Расположение бассейна в структуре дома



Решение:

В первую очередь, необходимо определить потребности в тепле в летний период, когда котельная не должна работать, а именно:

- 1) Потребность на приготовление ГВС.
- 2) Потребность на поддержание бассейна.

1. Потребность на ГВС:

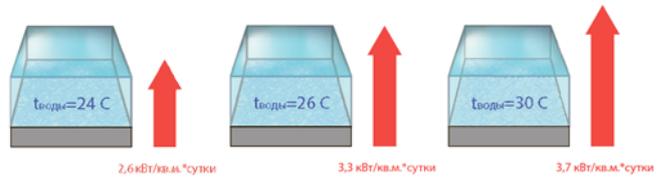
Есть бак ГВС на 500л, и больше, чем 500л мы нагреть не можем за сутки. Поэтому определим количество энергии, необходимое для нагрева этого бака от +10°C до 55°C (Задача № 2):

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{сутки}} = 500\text{л/сутки} / 100\text{л} * 5,8 \text{ кВт} = 29 \text{ кВт/сутки}$$

2. Потребность на подогрев закрытого бассейна.

Итак, имеется крытый бассейн объемом 70 м³. Средняя температура в бассейне составляет 26°C, специальное климатическое оборудование держит над ним воздух с температурой на 2°C выше воды в бассейне и влажностью не более 70%.

Учитывая, что львиная доля теплопотерь бассейна приходится на испарение с поверхности, можем применять следующие зависимости:



Поскольку среднестатистическая глубина бассейна 1,6 м, то рассматриваемый бассейн имеет зеркало площадью около:

$$F_{\text{басс}} = 70\text{м}^3 / 1,6\text{м} \approx 44\text{м}^2.$$

Суточная потребность на компенсацию теплопотерь в бассейне:

$$Q_{\text{басс}}^{\text{сутки}} = F_{\text{басс}} * 3,3 \text{ кВт/м}^2 * \text{сутки} = 44\text{м}^2 * 3,3 \text{ кВт/м}^2 * \text{сутки} = 145 \text{ кВт/сутки}.$$

Если мы ограничены в пространстве, нам некуда установить буферный бак, то полученное от Солнца тепло мы будем направлять сразу в бассейн. Значит, гелиосистема будет поддерживать бассейн только в течении светового дня, а именно 12 часов. В ночное время бассейн будет подогреваться традиционным способом.

И в летнее время, за время длительности светового дня, нам необходимо получить:

$$Q_{\text{лето}}^{\text{день}} = Q_{\text{ГВС}}^{\text{сутки}} + 12\text{ч}/24\text{ч} * Q_{\text{басс}}^{\text{сутки}} = 29 \text{ кВт} + 0,5 * 145 \text{ кВт/сутки} = 101,5 \text{ кВт/сутки}$$

Если мы берем плоские солнечные коллекторы МФК001, то для Киева их средняя летняя производительность будет:

$$q_{\text{МФК001}}^{\text{лето}} (\text{Киев}) = (6,5 \text{ кВт/колл.} * \text{сутки} + 6,4 \text{ кВт/колл.} * \text{сутки} + 6,8 \text{ кВт/колл.} * \text{сутки}) / 3 = 6,6 \text{ кВт/колл.} * \text{сутки}$$

Для покрытия среднесуточной потребности в тепле летом необходимо следующее количество коллекторов:

$$N_{\text{колл}} = Q_{\text{лето}}^{\text{день}} / q_{\text{МФК001}}^{\text{лето}} (\text{Киев}) = 101,5 \text{ кВт/сутки} / 6,6 \text{ кВт/колл.} * \text{сутки} = 15,4 > 15 \text{ колл.}$$

Определение энергоэффективности решения:

Говоря о производительности одного коллектора МФК001 в г. Киеве будет следующая (см. Таблица №7 к Задаче №5):

$$q_{\text{МФК001}}^{\text{год}} (\text{Киев}) = 1421. \text{ кВт/год}$$

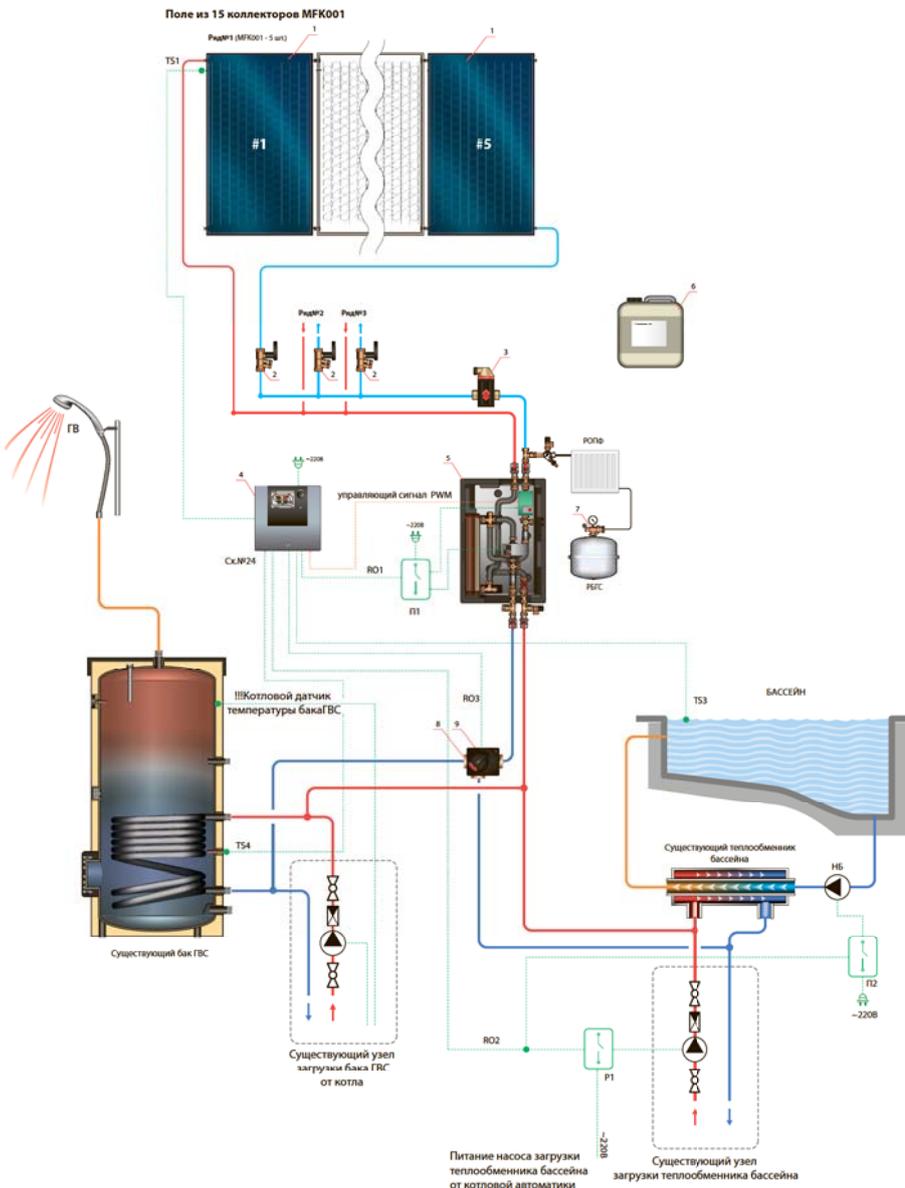
За год данная система покроет за счет солнечной энергии следующее количество тепла:

$$Q_{\text{МФК001}}^{\text{год}} = q_{\text{МФК001}}^{\text{год}} (\text{Киев}) * N_{\text{колл}} = 1421. \text{ кВт/год} * 15 \text{ колл} = 21\ 315 \text{ кВт/год}$$

Это позволит покрыть следующую долю потребности бассейна в тепле:

$$\text{Кпокр.} = Q_{\text{МФК001}}^{\text{год}} / (365\text{дн} * Q_{\text{басс}}^{\text{сутки}}) * 100 = 21\ 315 \text{ кВт/год} / (365 \text{ дн.} * 145 \text{ кВт/сутки}) * 100 = 40\%$$

Задача №8: «Дом с закрытым бассейном» Приготовление ГВС и подогрев бассейна от геосистемы.



Обозначения:

- 1 - плоский солнечный коллектор MFK001, апертюра 2,3 м².
- 2 - балансирующий клапан Ballorex Venturi Ду 20 мм.
- 3 - сепаратор воздуха FlamcoVent Smart.
- 4- дифф.-температурный регулятор Maximal Pro (цветной дисплей, индикация состояния схемы, PWM-управление).
- 5 - солнечная станция XL с разделительным теплообменником 40 кВт, насосы Wilo Stratos Para 25/1-11 PWM (I контур)/Wilo Stratos Para 25/1-7 (II контур).
- 6 - теплоноситель RekaSolar50, канистра 20 л.
- 7 - MAG-вентиль (узел для подключения/отключения расширительного бака РБ и контроля давления как внутри системы, так и внутри бака).
- 7 - 3-х ходовой смеситель Em3-25-12, Ду 25 мм.
- 8 - электрический сервомотор ST10-R, 220В, для переключения 3-х ходового смесителя между крайними положениями.
- TS1-TS4 - погружные датчики геосистемы.
- РБГС - расширительный бак геосистемы.
- РОПФ - радиатор C11x600x600 для охлаждения паровой фазы.
- П1 - электрический пускатель на 600 Вт для одновременного пуска насосов станции Solar XL.
- Р1 - нормально-замкнутое реле, которое при подаче напряжения от регулятора Maximal Pro (4), отключает насос загрузки теплообменника бассейна от котла.
- П2 - электрический пускатель для запуска насоса циркуляционной линии бассейна. Мощность пускателя зависит от мощности насоса бассейна НБ.

Описание работы системы:

Данная геосистема доставляется дополнительно на уже существующую котельную. Поэтому мы разделяем среду геоконтур с антифризом от отопительного контура с отопительной водой при помощи станции Solar XL 40 кВт (8-30 л/мин). Эта станция через пластинчатый теплообменник будет передавать тепло от одной среды к другой не смешивая разные теплоносители. По вторичной (водяной) стороне эта станция одним плечом подключается к греющему змеевику бака ГВС, а вторым плечом подключается к существующему теплообменнику бассейна. Бак ГВС нагревается в приоритете, остаточное тепло идет на бассейн. Переключение загрузки осуществляется смесительным клапаном 7 с переключающим приводом 8. На баке ГВС котловой датчик надо смонтировать как можно выше, чтобы нагрузка от котла включалась тогда, когда стала остывать верхняя часть бойлера ГВС. Датчик геосистемы надо смонтировать между подающей и обратной линиями змеевика бойлера. Таким образом до самого дна бак будет прогреваться за счет солнечной энергии. В бассейне надо разместить датчик TS3. По сравнению с ним регулятор 4 будет определять: есть ли температурный потенциал для выгрузки тепла в бассейн на коллекторах? Также в момент переключения геосистемы на загрузку теплообменника бассейна надо обеспечить включение насоса бассейна НБ (при помощи пускателя П2), и отключение насоса загрузки теплообменника бассейна от котла (при помощи реле Р1). Это позволит обеспечить выгрузку тепла непосредственно в воду бассейна и исключит отбор тепла от котла, пока есть тепло от солнечной системы.

Примечание: Подбор насосной группы, трубопровода и расширительного бака осуществляется по аналогии как в Задаче №7.

пп	Артикул	Наименование	Цена, евро с НДС	Кол-во, шт.	Стоимость, евро с НДС
1	45311.2	Плоский солнечный коллектор MFK001, с апертурной площадью 2,3 м ² .	750,20	15,0	11'253,00
1.1	45311.201	Соединительный набор для плоского солнечного коллектора MFK001 (3/4")	40,02	3,0	120,06
1.2	45311.102	Базовый комплект крепежных реек для 2-х коллекторов MFK001	104,35	6,0	626,10
1.3	45311.101	Дополнительный комплект крепежных реек для 3-его коллекторов MFK001	60,46	3,0	181,38
1.4	45311.107	Базовый монтажный комплект на базе универсальных анкеров (⁰) для установки первых 2-х коллекторов MFK001	201,66	3,0	604,98
1.5	45311.106	Дополнительный монтажный комплект на базе универсальных анкеров (⁰) для установки 3-его коллектора MFK001	76,19	9,0	685,71
1.6	45311.103	Зажимной комплект для соединения 2-х крепежных реек	31,47	6,0	188,82
2	80597.404	Балансирующий клапан Ballorex Venturi FODRW Ду 20	35,00	3,0	105,00
4	45111.96	Регулятор Maximal Pro (+ 4 датчика Pt-1000, 180°С)	662,28	1,0	662,28
5	45140.15	Солнечная насосная группа XL с теплообменником 40 кВт	1'813,19	1,0	1'813,19
6	100.50.000.01Y	Теплоноситель для геосистемы RekaSolar50, канистра 20 л	100,95	4,0	403,80
7	69088	MAG-вентиль для подключения расширительного бака (ВР 3/4" или 1")	71,77	1,0	71,77
8	EM3-25-12	3-х ходовой смеситель Ду 25 мм, ВР 1"	77,82	1,0	77,82
9	ST10-R/230	Электрический сервомотор ST10-R	176,62	1,0	176,62
Итого:					16'970,53

Задача №9: «Дом с открытым бассейном» Приготовление ГВС и подогрев бассейна от гелиосистемы, утилизация избытков тепла (если бассейн не заполнен)



Решение:

В первую очередь, необходимо определить потребности в тепле в летний период, когда котельная не должна работать, а именно:

- 1) Потребность на приготовление ГВС.
- 2) Потребность на поддержание бассейна.

1. Потребность на ГВС:

Есть бак ГВС на 500л, и больше, чем 500л за сутки мы нагреть не можем. Поэтому определим количество энергии, необходимое для нагрева этого бака от +10°C до 55°C (Задача № 2):

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{сутки}} = 500\text{л/сутки} / 100\text{л} * 5,8 \text{ кВт} = 29 \text{ кВт/сутки}$$

Есть дом, в котором уже существует котельная, бак ГВС 500л и открытый бассейн объемом 70 м³, который заполняется в мае, и сливается в конце сентября.

Необходимо добавить гелиосистему, которая с одной стороны не займет много места в существующей котельной, а с другой стороны в летнее время закроет часть потребностей в тепле на приготовление ГВС и поддержание воды в бассейне с нужной температурой. Месторасположение дома - г. Винница.

Примечание: Рассматриваемый бассейн имеет жалюзи, которые закрывают его на ночь и во время плохой погоды, тем самым уменьшая теплопотери в периоды, когда бассейном никто не пользуется.

Если мы берем плоские самосливающие солнечные коллекторы FKF240V, то для Киева их средняя летняя производительность будет (Таблица №8 к Задаче №5):

$$q_{\text{FKF240V}}^{\text{лето}} (\text{Винница}) = (6,5 \text{ кВт/колл.} * \text{сутки} + 6,5 \text{ кВт/колл.} * \text{сутки} + 7,0 \text{ кВт/колл.} * \text{сутки}) / 3 = 6,6 \text{ кВт/колл.} * \text{сутки}$$

Для покрытия среднесуточной потребности в ГВС летом необходимо следующее количество коллекторов:

$$N_{\text{колл. ГВС}} = Q_{\text{ГВС}}^{\text{сутки}} / q_{\text{FKF240V}}^{\text{лето}} (\text{Винница}) = 29 \text{ кВт/сутки} / 6,6 \text{ кВт/колл.} * \text{сутки} = 4,4 \text{ колл.} \approx 4 \text{ колл.}$$

Карта Украины по соотношению площади гелиополя к площади зеркала открытого бассейна

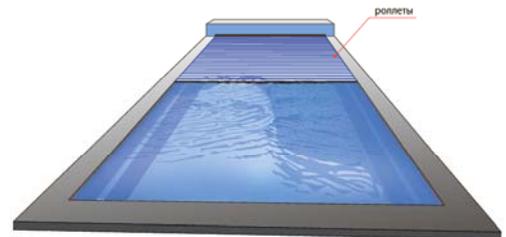


F_{колл}/F_{басс}.

- = 1,0
- = 0,6
- = 0,4
- = 0,3
- = 0,2

Примечание:

Данное соотношение площади открытого бассейна и поддерживающей его гелиосистемы справедливо для тех случаев, когда открытый бассейн оборудован защитными роллетами. Данные роллеты закрывают поверхность бассейна на ночь и отсекают испарение с поверхности бассейна в холодное время суток. Предполагается, что коллектора расположены в направлении Юга, под углом 45 градусов к горизонту.



2. Потребность на подогрев открытого бассейна.

Итак, имеется открытый бассейн объемом 70 м³. Он находится на незатененной площадке, защищенной от сильных ветров.

Чтобы не вдаваться в сложные расчеты с климатическими данными, воспользуемся картой Украины по соотношению площади гелиополя к площади зеркала бассейна.

Значит, для рассматриваемого дома в г. Винница для поддержки бассейна в летнее время мы должны использовать гелиополе площадью 60% от площади зеркала бассейна.

Поскольку среднестатистическая глубина бассейна 1,6 м, то рассматриваемый бассейн имеет зеркало площадью около:

$$F_{\text{басс}} = 70\text{м}^3 / 1,6\text{м} \approx 44\text{м}^2.$$

Тогда, если апертурная площадь одного коллектора FKF-240-V составляет 2,2 м², то для поддержания бассейна необходимо следующее количество коллекторов:

$$N_{\text{колл. басс.}} = 44\text{м}^2 / 2,2 \text{ м}^2/\text{колл.} * 0,6 = 12 \text{ шт.}$$

Общее количество коллекторов FKF-240-V для приготовления ГВС и поддержки открытого бассейна будет:

$$N_{\text{полл}} = N_{\text{полл. ГВС}} + N_{\text{полл. басс.}} = 4 \text{ колл.} + 12 \text{ шт.} = 16 \text{ шт.}$$

Определение энергоэффективности решения:

Говорящая производительность одного коллектора FKF-240-V в г. Винница будет следующая (Таблица №8 к Задаче №5):

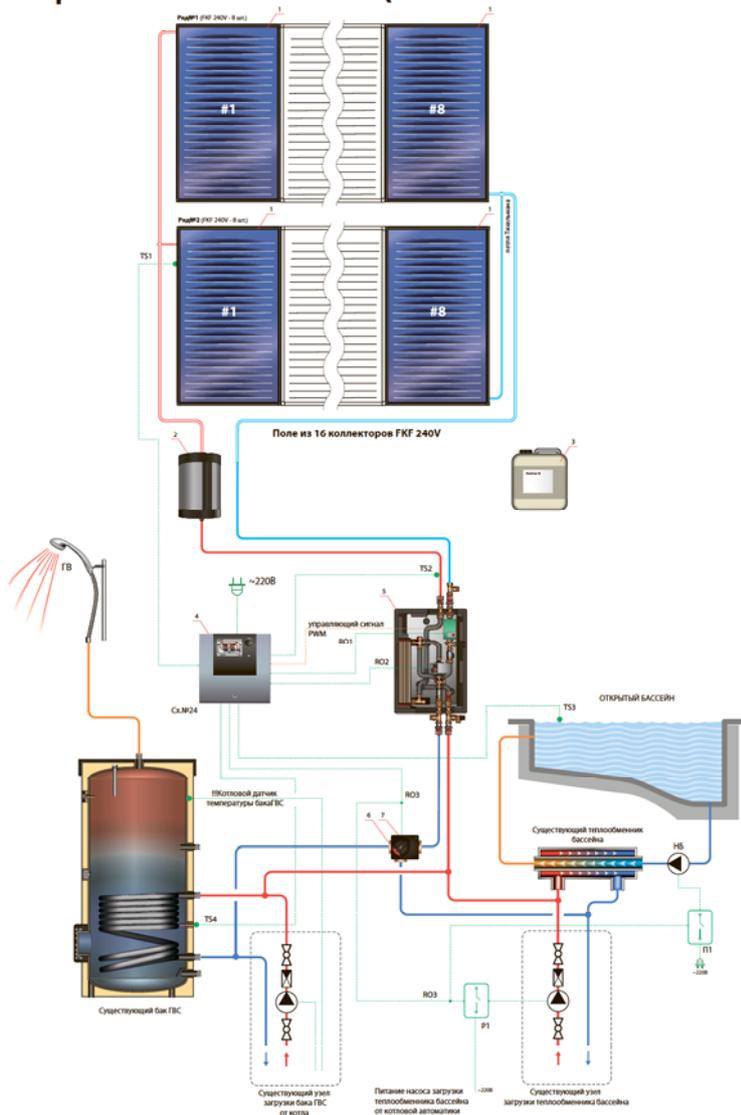
$$q_{\text{FKF240V}}^{\text{год}} (\text{Винница}) = 1505. \text{ кВт/год}$$

За год данная система заместит за счет солнечной энергии следующее количество тепла:

$$Q_{\text{FKF240V}}^{\text{год}} = q_{\text{FKF240V}}^{\text{год}} (\text{Винница}) * N_{\text{колл}} = 1505. \text{ кВт/год} * 16 \text{ колл.} = 24\ 080 \text{ кВт/год}$$

Задача №9: «Дом с открытым бассейном»

Приготовление ГВС и подогрев бассейна от геосистемы, утилизация избытков тепла (если бассейн не заполнен)



Обозначения:

- 1 - Плоский коллектор FKF-240-V, апертурной площадью 2,2 м² для самосливных систем.
- 2 - емкость Drain Box для хранения теплоносителя в самосливной системе с площадью коллекторного поля до 50м².
- 3 - теплоноситель PecaSolar50, канистра 20 л.
- 4- дифф.-температурный регулятор Maximal Pro (цветной дисплей, индикация состояния схемы, PWM-управление).
- 5 - солнечная станция XL с разделительным теплообменником 40 кВт, насосы Wilo Stratos Para 25/1-11 PWM (I контур)/Wilo Stratos Para 25/1-7(II контур).
- 6 - 3-х ходовой смеситель Em3-25-12, Ду 25 мм.
- 7 - электрический сервомотор ST10-R, 220В, для переключения 3-х ходового смесителя между крайними положениями.
- TS1-TS4 - погружные датчики геосистемы.
- P1 - нормально-замкнутое реле, которое при подаче напряжения от регулятора Maximal Pro (4), отключает насос загрузки теплообменника бассейна от котла.
- PI1 - электрический пускатель для запуска насоса циркуляционной линии бассейна НБ. Мощность пускателя зависит от мощности насоса бассейна НБ.

Описание работы системы:

Данная геосистема является самосливной геосистемой, и до- ставляется дополнительно на уже существующую котельную. Дело в том, что нельзя предугадать когда открытый бассейн заполнят, а когда спустят. Поэтому если возникнет ситуация, когда бассейн будет стоять опорожненный, а день будет солнечный, геосистема быстро загрузит бак ГВС, автоматика выключит насос геоконтур, и теплоноситель самотеком сольется в бочку Drain Box, а коллекторы заполнятся воздухом. Таким образом, система защищена от закипания.

При построении данной схемы мы разделяем среду геоконтур, а антифризом от отопительного контура с отопительной водой при помощи станции Solar XL 40 кВт (8-30 л/мин). Эта станция через пластинчатый теплообменник будет передавать тепло от одной среды к другой, не смешивая разные теплоносители.

По вторичной (водяной) стороне эта станция одним патрубком подключается к греющему змеевику бака ГВС, а вторым патрубком подключается к существующему теплообменнику бассейна.

Бак ГВС нагревается в приоритете, остаточное тепло идет на бассейн. Переключение загрузки осуществляется смесительным клапаном 6 с переключающим приводом 7.

На баке ГВС котловой датчик надо смонтировать как можно выше, чтобы загрузка от котла включалась тогда, когда стала остывать верхняя часть бойлера ГВС. Датчик геосистемы надо смонтировать между подающей и обратной линиями змеевика бойлера. Таким образом, до самого дна бак будет прогреваться за счет солнечной энергии.

В бассейне надо разместить датчик TS3. По сравнению с ним регулятор 4 будет определять: есть ли температурный потенциал для выгрузки тепла в бассейн на коллекторах?

Также в момент переключения геосистемы на загрузку теплообменника бассейна надо обеспечить включение насоса бассейна НБ (при помощи пускателя PI1), и отключение насоса загрузки теплообменника бассейна от котла (при помощи реле P1). Это позволит обеспечить выгрузку тепла непосредственно в воду бассейна, и исключит отбор тепла от котла, пока есть тепло от солнечной системы.

Примечание: Подбор насосной группы, трубопровода осуществляется по аналогии как в Задаче №6, Вариант №6.

пп	Артикул	Наименование	Цена, евро с НДС	Кол-во, шт.	Стоимость, евро с НДС
1	1100113	Самосливной солнечный коллектор FKF-240-V, площадью 2,2 м ² .	717,81	16,0	11'484,96
1.a	1310205	Комплект переходников Ду 22мм x НР 3/4"	24,89	2,0	49,78
1.б	1310209	Комплект заглушек Ду 22 мм	20,28	2,0	40,56
1.в	1300002	Комплект гибких соединений Ду 22 мм	48,89	14,0	684,46
1.г	1400026	Базовый комплект алюминиевых реек для монтажа одного вертикального коллектора	50,02	14,0	700,28
1.д	1400060	Дополнительный комплект алюминиевых реек	71,13	2,0	142,26
1.e	1400022	Комплект для соединения реек между собой	14,70	14,0	205,80
1.ж	1410012	Комплект универсальных анкеров	19,46	36,0	700,56
1.з	1400024	Базовый комплект крепления реек к керамкам	9,90	86,0	851,40
1.и	1400023	Дополнительный комплект креплений реек к керамкам	5,66	2,0	11,32
1.к	1400020	Монтажный комплект боковых креплений	22,62	2,0	45,24
1.л	1400021	Монтажный комплект креплений между коллекторами	12,87	14,0	180,18
1.м	1400025	Комплект нижнего фиксатора на рейке	6,28	16,0	100,48
2	1600001	Самосливная емкость Drain Box для геопольа до 50м ² .	948,28	1,0	948,28
3	100.50.000.01Y	Теплоноситель для геосистемы PecaSolar50, канистра 20 л	100,95	5,0	504,75
4	45111.96	Регулятор Maximal Pro (+ 4 датчика Pt-1000, 180°C)	662,28	1,0	662,28
5	45140.15	Солнечная насосная группа XL с теплообменником 40 кВт	1'813,19	1,0	1'813,19
6	EM3-25-12	3-х ходовой смеситель Ду 25мм, K _v 12,0	77,82	1,0	77,82
7	ST10-R/230	Электрический сервомотор ST10-R	176,62	1,0	176,62
Итого:					19'380,22

Задача №10: «Подключение отдельной твердотопливной котельной к зданию, в котором уже есть газовая котельная, через теплотрассу (+реверс теплоносителя)»



Хозяйский дом с существующей газовой котельной



Домик охраны, в котором надо разместить твердотопливную котельную

Есть загородный дом, площадью 450 м², в котором уже установлена газовая котельная, мощностью 65 кВт. Она работает на радиаторное отопление, теплый пол, ГВС, подогрев бассейна.

Заказчик хочет, для уменьшения затрат на отопление, доустановить твердотопливную котельную. Однако места в хозяйском доме для нее нет, и единственным местом, куда ее можно установить - домик охраны, который расположен на расстоянии 25 м от хозяйского дома. Теплотрасса между домами была заранее проложена, но без сигнальных проводов. Т.е. соединить между собой по автоматике 2 котельные не представляется возможным.

Домик охраны, совмещен с гаражом, отапливаемая площадь 75 м², есть душ и раковина (нужно локальное приготовление ГВС).

Необходимо предложить такую твердотопливную котельную, чтобы, пока она работает, ее тепло отапливало и домик охраны и хозяйский дом. А если вдруг дрова прогорят, то теплоноситель для отопления и горячего водоснабжения домика охраны должен приходить из хозяйского дома в обратном направлении.

Решение:

1. Подбор твердотопливного котла

Если мощность котельной хозяйского дома - 65 кВт, то доустанавливаемая твердотопливная котельная должна быть мощнее, ведь она должна еще покрывать потребности в отоплении и домика охраны. Если домик охраны 75 м², то, предположив, что он сделан из кирпичной стены в «полтора кирпича» (Задача №1, Вариант №1), для его отопления нужно добавить следующую мощность котла:

$$Q_{\text{дом. охраны}} = 75 \text{ м}^2 * 0,1 \text{ кВт/м}^2 * \text{ч} = 7,5 \text{ кВт/ч}$$

Добавив 5% на потери в теплотрассе, получим необходимую мощность твердотопливного котла:

$$Q_{\text{тв. котла}} = 65 \text{ кВт} + 7,5 \text{ кВт} + 5\% = 76 \text{ кВт} > 80 \text{ кВт}$$

2. Подбор буферной емкости

Для экономной работы твердотопливного котла, ему необходима буферная емкость из расчета 25...55 л на 1 кВт мощности котла. Это позволяет сжигать дрова в котле с максимальной эффективностью, с полностью открытой заслонкой для подачи воздуха для горения на котле.

Значит, оптимальный объем буферной емкости для котла 80 кВт будет следующий:

$$V_{\text{буф. емкости}} = Q_{\text{тв. котла}} * (25 \text{ л} + 55 \text{ л}) / 2 = 80 \text{ кВт} * 40 \text{ л/кВт} = 3200 \text{ л} > 3000 \text{ л}$$

3. Подбор расширительного бака

Поскольку доставляемое оборудование имеет большой водяной объем, мы должны к нему доставить дополнительный расширительный сосуд, который будет «поглощать» температурные расширения данного объема жидкости.

Итак, объем «добавленной» системы отопления следующий:

$$V_{\text{добав. сист}} = V_{\text{котла}} + V_{\text{буф. емкости}} + V_{\text{теплотрассы}} = 80 \text{ л} + 3'000 \text{ л} + 100 \text{ л} = 3'180 \text{ л.}$$

Давление срабатывания предохранительного клапана в системе отопления:

$$P_v = 3 \text{ Бар}$$

Давление в системе отопления, при высоте хозяйского дома $h_{\text{дома}} = 9,0 \text{ м.}$:

$$P_s = (h_{\text{дома}} / 10) + 1,2 \text{ бар} = (9,0 \text{ м} / 10) + 0,5 \text{ бар} = 1,4 \text{ бар,}$$

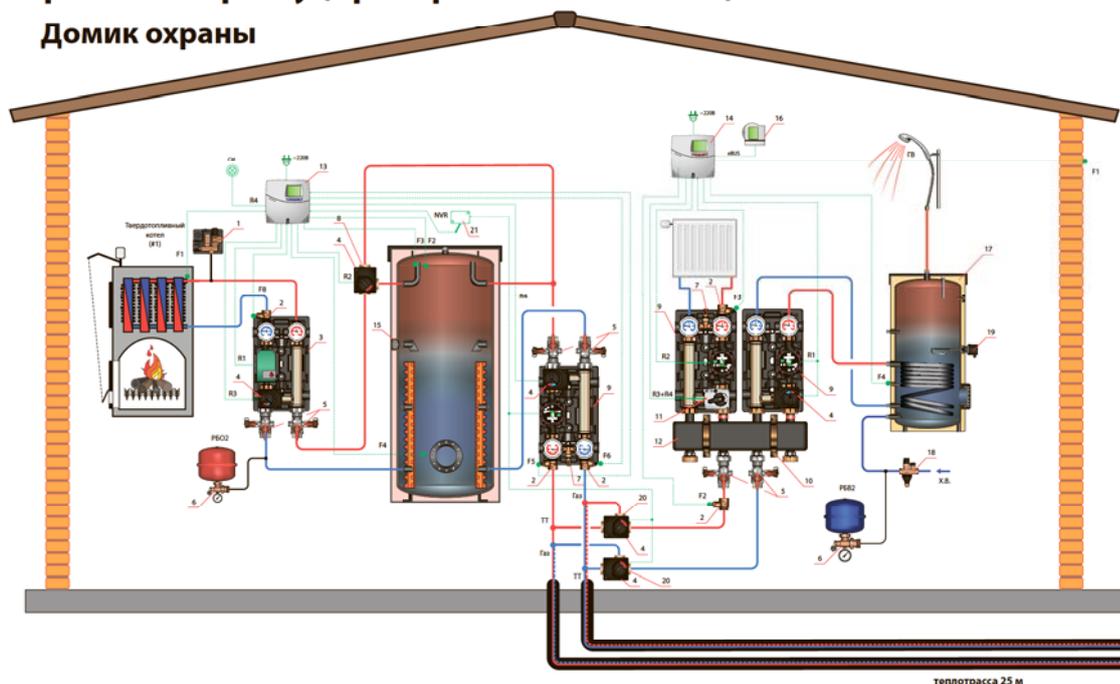
где 0,5 - это минимальное давление 0,5 бар в самой высокой точке системы отопления.

При разогреве воды в системе отопления до 90°C (K=3,6), требуемый объем расширительного бака будет:

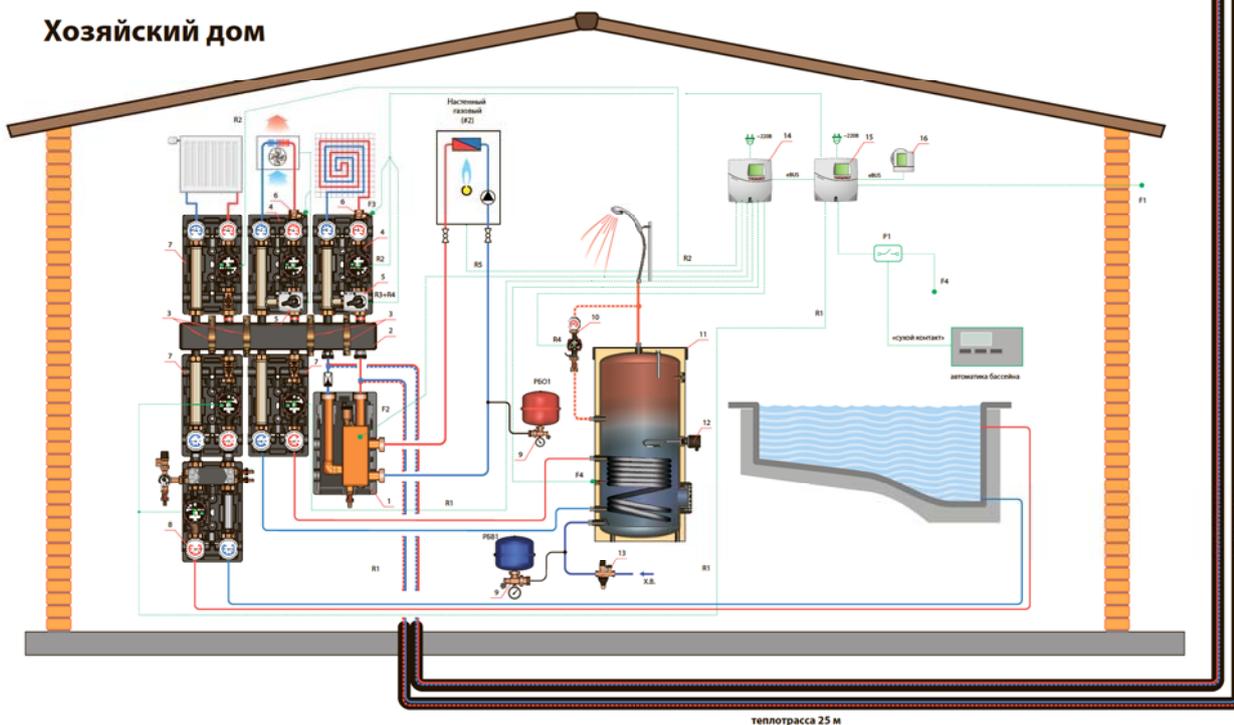
$$V_{\text{расш. бака}} = V_{\text{добав. сист}} * (K/100) * (P_v + 1) / (P_v - P_s) = 3'180 \text{ л} * (3,6/100) * (3 \text{ бар} + 1) / (3 \text{ бар} - 1,4 \text{ бар}) = 238 \text{ л.}$$

Задача №10: «Подключение отдельностоящей твердотопливной котельной к зданию, в котором уже есть газовая котельная, через теплотрассу (+реверс теплоносителя)»

Домик охраны



Хозяйский дом



Домик охраны. Обозначения:

- 1 - группа безопасности (манометр, автоматический воздухоотводчик, предохранительный клапан 3 бар).
- 2 - вставка с гильзой для датчика температуры.
- 3 - смесительная группа D-МК Ду 25 мм, с насосом Wilo Stratos Para 25/1-7, подача слева.
- 4 - переключающий привод ST10-R/230.
- 5 - отсечная арматура котельного контура BP1" x НГ 1 1/2"
- 6 - MAG-вентиль (узел для подключения/отключения расширительного бака РВ и контроля давления как внутри системы, так и внутри бака).
- 7 - настраиваемый перепускной клапан 0,1...0,6 бар.
- 8 - 3-х ходовой смеситель EM3-32-18.
- 9 - смесительная группа D-МК Ду 25 мм, с насосом Grundfos Alfa 2L 25-60, подача справа.
- 10 - консоли для настенного монтажа коллектора Meibes.
- 11 - 3-х точечный сервомотор ~220В.
- 12 - настенный коллектор Meibes на 3 контура.
- 13 - дифференциально-температурный регулятор Sol Max.
- 14 - погодозависимый контроллер HZR-C, базовый.
- 15 - Буферная емкость SPSX-F 3000, объемом 3000л.
- 16 - комнатный датчик температуры DFW с удаленным управлением контуром.
- 17 - бак ГВС HUCH EBS-PU 150, объемом 150л, эмалированный, с

- одним греющим змеевиком, фланцем для ревизии и местом для установки ТЭНа.
- 18 - группа безопасности бойлера Ду 20, 8 бар (запорный вентиль, предохранительный клапан 8 бар, обратный клапан).
- 19 - ТЭН 3 кВт, ~220В.
- 20 - 3-х ходовой смеситель EM3-25-12.
- 21 - промежуточное реле 12В/220В.
- F1 - датчик наружной температуры.
- F2-F7 - погружные датчики трубопроводов (или емкостей).
- PBВ2 - расширительный бак системы санитарного водоснабжения, объемом 12л.
- PB02 - расширительный бак системы отопления, объемом 500л.

Хозяйский дом. Обозначения:

- 1 - гидравлическая стрелка МНК 32, 3 м³/ч.
- 2 - настенный коллектор Meibes на 5 контуров.
- 3 - консоли для настенного монтажа коллектора Meibes.
- 4 - смесительная группа D-МК Ду 25 мм, с насосом Grundfos Alfa 2L 25-60, подача справа.
- 5 - 3-х точечный сервомотор ~220В.
- 6 - вставка с гильзой для датчика температуры.
- 7 - прямая группа D-UK Ду 25 мм, с насосом Grundfos Alfa2 25-60 подача справа.
- 8 - насосная группа D-UK-HE с разделительным т/о 30 кВт, и насосом

- UPS 25-60 в нерж. корпусе.
- 9 - MAG-вентиль (узел для подключения/отключения расширительного бака РВ и контроля давления как внутри системы, так и внутри бака).
- 10 - монтажный комплект тип 5 (Ду 25 мм, 2 шаровых крана, обратный клапан, накидные гайки, прокладки, термометр), насос не входит в состав монтажного комплекта.
- 11 - бак ГВС HUCH EBS-PU 500, объемом 500л, эмалированный, с одним греющим змеевиком, фланцем для ревизии и местом для установки ТЭНа.
- 12 - ТЭН 3 кВт, ~220В.
- 13 - группа безопасности бойлера Ду 20, 8 бар (запорный вентиль, предохранительный клапан 8 бар, обратный клапан).
- 14 - погодозависимый контроллер HZR-C, базовый.
- 15 - погодозависимый контроллер HZR-E, расширительный.
- 16 - комнатный датчик температуры DFW с удаленным управлением контуром.
- F1 - датчик наружной температуры.
- F2-F7 - погружные датчики трубопроводов (или емкостей).
- PBВ1 - расширительный бак системы санитарного водоснабжения, объемом 30л.
- PB01 - расширительный бак системы отопления, объемом 50л.

Задача №10: «Подключение отдельностоящей твердотопливной котельной к зданию, в котором уже есть газовая котельная, через теплотрассу (+реверс теплоносителя)»

Домик Охраны. Описание работы системы:

Система отопления в домике охраны фактически состоит из 2-х частей: 1) твердотопливный котел с обвязкой; 2) система отопления и ГВС самого Домика Охраны.

Часть №1. Твердотопливный котел с ручной загрузкой топлива находится под управлением регулятора Sol Max (13). Если регулятор обнаружил в котле температуру 65°C (датчик F1), то он включает насос в смесительной группе D-МК (3), и начинает выгружать тепло в буферный бак SPSX-F (15). Также регулятор контролирует температуру обратной линии (датчик F8), которая поступает на нагрев в твердотопливный котел. Если эта температура опускается ниже 65°C, то регулятор (13) при помощи привода ST-10R/230 (4) подмешивает в обратную линию горячий теплоноситель из подающей линии, и не допускает выпадение конденсата на стороне дымовых газов в котле, и его последующего засорения.

Другими словами, регулятор Sol Max обеспечивает включение котлового насоса котла только тогда, когда в последнем есть достаточный температурный потенциал. И при выгрузке тепла в буферный бак (15) регулятор (13) контролирует наличие правильного температурного режима для его длительной и бесперебойной работы.

Также регулятор Sol Max сравнивает температуру в котле и подающей линии смесительной насосной группы D-МК (датчик F5), которая подает теплоноситель из буферного бака в теплотрассу. Если теплотрасса холоднее твердотопливного котла (датчик F1) на 20°C и более, то регулятор (13) переключает 3-х ходовой смеситель (R2) и перенаправляет горячий теплоноситель в теплотрассу сразу, не дожидаясь, когда прогреется буферный бак (15).

Когда теплотрасса прогреется, регулятор (13) остаточное тепло из котла будет загружать в бак (15), для использования его позднее по мере необходимости.

Для выгрузки тепла в теплотрассу служит группа D-МК (9), которая расположена по другую сторону буферной емкости (15).

Ее насос включается тогда, когда вверху буферной емкости температура достигнет 60°C (датчик F3), и выключается, когда температура в этой точке упадет ниже заданной отметки. Вместе с насосом выгрузки тепла из емкости подается питание на приводы ST-10R/230, которые переподключают потребителей тепла Дома Охраны к разным трубопроводам теплотрассы. Таким образом, при работе твердотопливной котельной, они забирают нужную часть тепла от твердотопливного котла. А при отсутствии тепла в буфере они переподключаются так, чтобы вытягивать тепло по той же самой теплотрассе, но из газовой котельной. Замыканию циркуляции через буферную емкость перпятствует обратный клапан, расположенный в группе D-МК, выгружающей тепло.

Поскольку связи с газовой котельной нет, то регулятор Sol Max (13) постоянно контролирует перепад температур между датчиками F5 и F6 на выгружающей насосной группе, стремясь поддерживать перепад температур в 15-20°C. Если разница температур растет, значит в Хозяйском доме требуется больше тепла, и регулятор открывает смеситель при помощи привода ST-10R/230 (4). Если разница температур падает, значит потребность в тепле в хозяйском доме упала, и смеситель будет закрываться.

Если твердотопливная котельная остановилась, буфер остыл, то выгружающий насос выключается, а смеситель остается открытым. Это позволяет при растопке котла переключить байпас через буфер, и сразу же греть теплотрассу, не дожидаясь прогрева буферной емкости (15). Котловой насос будет продавливать и теплотрассу и неработающий насос в выгружающей насосной группе.

Часть 2. Домик охраны имеет свою систему отопления на основе 2-х смесительных насосных групп D-МК под управлением регулятора HZR-C (14).

Регулятор HZR-C (14) в первом приоритете греет горячую воду. Если вода в баке ГВС(17) остыла (была использована), то регулятор вначале проверяет наличие тепла в патрубке подающей линии, который подключен к теплотрассе, на наличие достаточной температуры. Если температура достаточна для нагрева бака ГВС, то регулятор включает насос загрузки бака ГВС (9), открывает смеситель при помощи привода ST-10R/230 (4), и нагревает санитарную горячую

воду. После нагрева бака ГВС насос выключается и смеситель в составе смесительной группы D-МК 25 (9) закрывается. Это очень важно, чтобы перепад давления, который создает насос выгрузки тепла из буферного бака, не продавливал неработающий насос загрузки бака ГВС, не перегревал последний, и не терял часть производительности и температуры на этом «паразитном» байпасе.

После нагрева бака ГВС, если на улице температура наружного воздуха ниже отметки включения системы отопления (допустим, ниже +16°C), регулятор включает насос отопления, и, высчитав необходимую температуру подачи на радиаторы для текущей погоды, управляет смесителем при помощи привода (11), чтобы получить расчетную температуру на датчике (F3). Это позволяет очень экономно использовать выработанное котлами тепло, и при работе от буферного бака существенно уменьшает перемещение разнотемпературных слоев.

Также перемещению слоев в баке (15) препятствуют встроенные стратификаторы.

Хозяйский дом. Описание работы системы:

В хозяйском доме газовый настенный котел (скорее всего конденсационный) работает на гидравлическую стрелку (1). За гидрострелкой (1) идет сборка из разных насосных групп, собранных на распределительном коллекторе (2), и которые работают на разных потребителей тепла. Теплотрасса от Домика Охраны подключается между гидрострелкой и потребителями тепла. Это сделано для того, чтобы при реверсе теплоносителя в теплотрассе не возникало ситуации, когда направление движения теплоносителя противоречило правильному затеканию в гидрострелку (1), которая имеет сепаратор воздуха и шлама.

Если из теплотрассы приходит горячая вода от твердотопливной котельной, то датчик (F2) чувствует повышение температуры, и выключает газовый котел. Если температура на датчике (F2) упадет ниже минимально-необходимой с точки зрения регулятора HZR-C (14), который контролирует теплоснабжение Хозяйского дома, то будет включен газовый котел.

Контур вентиляции управляется от своей автоматики. И поскольку в системе присутствуют 2 бака ГВС (с точки зрения управления): собственно сам бак ГВС (11) и бассейн, то для управления этой котельной к регулятору HZR-C (14) доставляется расширение в виде дополнительного регулятора HZR-E (15). Оба регулятора связаны между собой по шине eBus и работают как единый регулятор.

Контур бойлера ГВС включается по факту охлаждения воды в нем, а контур загрузки тепла в теплообменник бассейна включается по факту короткого замыкания датчика F4 на регуляторе HZR-E (15). Инициатором этого короткого замыкания является автоматика бассейна, которая посредством «сухого контакта» передает на котловую автоматику сигнал о том, что бассейн нуждается в тепле.

Теплый пол Хозяйского дома управляется от регулятора HZR-E по своей отопительной кривой, но с ограничением температуры подачи не более 55°C.

Примечания:

1) Используемый в обоих домах цифровой датчик комнатной температуры DFW (16) позволяет точно контролировать достижение требуемой температуры в контрольном помещении, подбирать кривые теплоснабжения для дома в котором он расположен, изменять временные и температурные настройки контура.

2) Каждый из бойлеров дооснащается ТЭНом, для возможности выключить все котельное оборудование и греть ГВС только за счет электричества.

Задача №10: «Подключение отдельностоящей твердотопливной котельной к зданию, в котором уже есть газовая котельная, через теплотрассу (+реверс теплоносителя)»

Домик Охраны

пп	Артикул	Наименование	Цена, евро с НДС	Кол-во, шт.	Стоимость, евро с НДС
1	66065	Группа безопасности котла	49,73	1,0	49,73
2	90256.50P	Вставка с гильзой для датчика температуры Ду 25 мм	15,61	5,0	78,05
3	101.20.025.02WIPL	Насосная группа D-МК, Ду 25 мм с насосом Wilo Stratos PARA 25/1-7, подача слева	480,70	1,0	480,70
4	ST10-R/230	Электрический сервомотор ST10-R, 220В	176,62	5,0	883,10
5	45401.1	Отсечная арматура насосной группы D-УК/МК с кранами для слива/заполнения	86,80	2,0	173,60
6	69088	MAG-вентиль для подключения расширительного бака (BP 3/4" или 1")	71,77	2,0	143,54
7	69070.5	Настраиваемый перепускной клапан 0,2...0,6 бар	23,94	2,0	47,88
8	EM3-32-18	3-х ходовой смеситель Ду 32 мм, BP 1 1/4"	78,45	1,0	78,45
9	101.20.025.03GFP	Насосная группа D-МК, Ду 25 мм с насосом Grundfos Alfa2 25-60	436,77	3,0	1'310,31
10	66337.3	Комплект консолей для настенного монтажа коллектора Meibes	22,34	1,0	22,34
11	66341	Сервомотор ~220В, 3-х точечное управление.	95,94	1,0	95,94
12	66301.2	Коллектор на 3 контура, Meibes.	201,45	1,0	201,45
13	3R2H8	Дифф.-температурный регулятор Sol Max	357,91	1,0	357,91
14	7R5R5	Погодозависимый контроллер HZR-C	307,93	1,0	307,93
15	23670/28539	Буферный бак SP5X-F 3000, объемом 3000л со стратификаторами (изоляция RAL 9006)	4'831,17	1,0	4'831,17
16	7RDFW	Комнатный цифровой термостат DFW	123,41	1,0	123,41
17	15280	Эмалированный бак EBS-PU 150, объемом 150л	644,72	1,0	644,72
18	6915B.80PE	Группа безопасности бака ГВС, объемом до 200л	38,76	1,0	38,76
19	09905	ТЭН, мощностью 3 кВт, ~230В.	200,03	1,0	200,03
20	EM3-25-12	3-х ходовой смеситель Ду 25 мм, BP 1"	77,82	2,0	155,64
21	7RK1R1	Реле 12В/220В	29,39	1,0	29,39
F1	20TAPR	Датчик наружной температуры	26,37	1,0	26,37
F2-F8	45111.52	Датчик Pt-1000 (до 180°C)	15,66	10,0	156,60
Итого:					10'437,02

Хозяйский дом

пп	Артикул	Наименование	Цена, евро с НДС	Кол-во, шт.	Стоимость, евро с НДС
1	66391.3	Гидравлическая стрелка МНК 32, 3м³/ч	244,10	1,0	244,10
2	66301.3	Коллектор на 5 контуров, Meibes	281,74	1,0	281,74
3	66337.3	Комплект консолей для настенного монтажа коллектора Meibes	22,34	2,0	44,68
4	101.20.025.03GFP	Насосная группа D-МК, Ду 25 мм с насосом Grundfos Alfa2 25-60	436,77	2,0	873,54
5	66341	Сервомотор ~220В, 3-х точечное управление.	95,94	2,0	191,88
6	90256.50P	Вставка с гильзой для датчика температуры Ду 25 мм	15,61	2,0	31,22
7	101.10.025.03GFP	Насосная группа D-УК, Ду 25 мм с насосом Grundfos Alfa2 25-60	369,81	3,0	1'109,43
8	104.10.025.30GFP	Насосная группа D-УК-HE, Ду 25 мм с т/о 25 кВт, насосом Grundfos UPS 25-60 (нерж).	713,72	1,0	713,72
9	69088	MAG-вентиль для подключения расширительного бака (BP 3/4" или 1")	71,77	2,0	143,54
10	61130	Монтажный комплект S для насоса Ду 25 (без насоса)	43,46	1,0	43,46
11	14599	Эмалированный бак EBS-PU 500, объемом 500л	1'223,24	1,0	1'223,24
12	09905	ТЭН, мощностью 3 кВт, ~230В.	200,03	1,0	200,03
13	6925B.80PE	Группа безопасности бака ГВС, объемом до 500л	81,79	1,0	81,79
14	7R5R5	Погодозависимый контроллер HZR-C	307,93	1,0	307,93
15	7R5R4	Погодозависимый контроллер HZR-E	257,24	1,0	257,24
16	7RDFW	Комнатный цифровой термостат DFW	123,41	1,0	123,41
F1	20TAPR	Датчик наружной температуры	26,37	1,0	26,37
F2-F8	45111.52	Датчик Pt-1000 (до 180°C)	15,66	5,0	78,30
Итого:					5'975,62

Задача №11: «Отдельстоящая котельная на основе 2-х настенных конденсационных котлов по 65 кВт, работающая на Хозяйский Дом и отдельно стоящую Баню с бассейном»



Хозяйский дом



Отдельстоящая сауна с бассейном



Вид бассейна с сауной изнутри



Отдельстоящий гараж с котельной

Строится загородный комплекс, состоящий из нескольких строений:

- 1) Хозяйский дом, площадью - 450 м².
- 2) Отдельстоящая баня, площадью - 120 м² с бассейном 80м³.
- 3) Отдельстоящий гараж, площадью - 80 м².

Котельная будет находиться в гараже, а остальные строения будут подключены к ней через теплотрассу.

Необходимо подобрать котельную и тепловые пункты в бане и гараже. Трассировка теплотрассы от гаража до бани - 20 м, а от бани до хозяйского дома - 30 м.

Каждое строение имеет следующих потребителей:

1) Хозяйский дом (50/52 кВт):

- 1.1 Радиаторное отопление 1-ого этажа (гостиная) - 12 кВт.
- 1.2 Теплый пол 1-ого этажа (гостиная) - 12 кВт.
- 1.3 Радиаторное отопление хозяйской зоны - 8 кВт.
- 1.4 Теплый пол хозяйской зоны - 5 кВт
- 1.5 Радиаторное отопление детской зоны - 10 кВт
- 1.6 Теплый пол детской зоны - 5 кВт.
- 1.7 бак ГВС 500л - 50 кВт (приоритет).

2) Отдельстоящая баня с бассейном (41 кВт/48 кВт):

- 2.1 Радиаторное отопление - 8кВт
- 2.2 Теплый пол - 15 кВт
- 2.3 Подогрев бассейна - 10 кВт (поддержание) /20 кВт (нагрев)
- 2.4 Вентиляция бассейна - 8 кВт
- 2.5 Бак ГВС 200л - 28 кВт (приоритет)

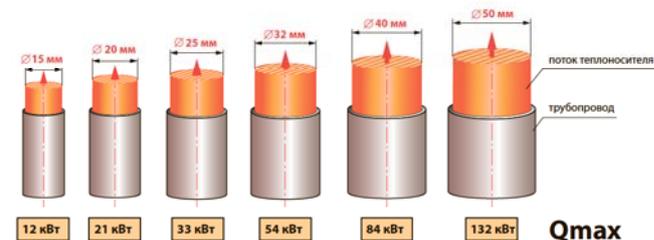
3) Отдельстоящий гараж (18 кВт/23 кВт):

- 3.1 Радиаторное отопление - 6 кВт
- 3.2 Воздушное отопление котельной - 12 кВт
- 3.5 Бак ГВС 150л - 23 кВт (приоритет).

Надо предложить такую систему отопления, чтобы она была максимально экономичная, и потребность всех строений учитывались в котельной при генерации тепла.

Решение:

Суммарная мощность котельной - 130 кВт, значит теплотрасса должна иметь возможность пропустить всю мощность котельной. Определим минимальный диаметр теплотрассы:



Оптимальный диаметр теплотрассы - Ду 50 мм.

Номинальный оборот теплоносителя на $\Delta T=25^{\circ}\text{C}$:
 Гном. = $130 \text{ кВт} \cdot 860 / 25^{\circ}\text{C} = 4 \cdot 472 \text{ л/ч} \approx 4,5 \text{ м}^3/\text{ч}$

Ориентировочная потеря давления в теплотрассе при прокачивании номинального объема около 1,5 м. в. ст.

Задача №11: «Отдельностоящая котельная на основе 2-х настенных конденсационных котлов по 65 кВт, работающая на Хозяйский Дом и отдельно стоящую Баню с бассейном»

Описание работы:

Рассматриваемый комплекс состоит из 3-х отдельностоящих строений:

- 1) Хозяйский дом (52 кВт).
- 2) Баня с бассейном (48 кВт).
- 3) Гараж (23 кВт).

Система отопления всех 3-х строений подключена к одной теплотрассе, которая питается от газовой котельной, расположенной в гараже. Остальные дома имеют в подвале тепловые пункты, которые отбирают тепло из теплотрассы на нужды каждого из домов. Каждым тепловым пунктом управляют блоки автоматики HZR-C/E, которые определяют потребность в тепле каждого строения, дозированно отбирают тепло на каждый контур, и посылают данные по шине eBUS о потребности в тепле на центральный модуль HZR-C, который находится в котельной.

Таким образом, базовый регулятор HZR-C управляет работой 2-х газовых котлов исходя из потребностей всего комплекса.

В каждом здании, в центральном помещении каждой из отапливаемых зон, стоит электронный датчик комнатной температуры DFW. Он позволяет контролировать достижение заданной температуры в заданной климатической зоне, и отключает теплоснабжение данного контура при достижении требуемой температуры.

Также он позволяет изменять параметры теплоснабжения данной зоны непосредственно из помещения, не заходя в котельную.

Дополнительно, при помощи датчиков DFW, может быть запущен поиск отопительной кривой, характерной для данного помещения.

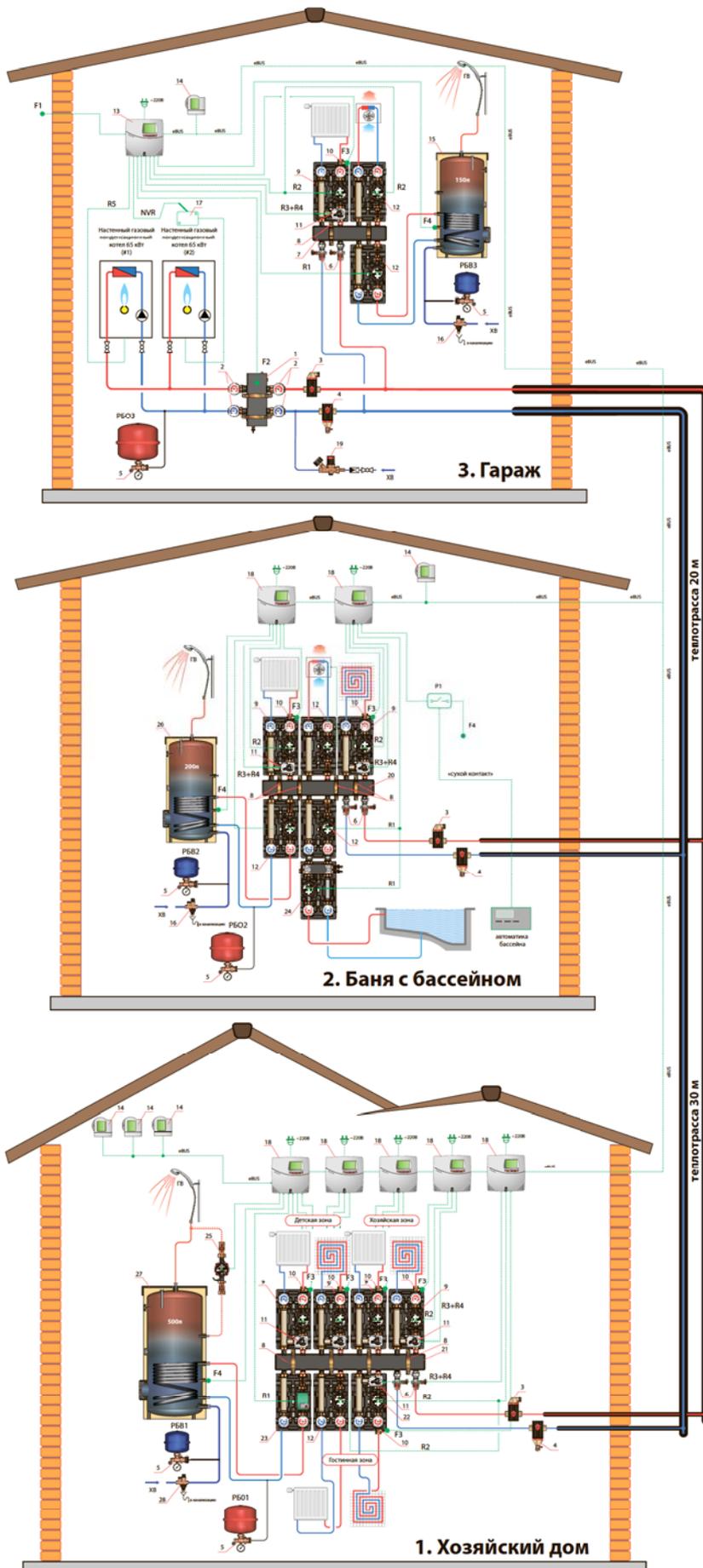
В теплое время года, при достижении определенной температуры наружного воздуха (например, +16°C), все отопительные контуры отключаются. При необходимости, можно задать разную температуру отключения для разных контуров. Допустим, радиаторное отопление хозяйской зоны должно отключиться при +16°C, а теплые полы в этой зоне будут работать до +25°C.

В летнее время котлы будут включаться для нагрева ГВС по факту падения в любом из баков ГВС температуры, либо по запросу автоматики бассейна («сухой контакт» кортит контакты датчика F4). В этом случае котельная включается, чтобы удовлетворить этот запрос.

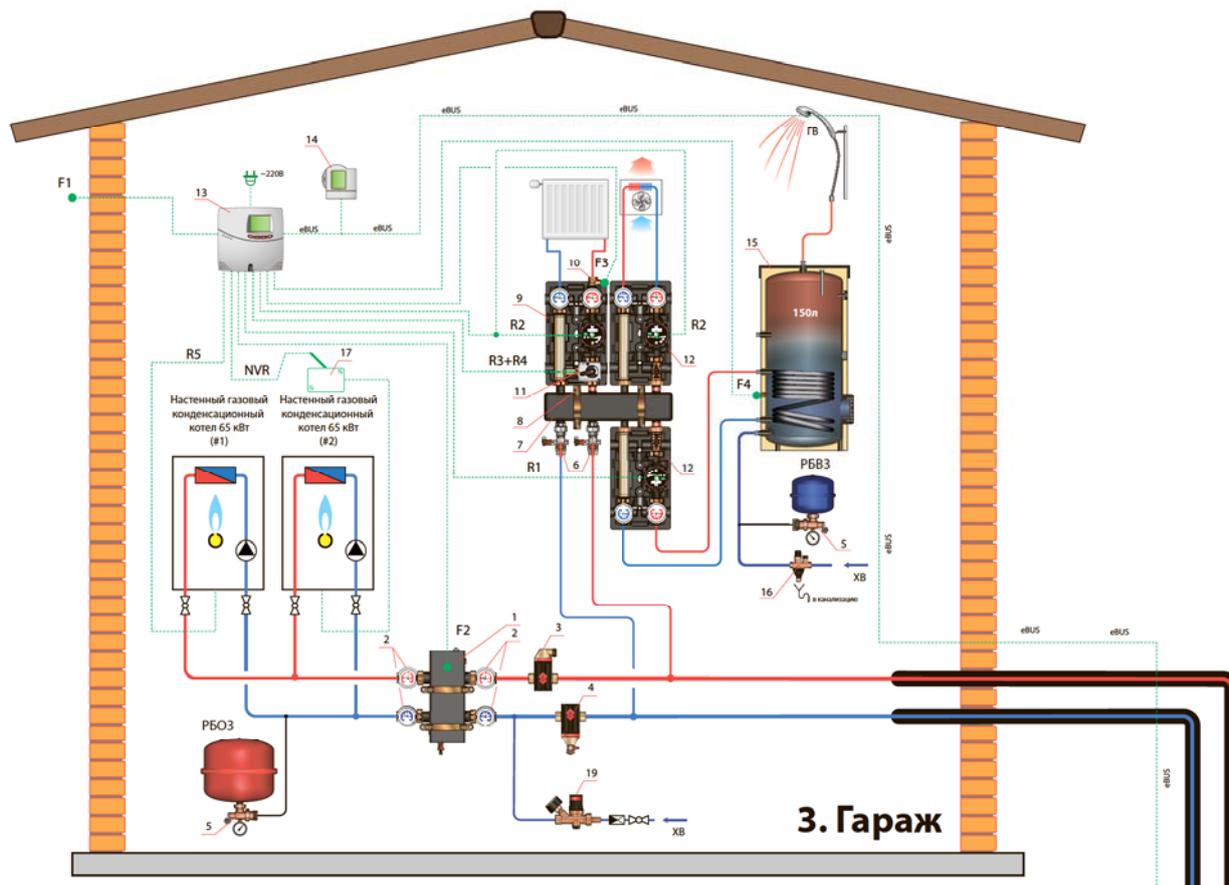
Если в комплексе много баков ГВС, то можно запрограммировать их работу. Например, если баней пользуются только на выходных, можно запрограммировать, что вода в баке ГВС в бане будет подогреваться только в субботу и воскресенье. В остальное время бак будет стоять холодным, тепло на его подогрев подаваться не будет.

Обозначения:

- 1 - гидравлическая стрелка средней мощности 4,5 м³/ч.
 - 2 - монтажный комплект R1¹.
 - 3 - сепаратор воздуха FlamcoVent Smart 1¹.
 - 4 - сепаратор грязи Flamco Clean Smart 1¹.
 - 5 - MAG-вентиль (узел для подключения/отключения расширительного бака РБ и контроля давления как внутри системы, так и внутри бака).
 - 6 - отсечная арматура котельного контура BP 1" x HГ 1 1/2¹.
 - 7 - настенный коллектор Meibes на 3 контура.
 - 8 - консоли для настенного монтажа коллектора Meibes.
 - 9 - смесительная группа D-МК Ду 25 мм, с насосом Grundfos Alfa2 25-60, подача справа.
 - 10 - вставка с гильзой для датчика температуры.
 - 11 - 3-х точечный сервомотор ~220В.
 - 12 - прямая группа D-УК Ду 25 мм, с насосом Grundfos Alfa2 25-60.
 - 13 - погодозависимый контроллер HZR-C, базовый.
 - 14 - комнатный датчик температуры DFW с удаленным управлением контуром.
 - 15 - бак ГВС HUCH EBS-PU 150, объемом 150л, эмалированный, с одним греющим змеевиком, фланцем для ревизии и местом для установки ТЭНа.
 - 16 - группа безопасности бойлера Ду 15, 8 бар (запорный вентиль, предохранительный клапан 8 бар, обратный клапан).
 - 17 - промежуточное реле 12В/220В.
 - 18 - погодозависимый контроллер HZR-E, расширительный.
 - 19 - клапан автоподпитки Fuelly.
 - 20 - настенный коллектор Meibes на 5 контуров.
 - 21 - настенный коллектор Meibes на 7 контуров.
 - 22 - смесительная группа D-МК Ду 25 мм, с насосом Grundfos Alfa2 25-60, подача слева.
 - 23 - прямая группа D-УК Ду 25 мм, с насосом Wilo Stratos Para 25/1-7.
 - 24 - разделительная группа D-УК-HE с разделительным теплообменником 25 кВт, и насосом Grundfos UPS 25-60 в нерж. корпусе.
 - 25 - монтажный комплект тип 5 (Ду 25 мм, 2 шаровых крана, обратный клапан, накидные гайки, прокладки, термометр), насос не входит в состав монтажного комплекта.
 - 26 - бак ГВС HUCH EBS-PU 200, объемом 200л, эмалированный, с одним греющим змеевиком, фланцем для ревизии и местом для установки ТЭНа.
 - 27 - бак ГВС HUCH EBS-PU 500, объемом 500л, эмалированный, с одним греющим змеевиком, фланцем для ревизии и местом для установки ТЭНа.
 - 28 - группа безопасности бойлера Ду 15, 8 бар (запорный вентиль, предохранительный клапан 8 бар, обратный клапан).
- РБ01, РБ02, РБ03 - расширительные сосуды систем отопления Хозяйского дома, Бани и Гаража соответственно.
РБВ1, РБВ2, РБВ3 - расширительные сосуды систем горячего водоснабжения Хозяйского дома, Бани и Гаража соответственно.
Р1 - промежуточное реле, которое по сигналу от автоматики бассейна кортит датчик F4 контура подогрева бассейна в Бане.



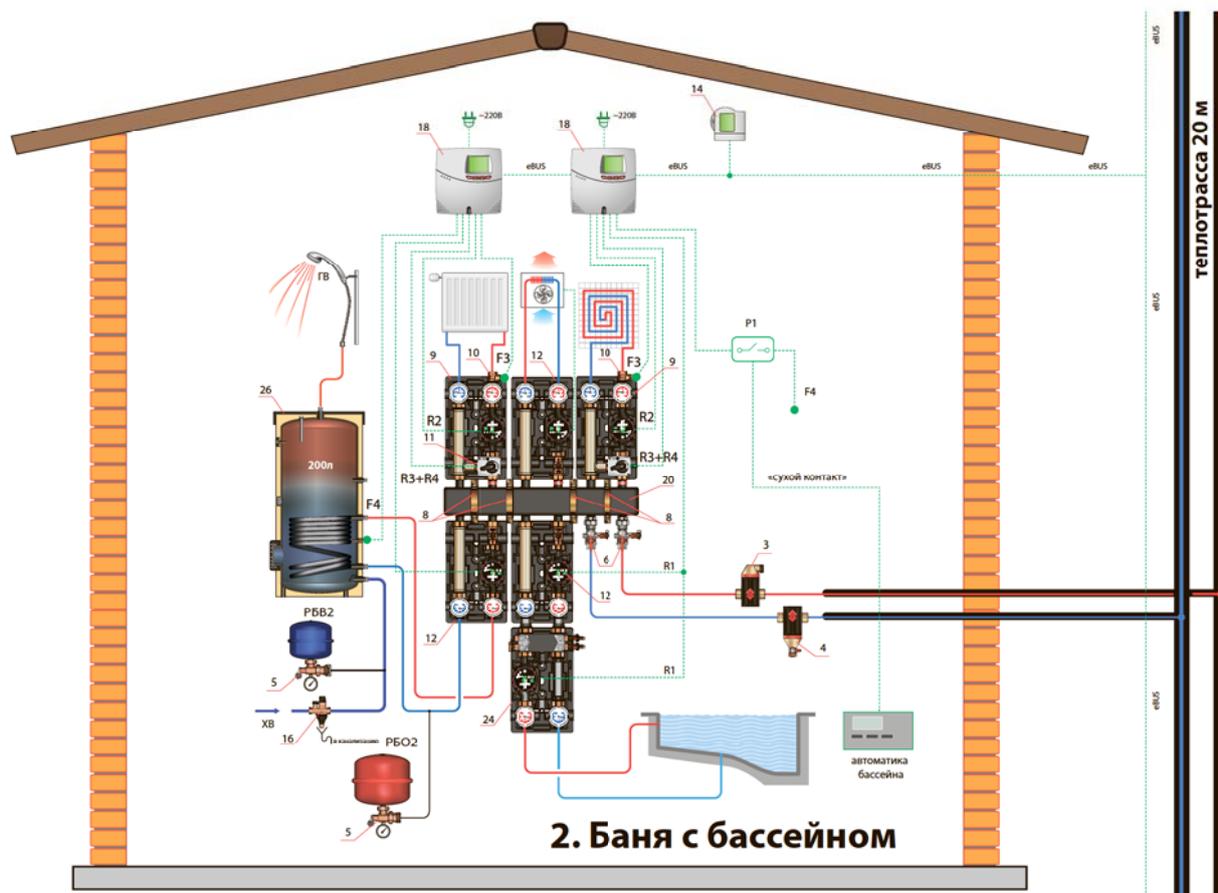
Задача №11: «Отдельстоящая котельная на основе 2-х настенных конденсационных котлов по 65 кВт, работающая на Хозяйский Дом и отдельно стоящую Баню с бассейном»



3. Гараж

пп	Артикул	Наименование	Цена, евро с НДС	Кол-во, шт.	Стоимость, евро с НДС
1	66394.1	Гидравлическая стрелка средней мощности, 4,5 м³/ч	358,10	1,0	358,10
2	61128	Монтажный комплект R1 1/4"	34,50	4,0	138,00
2.1	90652.6	Футорка 2" HP x 1 1/2" BP	7,49	4,0	29,96
5	69088	MAG-вентиль для подключения расширительного бака (BP 3/4" или 1")	71,77	2,0	143,54
6	45401.1	Отсечная арматура насосной группы D-УК/МК с кранами для слива/заполнения	86,80	1,0	86,80
7	66301.2	Коллектор на 3 контура, Meibes.	201,45	1,0	201,45
8	66337.3	Комплект консолей для настенного монтажа коллектора Meibes	22,34	1,0	22,34
9	101.20.025.03GFP	Смесительная насосная группа D-МК, Ду 25 мм с насосом Grundfos Alfa2 25-60, подача справа	436,77	1,0	436,77
10	90256.50P	Вставка с гильзой для датчика температуры Ду 25 мм	15,61	1,0	15,61
11	66341	Сервомотор ~220В, 3-х точечное управление.	95,94	1,0	95,94
12	101.10.025.03GFP	Прямая насосная группа D-УК, Ду 25 мм с насосом Grundfos Alfa2 25-60	369,81	2,0	739,62
13	7R5R5	Погодозависимый контроллер HZR-C	307,93	1,0	307,93
14	7RDFW	Комнатный цифровой термостат DFW	123,41	1,0	123,41
15	15280	Эмалированный бак EBS-PU 150, объемом 150л	644,72	1,0	644,72
16	6915B.80PE	Группа безопасности бака ГВС, объемом до 200л	38,76	1,0	38,76
17	7RK1R1	Реле 12В/220В	29,39	1,0	29,39
19	59092	Клапан автоподпитки Fuelly	47,73	1,0	47,73
F1	20TAPR	Датчик наружной температуры	26,37	1,0	26,37
F2-F4	45111.52	Датчик Pt-1000 (до 180°C)	15,66	3,0	46,98
Итого:					3'533,42

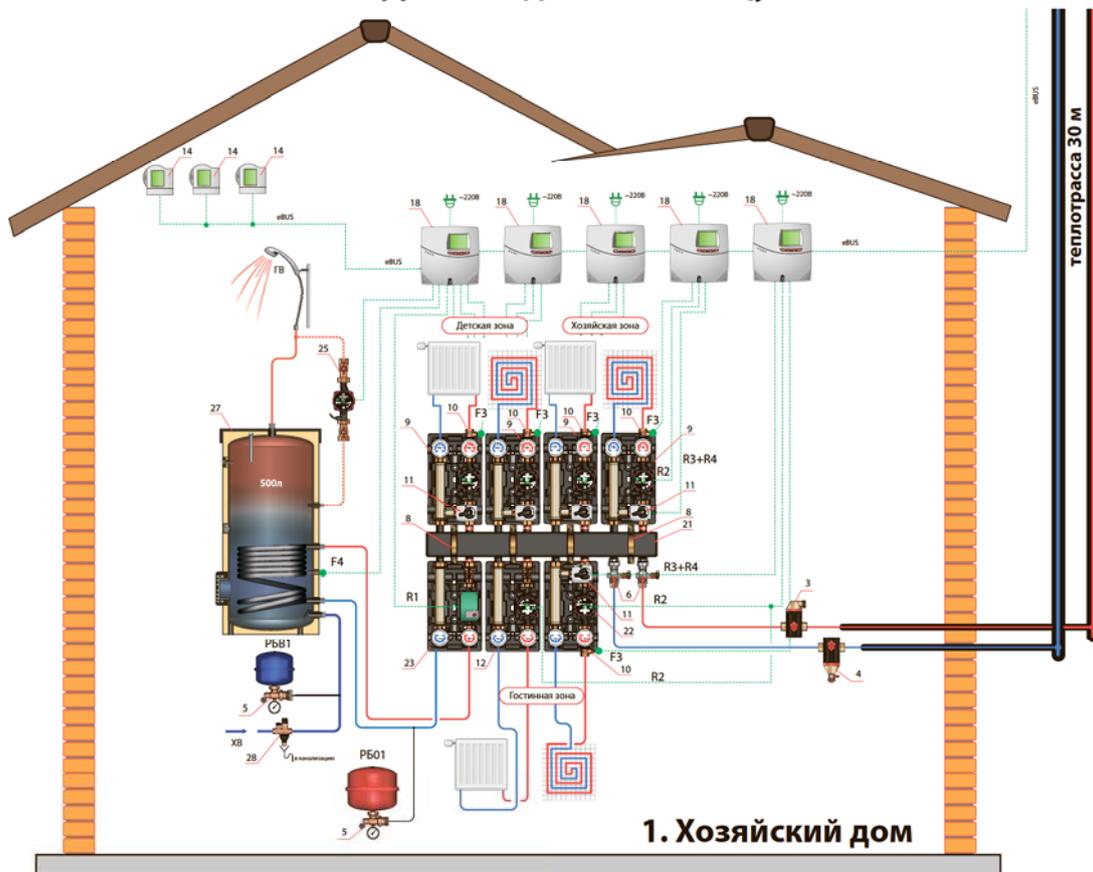
Задача №11: «Отдельностоящая котельная на основе 2-х настенных конденсационных котлов по 65 кВт, работающая на Хозяйский Дом и отдельно стоящую Баню с бассейном»



2. Баня с бассейном

пп	Артикул	Наименование	Цена, евро с НДС	Кол-во, шт.	Стоимость, евро с НДС
5	69088	MAG-вентиль для подключения расширительного бака (BP 3/4" или 1")	71,77	2,0	143,54
6	45401.1	Отсечная арматура насосной группы D-UK/МК с кранами для слива/заполнения	86,80	1,0	86,80
8	66337.3	Комплект консолей для настенного монтажа коллектора Meibes	22,34	2,0	44,68
9	101.20.025.03GFP	Смесительная насосная группа D-МК, Ду 25 мм с насосом Grundfos Alfa2 25-60, подача справа	436,77	2,0	873,54
10	90256.50P	Вставка с гильзой для датчика температуры Ду 25 мм	15,61	2,0	31,22
11	66341	Сервомотор ~220В, 3-х точечное управление.	95,94	2,0	191,88
12	101.10.025.03GFP	Прямая насосная группа D-UK, Ду 25 мм с насосом Grundfos Alfa2 25-60	369,81	3,0	1'109,43
14	7RDFW	Комнатный цифровой термостат DFW	123,41	1,0	123,41
18	7R5R4	Погодозависимый контроллер HZR-E	257,24	2,0	514,48
20	66301.3	Коллектор на 5 контуров, Meibes.	281,74	1,0	281,74
16	6915B.80PE	Группа безопасности бака ГВС, объемом до 200л	38,76	1,0	38,76
24	104.10.025.30GPF	Насосная группа D-UK-HE, с разделительным т/о 25 кВт, насос Grundfos UPS 25-60 нерж.	713,72	1,0	713,72
26	14597	Эмалированный бак EBS-PU 200, объемом 200л	673,50	1,0	673,50
F2-F4	45111.52	Датчик Pt-1000 (до 180°C)	15,66	4,0	62,64
Итого:					4'883,34

Задача №11: «Отдельностоящая котельная на основе 2-х настенных конденсационных котлов по 65 кВт, работающая на Хозяйский Дом и отдельно стоящую Баню с бассейном»



1. Хозяйский дом

пп	Артикул	Наименование	Цена, евро с НДС	Кол-во, шт.	Стоимость, евро с НДС
5	69088	MAG-вентиль для подключения расширительного бака (BP 3/4" или 1")	71,77	2,0	143,54
6	45401.1	Отсечная арматура насосной группы D-УК/МК с кранами для слива/заполнения	86,80	1,0	86,80
8	66337.3	Комплект консолей для настенного монтажа коллектора Meibes	22,34	2,0	44,68
9	101.20.025.03GFP	Смесительная насосная группа D-МК, Ду 25 мм с насосом Grundfos Alfa2 25-60, подача справа	436,77	4,0	1`747,08
10	90256.50P	Вставка с гильзой для датчика температуры Ду 25 мм	15,61	4,0	62,44
11	66341	Сервомотор ~220В, 3-х точечное управление.	95,94	5,0	479,70
12	101.10.025.03GFP	Прямая насосная группа D-УК, Ду 25 мм с насосом Grundfos Alfa2 25-60	369,81	1,0	369,81
14	7RDFW	Комнатный цифровой термостат DFW	123,41	3,0	370,23
18	7R5R4	Погодозависимый контроллер HZR-E	257,24	5,0	1`286,20
20	66301.4	Коллектор на 7 контуров, Meibes.	363,53	1,0	363,53
22	101.20.025.03GFPL	Смесительная насосная группа D-МК-L, Ду 25 мм с насосом Grundfos Alfa2 25-60, подача слева	436,77	1,0	436,77
23	101.10.025.02WIP	Прямая насосная группа D-УК, Ду 25 мм с насосом Wilo Stratos PARA 25/1-7	446,81	1,0	446,81
25	61130	Монтажный комплект S для насоса Ду 25	43,46	1,0	43,46
26	14599	Эмалированный бак EBS-PU 500, объемом 500л	1`223,24	1,0	1`223,24
28	6925B.80PE	Группа безопасности бака ГВС, объемом до 500л	81,79	1,0	81,79
F2-F4	45111.52	Датчик Pt-1000 (до 180°C)	15,66	4,0	62,64
Итого:					7`248,72

Для того, чтобы не перегружать читателя данной шпаргалки расчетами и данными, мы вынесли все технические данные и расчеты в отдельный раздел.

п.1 Задача №6: «Частный дом 350 м²» Определение тепловых нагрузок.



Решение:

Итак, среднестатистический дом из газобетонных блоков, имеет удельные теплопотери $q_{\text{газобетон}} = 48 \text{ Вт/м}^2$ (см. Задачу №1).

Значит, максимальные теплопотери дома будут:

$$Q_{\text{теплопотерь}} = 350 \text{ м}^2 * 48 \text{ Вт/м}^2 / 1000 \text{ Вт/кВт} = 16,8 \text{ кВт.}$$

Если в доме будет система «теплый пол» (ТП), площадью 140 м², то принимаем, что удельная теплоотдача такого теплого пола будет приблизительно $q_{\text{тп}} = 65 \text{ Вт/м}^2$ (укладка 150 мм, трубой Ду 14..16 мм, покрытие - керамическая плитка). Тогда максимальная нагрузка на контур ТП будет следующей:

$$Q_{\text{тп}} = 140 \text{ м}^2 * 65 \text{ Вт/м}^2 / 1000 \text{ Вт/кВт} = 9,1 \text{ кВт}$$

Таким образом, контур радиаторного отопления нуждается в следующем количестве тепла:

$$Q_{\text{ро}} = Q_{\text{теплопотерь}} - Q_{\text{тп}} = 16,8 \text{ кВт} - 9,1 \text{ кВт} = 7,7 \text{ кВт}$$

Теперь подберем бак ГВС и определим тепловую нагрузку для его нагрева. В доме живет 4 человека. Значит, для того, чтобы покрыть пиковое потребление ГВ (санитарной горячей воды) всеми жильцами дома, необходим бак следующего объема (см. Задачу №2):

$$V_{\text{бака}} = 4 \text{ чел.} * 70 \text{ л/чел} = 280 \text{ л.} - 300 \text{ л.}$$

Возьмем бак **EBS-PU 300, объемом 300л.** В котельных до 100 кВт, обычно, горячая вода греется «по приоритету», т.е. на период нагрева бака отопление отключается.

Допустимым периодом отключения является время - 40 минут (максимум - 1 час). Т.е. мощность котла должна быть такой, чтобы за 40 минут полностью нагреть бак. Иначе дом недопустимо сильно остынет.

Значит, для нагрева каждые 100 л с 10°C до 60°C, необходимо потратить 5,8 кВт/100л.

Для нагрева бака объемом 300 л за 40 минут, котел должен иметь мощность не менее:

$$Q_{\text{гвс}} = 300 \text{ л} / 100 \text{ л} * 5,8 \text{ кВт} / (40 \text{ мин} / 60 \text{ (мин/час)}) = 26 \text{ кВт.}$$

Перед окончательным выбором минимальной мощности котла, при приоритетном нагреве ГВС, необходимо, чтобы мощность котла учитывала расход энергии на «догон» температуры внутри дома после нагрева ГВС. Для простоты расчета берем паспортные данные бойлера и к теплопотерям добавляем величину N_L (для бака EBS-PU 300 коэффициент N_L равен - 8, т.е.:

$$Q_{\text{мин. отоп.}} = Q_{\text{теплопотерь}} + N_L = 16,8 \text{ кВт} + 8 = 24,8 \text{ кВт.}$$

Есть дом, площадью 350 м², который располагается под Киевом. Стены дома - из газобетонных блоков, снаружи выполнено утепление пенопластом (5 см).

В доме будет 140 м² «теплого пола», остальная площадь отапливается радиаторами. В доме будет проживать 4 человека.

Необходимо рассмотреть разные варианты топочной с разными источниками тепла, оценить стоимость обвязки таких топочных и эксплуатационные расходы на отопление за год.

Теперь выберем большее значение между $Q_{\text{гвс}}$ и $Q_{\text{мин. отоп.}}$, и получим, что минимальная мощность котла должна быть $Q_{\text{котла}} = 26 \text{ кВт!}$

Для оценки эффективности решения, оценим годовую потребность дома в тепле:

Определим годовую потребность в тепле на отопление:

$$Q_{\text{отоп. год.}} = q_{\text{год}} * F_{\text{дома}} = 101,7 \text{ кВт/(год*м}^2) * 350 \text{ м}^2 = 35'595 \text{ кВт/год,}$$

где $q_{\text{год}}$ - годовая потребность в тепле 1 м²/год (см. Задача №3);

$F_{\text{дома}}$ - отапливаемая площадь дома, м².

Определим годовую потребность в приготовлении горячей воды (ГВС):

$$G_{\text{гвс год}} = n_{\text{чел.}} * g_{\text{чел.}} * 12 \text{ мес.} = 4 \text{ чел.} * 4 \text{ м}^3 / (\text{чел.} * \text{мес.}) * 12 \text{ мес.} = 192 \text{ м}^3 / \text{год,}$$

где $n_{\text{чел.}}$ - количество жильцов в доме, чел.;

$g_{\text{чел.}}$ - норма расхода ГВ на одного человека в месяц (см. задачу №2).

Определим годовую потребность в тепловой энергии на приготовлении горячей воды (ГВС):

$$Q_{\text{гвс год}} = G_{\text{гвс год}} * (T_{\text{гв}} - T_{\text{хв}}) / 0,86 = 192 \text{ м}^3 / \text{год.} * (55^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) / 0,86 = 10'046 \text{ кВт/год,}$$

где $T_{\text{гв}}$ - температура горячей воды, °C, $T_{\text{хв}}$ - среднегодовая температура холодной воды, °C.

$$Q_{\text{дома год}} = Q_{\text{отоп. год.}} + Q_{\text{гвс год}} = 35'595 \text{ кВт} + 10'046 \text{ кВт} = 45'641 \text{ кВт/год.}$$

п. 2 Задача №6: «Частный дом 350 м²»

Вариант №1. Газовый чугунный напольный котел (основной), электрический котел (резервный)

Определение энергоэффективности Варианта №1:

Определим количество и стоимость газа, которое, ориентировочно, будет потреблять такая установка в рассматриваемом доме.

Итак, как рассчитано ранее, годовая потребность в тепле данного дома на отопление и ГВС составляет:

$$Q_{\text{дома}}^{\text{год}} = 45\,641 \text{ кВт/год.}$$

Из Задачи №4 мы можем рассчитать годовой расход газа на отопление данного дома такой котельной установкой:

$$G_{\text{газа}} = Q_{\text{дома}}^{\text{год}} / G_{\text{о.к.}} + K = 45\,641 \text{ (кВт/год)} / 7,2 \text{ (кВт/н.м}^3) + 15\% = 7\,290 \text{ н.м}^3/\text{год}$$

В этой формуле:

G_{о.к.} - количество тепла, которое может произвести обычный котел из 1 н.м³ природного газа (см. Задача №4),

K - эмпирический коэффициент, учитывающий перерасход газа одноступенчатым котлом в демисезон за счет тактований котла.

Стоимость данного расхода газа для частного дома будет следующей (см. Задачу №4):

$$P_{\text{газа}} = 1200 \text{ н.м}^3 * 3,6 \text{ грн/н.м}^3 + (7\,290 \text{ н.м}^3 - 1\,200 \text{ н.м}^3) * 7,19 \text{ грн/н.м}^3 = 4\,320 \text{ грн} + 43\,787 \text{ грн} = 48\,107 \text{ грн в год}$$

Определим ориентировочный годовой расход электроэнергии на работу котельной установки из расчета длительности ежегодной непрерывной работы оборудования на протяжении **T_{работы} = 200 дней**.

$$G_{\text{электр.}} = (G_{\text{э.котла}} + 2 * G_{\text{регул.}} + 2 * G_{\text{насос.ГВС}} * 0,2) * 24ч * 365дн + 3 * G_{\text{отоп.насос}} * 24ч * T_{\text{работы}} = (35 \text{ Вт}^*ч + 2 * 5 \text{ Вт}^*ч + 2 * 50 \text{ Вт}^*ч * 0,2) * 24ч * 365дн +$$

$$+ 3 * 60 \text{ Вт}^*ч * 24ч * 200дн. = 569\,400 \text{ Вт}^*ч + 864\,000 \text{ Вт}^*ч = 1\,433\,400 \text{ Вт}^*ч = 1\,433 \text{ кВт}^*ч$$

В этой формуле:

G_{э.котла} - электропотребление котла (35 Вт*ч),

G_{регул.} - электропотребление единичного регулятора (5 Вт*ч),

G_{насос.ГВС} - электропотребление насосов ГВС, загрузочного и рециркуляции (50 Вт*ч),

G_{отоп.насос} - электропотребление циркуляционного насоса системы отопления (60 Вт*ч).

Стоимость данного расхода электроэнергии для частного дома будет следующей (см. Задачу №4):

$$P_{\text{эл.}} = 1\,433 \text{ кВт}^*ч * 1,56 \text{ грн/кВт}^*ч = 2\,235 \text{ грн в год}$$

Выбран тариф 1,56 грн/кВт*ч, из предположения, что данный дом практически не может уместиться в расход потребления электроэнергии до 600 кВт*ч в месяц (с учетом работы освещения, и других электроприборов).

Суммарные эксплуатационные затраты на содержание рассматриваемого дома при использовании котельной Вариант №1, будут следующие:

$$P_{\text{вар.№1}} = P_{\text{газа}} + P_{\text{эл.}} = 48\,107 \text{ грн} + 2\,235 \text{ грн} = 50\,342 \text{ грн}$$

пп	Энергоноситель	Расчетный годовой расход	Стоимость, грн/год
1	Природный газ 	7 290 н.м3/год	48 107.
2	Электроэнергия 	1 433 кВт*ч/год	2 235.
Итого:			50 342.

п. 3 Задача №6: «Частный дом 350 м²»

Вариант №2. Настенный газовый котел (основной),
электрический котел (резервный)

Определение энергоэффективности Варианта №2:

Определим количество и стоимость газа, которое, ориентировочно, будет потреблять такая установка в рассматриваемом доме.

Итак, как рассчитано ранее, годовая потребность в тепле данного дома на отопление и ГВС составляет:

$$Q_{\text{дома}}^{\text{год}} = 45\,641 \text{ кВт/год.}$$

Из Задачи №4 мы можем рассчитать годовой расход газа на отопление данного дома такой котельной установкой:

$$G_{\text{газа}} = \frac{Q_{\text{дома}}^{\text{год}}}{G_{\text{о.к.}}} + K = \frac{45\,641 \text{ (кВт/год)}}{7,2 \text{ (кВт/н.м}^3)} + 2\% = 6\,465 \text{ н.м}^3/\text{год}$$

В этой формуле:

$G_{\text{о.к.}}$ - количество тепла, которое может произвести обычный котел из 1 н.м³ природного газа (см. Задача №4),

K - эмпирический коэффициент, учитывающий перерасход газа котлом в демисезон за счет тактований котла.

Стоимость данного расхода газа для частного дома будет следующая (см. Задачу №4):

$$P_{\text{газа}} = 1200 \text{ н. м}^3 * 3,6 \text{ грн/н.м}^3 + (6\,465 \text{ н.м}^3 - 1\,200 \text{ н.м}^3) * 7,19 \text{ грн/н.м}^3 = 4\,320 \text{ грн} + 37\,855 \text{ грн} = 42\,175 \text{ грн в год}$$

Определим ориентировочный годовой расход электроэнергии на работу котельной установки из расчета длительности ежегодной непрерывной работы оборудования на протяжении $T_{\text{работы}} = 200$ дней.

$$G_{\text{электр.}} = (G_{\text{э.котла}} + 1 * G_{\text{регул.}} + 1 * G_{\text{насос.ГВС}} * 0,2) * 24 * 365 \text{ дн} + 2 * G_{\text{отоп.насос}} * 24 * T_{\text{работы}} = (97 \text{ Вт} * \text{ч} + 1 * 57 \text{ Вт} * \text{ч} + 1 * 50 \text{ Вт} * \text{ч} * 0,2) * 24 * 365 \text{ дн} +$$

$$+ 2 * 60 \text{ Вт} * \text{ч} * 24 * 200 \text{ дн.} = 981\,120 \text{ Вт} * \text{ч} + 576\,000 \text{ Вт} * \text{ч} = 1\,557\,120 \text{ Вт} * \text{ч} = 1\,557 \text{ кВт} * \text{ч}$$

В этой формуле:

$G_{\text{э.котла}}$ - электропотребление котла (97 Вт*ч),

$G_{\text{регул.}}$ - электропотребление единичного регулятора (5 Вт*ч),

$G_{\text{насос.ГВС}}$ - электропотребление насосов ГВС, загрузочного и рециркуляции (50 Вт*ч),

$G_{\text{отоп.насос}}$ - электропотребление циркуляционного насоса системы отопления (60 Вт*ч).

Стоимость данного расхода электроэнергии для частного дома будет следующая (см. Задачу №4):

$$P_{\text{эл.}} = 1\,557 \text{ кВт} * \text{ч} * 1,56 \text{ грн/кВт} * \text{ч} = 2\,429 \text{ грн в год}$$

Выбран тариф 1,56 грн/кВт*ч, из предположения, что данный дом практически не может уместиться в расход потребления электроэнергии до 600 кВт*ч в месяц (с учетом работы освещения, и других электроприборов).

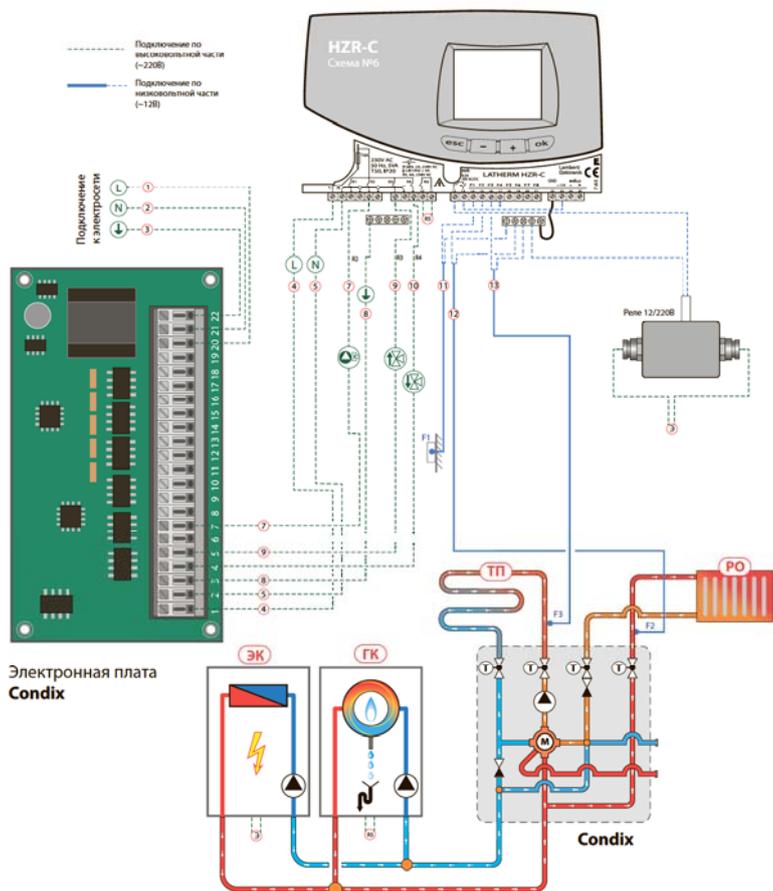
Суммарные эксплуатационные затраты на содержание рассматриваемого дома при использовании котельной Вариант №2, будут следующие:

$$P_{\text{вар.№2}} = P_{\text{газа}} + P_{\text{эл.}} = 42\,175 \text{ грн} + 2\,429 \text{ грн} = 44\,604 \text{ грн}$$

пп	Энергоноситель	Расчетный годовой расход	Стоимость, грн/год
1	Природный газ 	6 465 н.м3/год	42 175.
2	Электроэнергия 	1 554 кВт*ч/год	2 424.
Итого:			44 604.

п. 4. Задача №6: «Частный дом 350 м²». Вариант №3. Настенный газовый конденсационный котел (основной), электрический котел (резервный)

Схема электрического подключения платы Condix с регулятором HZR-C (пример)



Электронная плата Condix переводит получаемые от котловой автоматики сигналы в команды поворота 5-ти ходового смесителя и работы электронного насоса. Для правильной работы Condix важно правильно его подключить к котловому контроллеру.

Обозначения по стороне ~220В:

1,2,3 - кабель 3x1,5 мм² для подключения электропитания ~220В к плате Condix;

4,5,8- кабель 3x1,5 мм² для подключения электропитания ~220В от платы Condix к регулятору;

7 - кабель 1x1,5 мм², подает сигнал на включение циркуляционного насоса системы «теплого пола»;

R5- кабель 2x1,5 мм², включает конденсационный котел по клемме комнатного термостата.

Обозначения по стороне ~12В:

11,12,13 - кабель 2x0,75 мм² для подключения датчиков Pt-1000 к соответствующим клеммам на регуляторе.

Примечание:

Регулятор HZR-C должен быть запрограммирован на работу по схеме №6.

Таблица №12. Экспериментальные температурные графики теплоносителя при использовании узла Condix в котельной установке, которая работает на РО и ТП.

Прямой контур УК ▶		V;Q [%; л/мин; кВт] ▶			[100%; 10,8 л/мин; 15 кВт]			[75%; 8,1 л/мин; 11,2 кВт]			[50%; 5,4 л/мин; 7,4 кВт]			[25%; 2,7 л/мин; 3,7 кВт]			[10%; 1,1 л/мин; 1,5 кВт]		
		T1/T2 [°C] ▶			60/40	70/50	80/60	60/40	70/50	80/60	60/40	70/50	80/60	60/40	70/50	80/60	60/40	70/50	80/60
Смесительный контур МК					T2 (обр.линия)/ΔT			T2 (обр.линия)/ΔT			T2 (обр.линия)/ΔT			T2 (обр.линия)/ΔT			T2 (обр.линия)/ΔT		
V;Q [%; л/мин; кВт]	T1/T2 [°C]																		
[10%; 1,5 л/мин; 1,1 кВт]	45/35	-	50/20	59/21	-	50/20	57/23	-	46/24	55/25	-	45/25	47/33	-	40/30	55/25			
	40/30	38/22	48/22	57/23	37/23	50/20	58/22	38/22	50/20	54/26	37/23	48/22	48/32	35/25	39/31	57/23			
	35/25	35/25	48/22	58/22	36/24	49/21	58/22	36/24	45/25	56/24	37/23	47/23	49/31	33/27	39/31	58/22			
[25%; 3,9 л/мин; 2,7 кВт]	45/35	-	47/23	57/23	-	45/25	52/28	-	45/25	54/26	-	43/27	44/36	-	35/35	44/36			
	40/30	35/25	47/23	58/22	35/25	47/23	55/25	32/28	46/24	55/25	29/31	41/29	43/37	30/30	34/36	50/30			
	35/25	33/27	48/22	56/24	32/28	48/22	57/23	30/30	47/23	58/22	26/34	45/25	44/36	28/32	33/37	49/31			
[50%; 8,0 л/мин; 5,6 кВт]	45/35	-	43/27	52/28	-	39/31	45/35	-	37/33	46/34	-	35/35	33/47	-	35/35	34/46			
	40/30	34/26	43/27	54/26	32/28	41/29	45/35	27/33	39/31	48/32	30/30	30/40	31/49	30/30	30/40	28/52			
	35/25	31/29	42/28	55/25	30/30	42/28	48/32	25/35	38/32	47/33	27/33	25/45	27/53	26/34	25/45	26/54			
[75%; 11,8 л/мин; 8,2 кВт]	45/35	-	40/30	49/31	-	34/36	45/35	-	35/35	41/39	-	34/36	36/44	-	35/35	35/45			
	40/30	30/30	39/31	48/32	30/30	40/30	46/35	30/30	33/37	44/36	30/30	31/39	31/49	30/30	30/40	30/50			
	35/25	31/29	42/28	49/31	26/34	38/32	46/34	27/33	37/33	44/36	25/35	28/42	26/54	25/35	25/45	27/53			
[100%; 16,0 л/мин; 11,2 кВт]	45/35	-	34/36	48/32	-	35/35	34/46	-	35/35	35/35	-	35/35	36/44	-	28/42	34/46			
	40/30	32/28	36/34	48/32	30/30	30/40	38/42	30/30	30/40	38/32	30/30	29/41	28/52	30/30	30/40	31/49			
	35/25	27/33	38/32	50/30	25/35	32/38	40/40	25/35	26/44	34/36	25/35	27/43	27/53	25/35	26/44	26/54			

Как известно, для того, чтобы конденсационный котел начал принимать энергию фазового перехода водяных паров, необходимо, чтобы обратная линия системы отопления была холоднее 55°C. И чем ниже температура обратки, тем больше конденсата выпадает из дымовых газов, и тем выше КПД котла.

-режим конденсации присутствует, среднегодовое КПД котла около 103...105%

-режим конденсации идет в полную силу, среднегодовое КПД котла около 107...110%

п. 4. Задача №6: «Частный дом 350 м²». Вариант №3. Настенный газовый конденсационный котел (основной), электрический котел (резервный)

Определение энергоэффективности Варианта №3:

Определим количество и стоимость газа, которое, ориентировочно, будет потреблять такая установка в рассматриваемом доме.

Итак, в доме есть ТП (9,1 кВт), РО (7,7 кВт), тогда по экспериментальной таблице видно, что котел будет работать по температурному графику 70/33°C, а значит в течении года он будет работать на максимально возможном КПД 109%.

Итак, как рассчитано ранее, годовая потребность в тепле данного дома на отопление и ГВС составляет:

$$Q_{\text{дома}}^{\text{год}} = 45\ 641 \text{ кВт/год.}$$

Из Задачи №4 мы можем рассчитать годовой расход газа на отопление данного дома такой котельной установкой:

$$G_{\text{газа}} = Q_{\text{дома}}^{\text{год}} / G_{\text{о.к.}} + K = 45\ 641 \text{ (кВт/год)} / 8,9 \text{ (кВт/н.м}^3\text{)} + 2\% = 5\ 230 \text{ н.м}^3/\text{год}$$

В этой формуле:

G_{о.к.} - количество тепла, которое может произвести конденсационный котел из 1 н.м³ природного газа (см. Задача №4),

K - эмпирический коэффициент, учитывающий перерасход газа котлом в демисезон за счет тактований котла.

Стоимость данного расхода газа для частного дома будет следующая (см. Задачу №4):

$$P_{\text{газа}} = 1200 \text{ н. м}^3 * 3,6 \text{ грн/н.м}^3 + (5\ 230 \text{ н.м}^3 - 1\ 200 \text{ н.м}^3) * 7,19 \text{ грн/н.м}^3 = 4\ 320 \text{ грн} + 28\ 975 \text{ грн} = 33\ 295 \text{ грн в год}$$

Определим ориентировочный годовой расход электроэнергии на работу котельной установки из расчета длительности ежегодной непрерывной работы оборудования на протяжении **T_{работы} = 200 дней:**

$$G_{\text{электр.}} = (G_{\text{э.котла}} + 1 * G_{\text{регул.}} + 1 * G_{\text{насос.ГВС}} * 0,2) * 24 * 365 \text{ дн} + 1 * G_{\text{отоп.насос}} * 24 * T_{\text{работы}} = (150 \text{ Вт*ч} + 1 * 5 \text{ Вт*ч} + 1 * 50 \text{ Вт*ч} * 0,2) * 24 * 365 \text{ дн} + 1 * 16 \text{ Вт*ч} * 24 * 200 \text{ дн.} = 1\ 445\ 400 \text{ Вт*ч} + 76\ 800 \text{ Вт*ч} = 1\ 522\ 200 \text{ Вт*ч} = 1\ 522 \text{ кВт*ч}$$

В этой формуле:

G_{э.котла} - электропотребление котла (150 Вт*ч),

G_{регул.} - электропотребление единичного регулятора (5 Вт*ч),

G_{насос.ГВС} - электропотребление рециркуляционного насоса ГВС (50 Вт*ч),

G_{отоп.насос} - электропотребление электронного циркуляционного насоса системы «теплый пол» (16 Вт*ч).

Стоимость данного расхода электроэнергии для частного дома будет следующая (см. Задачу №4):

$$P_{\text{эл.}} = 1\ 522 \text{ кВт*ч} * 1,56 \text{ грн/кВт*ч} = 2\ 374 \text{ грн в год}$$

Выбран тариф 1,56 грн/кВт*ч, из предположения, что данный дом практически не может уместиться в расход потребления электроэнергии до 600 кВт*ч в месяц (с учетом работы освещения, и других электроприборов).

Суммарные эксплуатационные затраты на содержание рассматриваемого дома при использовании котельной Вариант №3, будут следующие:

$$P_{\text{вар.№3}} = P_{\text{газа}} + P_{\text{эл.}} = 33\ 295 \text{ грн} + 2\ 374 \text{ грн} = 35\ 669 \text{ грн}$$

пп	Энергоноситель	Расчетный годовой расход	Стоимость, грн/год
1	Природный газ 	5`230. н.м3/год	33`295.
2	Электроэнергия 	1`522. кВт*ч/год	2`374.
Итого:			35`669.

п. 5. Задача №6: «Частный дом 350 м²». Вариант №4.

Твердотопливный котел с ручной загрузкой (основной), настенный газовый котел (на подхвате)

Определение энергоэффективности Варианта №4:

Такой вариант нужен тогда, когда стоит задача в основном топить дровами, а газ использовать только по минимуму в пределах льготного тарифа (до 1200 н.м³/год).

Итак, как рассчитано в решении под исходными данными этой задачи, годовая потребность в тепле данного дома на отопление и ГВС составляет:

$$Q_{\text{дома}}^{\text{год}} = 45\ 641 \text{ кВт/год.}$$

Настенный газовый котел с атмосферной горелкой из 1200 н.м³/ч может выработать следующее количество тепла:

$$Q_{\text{газа}} = G_{\text{год.лимит}} * G_{\text{о.к.}} + K = 1\ 200 \text{ (н.м}^3\text{/год)} * 7,2 \text{ (кВт/н.м}^3\text{)} + 2\% = 8\ 812. \text{ кВт/год}$$

В этой формуле:

$G_{\text{год.лимит}}$ - допустимый расход газа за год, на который действует льготный тариф.

$G_{\text{о.к.}}$ - количество тепла, которое может произвести обычный котел из 1 н.м³ природного газа (см. Задача №4),

K - эмпирический коэффициент, учитывающий перерасход газа котлом в демисезон за счет тактований котла.

Стоимость данного расхода газа для частного дома будет следующая (см. Задачу №4):

$$P_{\text{газа}} = 1200 \text{ н. м}^3 * 3,6 \text{ грн/н.м}^3 = 4\ 320. \text{ грн в год}$$

Тогда рассчитаем разницу потребности в тепле, которую необходимо получить за счет сжигания дров:

$$Q_{\text{остат.}} = Q_{\text{годовое}} - Q_{\text{газа}} = 45\ 641. \text{ кВт/год} - 8\ 812. \text{ кВт/год} = 36\ 829. \text{ кВт/год}$$

Определим объем дубовых дров, необходимых для покрытия остаточной потребности в тепле (см. Задача №4):

$$G_{\text{дров}} = Q_{\text{остат.}} / G_{\text{дуб.}} + 10\% = 36\ 829. \text{ (кВт/год)} / 2\ 204 \text{ кВт/м}^3 + 10\% = 18. \text{ м}^3\text{/год}$$

В данной формуле $G_{\text{дуб.}}$ - количество тепла, которое может выработать твердотопливный котел, работающий на буферную емкость, при сжигании 1 м³ хорошо просушенных дубовых дров.

Стоимость данного объема дров составляет (см. Задача №4):

$$P_{\text{дров}} = 18 \text{ м}^3\text{/год} * 750 \text{ грн/м}^3 = 13\ 500 \text{ грн/год}$$

Определим ориентировочный годовой расход электроэнергии на работу котельной установки из расчета длительности ежегодной непрерывной работы оборудования на протяжении $T_{\text{работы}} = 200$ дней:

$$G_{\text{электр.}} = (G_{\text{э.котла}} + 3 * G_{\text{регул.}} + 2 * G_{\text{насос.ГВС}} * 0,2) * 24ч * 365дн + 3 * G_{\text{отоп.насос}} * 24ч * T_{\text{работы}} = (97 \text{ Вт*ч} + 3 * 5 \text{ Вт*ч} + 2 * 50 \text{ Вт*ч} * 0,2) * 24ч * 365дн + 3 * 60 \text{ Вт*ч} * 24ч * 200дн. = 1\ 156\ 320 \text{ Вт*ч} + 864\ 000 \text{ Вт*ч} = 2\ 020\ 320 \text{ Вт*ч} = 2\ 020 \text{ кВт*ч}$$

В этой формуле:

$G_{\text{э.котла}}$ - электропотребление котла (97 Вт*ч),

$G_{\text{регул.}}$ - электропотребление единичного регулятора (5 Вт*ч),

$G_{\text{насос.ГВС}}$ - электропотребление рециркуляционного насоса ГВС (50 Вт*ч),

$G_{\text{отоп.насос}}$ - электропотребление циркуляционного насоса системы отопления (60 Вт*ч).

Стоимость данного расхода электроэнергии для частного дома будет следующая (см. Задачу №4):

$$P_{\text{эл.}} = 2\ 020 \text{ кВт*ч} * 1,56 \text{ грн/кВт*ч} = 3\ 151 \text{ грн в год}$$

Выбран тариф 1,56 грн/кВт*ч, из предположения, что данный дом практически не может уместиться в расход потребления электроэнергии до 600 кВт*ч в месяц (с учетом работы освещения, и других электроприборов).

Суммарные эксплуатационные затраты на содержание рассматриваемого дома при использовании котельной Варианта №4, будут следующие:

$$P_{\text{вар.№4}} = P_{\text{газа}} + P_{\text{дров.}} + P_{\text{эл.}} = 4\ 320. \text{ грн} + 13\ 500. \text{ грн} + 3\ 151. \text{ грн} = 20\ 971. \text{ грн}$$

пп	Энергоноситель	Расчетный годовой расход	Стоимость, грн/год
1	Природный газ 	1 200. н.м3/год	4 320.
2	Дрова 	18. м3/год (дубовые дрова с влажностью до 25%)	13 500.
3	Электроэнергия 	2 020. кВт*ч/год	3 151.
Итого:			20 971.

п. 6. Задача №6: «Частный дом 350 м²». Вариант №5. Пеллетный котел (основной),

настенный газовый конденсационный котел (резервный),
гелиосистема для поддержки ГВС на плоских коллекторах MFK001.

Определение энергоэффективности Варианта №5:

Такой вариант подходит в том случае, если надо использовать газ только в пределах льготного тарифа (до 1200 н.м³/год), остальное тепло надо получать от пеллет, и при этом нет возможности иметь человека на объекте, который будет в течении суток контролировать работу твердотопливного котла, и подбрасывать топливо постоянно.

Итак, как рассчитано ранее в этой задаче, годовая потребность в тепле данного дома на отопление и ГВС составляет:

$$Q_{\text{дома год}} = 45\ 641 \text{ кВт/год.}$$

Настенный газовый конденсационный котел из 1200 н.м³/ч может выработать следующее количество тепла:

$$Q_{\text{газа}} = G_{\text{год. лимит}} * G_{\text{к.к.}} - K = 1\ 200 \text{ (н.м}^3\text{/год)} * 8,9 \text{ (кВт/н.м}^3\text{)} + 2\% = 10\ 894. \text{ кВт/год}$$

В этой формуле:

$G_{\text{год. лимит}}$ - допустимый расход газа за год, на который действует льготный тариф.

$G_{\text{к.к.}}$ - количество тепла, которое может произвести конденсационный котел из 1 н.м³ природного газа (см. Задача №4),

K - эмпирический коэффициент, учитывающий перерасход газа котлом в демисезон за счет тактований котла.

Стоимость данного расхода газа для частного дома будет следующая (см. Задачу №4):

$$P_{\text{газа}} = 1\ 200 \text{ н. м}^3 * 3,6 \text{ грн/н.м}^3 = 4\ 320. \text{ грн в год}$$

Теперь определим количество тепла, которое можно получить на данном объекте за счет гелиосистемы. Итак, предположим, что коллекторы смотрят на Юг под углом 45° к горизонту. Согласно Задаче №5, один коллектор MFK001 может выработать около:

$$q_{\text{MFK001}} = 1421. \text{ кВт/год}$$

Значит, за год система из 3-х коллекторов выработает следующее количество тепла:

$$Q_{\text{гелио}} = n_{\text{колл}} * q_{\text{MFK001}} = 3 \text{ шт.} * 1421. \text{ кВт/год} = 4\ 263 \text{ кВт/год.}$$

Тогда рассчитаем разницу потребности в тепле, которую необходимо получить за счет сжигания пеллет:

$$Q_{\text{остат.}} = Q_{\text{годовое}} - Q_{\text{газа}} - Q_{\text{гелио}} = 45\ 641. \text{ кВт/год} - 10\ 894. \text{ кВт/год} - 4\ 263. \text{ кВт/год} = 30\ 484. \text{ кВт/год}$$

Определим массу пеллет, необходимых для покрытия остаточной годовой потребности в тепле (см. Задачу №4):

$$G_{\text{пеллет год}} = Q_{\text{остат.}} / (G_{\text{пеллет}}) = 30\ 484. \text{ (кВт/год)} / (3,6 \text{ кВт/кг}) = 8\ 468. \text{ кг/год}$$

$$= 8\ 468. \text{ кг/год}$$

В данной формуле $G_{\text{пеллет}}$ - количество тепла, которое может выработать пеллетный котел, работающий на буферную емкость, при сжигании 1 кг пеллет хорошего качества.

Стоимость данного объема пеллет составляет (см. Задача №4):

$$P_{\text{пеллет}} = 8\ 468 \text{ кг/год} * 2,5 \text{ грн/кг} = 21\ 170 \text{ грн/год}$$

Определим ориентировочный годовой расход электроэнергии на работу котельной установки из расчета длительности ежегодной непрерывной работы оборудования на протяжении:

$$T_{\text{работы}} = 200 \text{ дней.}$$

$$G_{\text{электр.}} = (G_{\text{э.котла}} + 4 * G_{\text{регул.}} + 2 * G_{\text{насос.ГВС}} * 0,2) * 24 \text{ ч} * 365 \text{ дн} + 3 * G_{\text{отоп.насос}} * 24 \text{ ч} * T_{\text{работы}} + G_{\text{солн.насос}} * 6 \text{ ч} * 200 \text{ дн.} = (150 \text{ Вт} * \text{ч} + 4 * 5 \text{ Вт} * \text{ч} + 2 * 50 \text{ Вт} * \text{ч} * 0,2) * 24 \text{ ч} * 365 \text{ дн} + 3 * 60 \text{ Вт} * \text{ч} * 24 \text{ ч} * 200 \text{ дн.} + 60 \text{ Вт} * 6 \text{ ч} * 200 \text{ дн.} = 1\ 664\ 400 \text{ Вт} * \text{ч} + 864\ 000 \text{ Вт} * \text{ч} + 72\ 000 \text{ Вт} * \text{ч} = 2\ 600\ 400 \text{ Вт} * \text{ч} = 2\ 600 \text{ кВт} * \text{ч}$$

В этой формуле:

$G_{\text{э.котла}}$ - электропотребление котла (150 Вт*ч),

$G_{\text{регул.}}$ - электропотребление единичного регулятора (5 Вт*ч),

$G_{\text{насос.ГВС}}$ - электропотребление рециркуляционного насоса ГВС (50 Вт*ч),

$G_{\text{отоп.насос}}$ - электропотребление циркуляционного насоса системы отопления (60 Вт*ч),

$G_{\text{солн.насос}}$ - электропотребление солнечного насоса (60 Вт*ч).

Стоимость данного расхода электроэнергии для частного дома будет следующая (см. Задачу №4):

$$P_{\text{эл.}} = 2\ 600 \text{ кВт} * \text{ч} * 1,56 \text{ грн/кВт} * \text{ч} = 4\ 056 \text{ грн в год}$$

Выбран тариф 1,56 грн/кВт*ч, из предположения, что данный дом практически не может уместиться в расход потребления электроэнергии до 600 кВт*ч в месяц (с учетом работы освещения, и других электроприборов).

Суммарные эксплуатационные затраты на содержание рассматриваемого дома при использовании котельной Вариант №5, будут следующие:

$$P_{\text{вар.№5}} = P_{\text{газа}} + P_{\text{дров.}} + P_{\text{эл.}} = 4\ 320. \text{ грн} + 21\ 170. \text{ грн} + 4\ 056. \text{ грн} = 29\ 546. \text{ грн}$$

пп	Энергоноситель	Расчетный годовой расход	Стоимость, грн/год
1	Природный газ 	1 200. н.м ³ /год (газ)	4 320.
2	Пеллеты 	8 468. кг/год (пеллеты)	21 170.
3	Электроэнергия 	2 600. кВт*ч/год (электричество)	4 056.
4	Солнечная энергия 	4 263. кВт*ч/год (солнечная энергия)	-
Итого:			29 546.

п.7. Задача №6: «Частный дом 350 м²». Вариант №6. Пеллетный котел (основной), электрический котел (резервный), самосливная гелиосистема Drain Back для поддержки отопления и приготовления ГВС на плоских коллекторах FKF-240-V.

Для подбора количества коллекторов на поддержку отопления, необходимо определить период, когда потребность в отоплении будет соизмерима с величиной солнечной инсоляции.

Для удобства выбора количества коллекторов рассмотрим таблицу, сделанную на основе архива погодных данных NASA 2008-2015гг. В таблице приведены данные по среднедневной производительности солнечных коллекторов MFK001, FKF-240-V, MVK001 в привязке к каждому месяцу и городу (из задачи№5).

Рядом с производительностью коллекторов представлена средне-суточная потребность 1 м² в тепловой энергии отапливаемого помещения в каждый конкретный месяц в 6-ти вариантах утепления (см. Задачу №1).

При выборе количества коллекторов, для поддержки отопления необходимо отталкиваться от площади отапливаемых помещений, в которых установлены низкотемпературные системы отопления, такие как теплый пол, или теплые стены.

Т.е., если мы рассматриваем дом, площадью 350 м², в котором будет уложено 140 м² системы теплый пол, то мы подбираем солнечные коллекторы только под площадь теплого пола. Обычно он работает по температурному графику 40/30°C, и это позволяет ски-

дывать в него низкопотенциальное тепло от гелиоколлекторов в холодное время года. Радиаторы, которые подобраны под график 70/50°C, требуют слишком высокий температурный график, который возможно достичь только летом, когда отопление не работает. Самым оптимальным месяцем, под который надо подбирать гелиосистему на поддержку отопления, является апрель. В этом месяце еще есть потребность в отоплении, и самая большая интенсивность инсоляции за весь период отопительного сезона. Таким образом, мы получим оптимальную по размерам и стоимости гелиосистему, которая сможет закрывать максимальную долю в апреле и октябре. В другие месяцы отопительного сезона доля солнечного тепла будет меньше, в зависимости от погоды, но это все равно лучше.

Вакуумные коллекторы, подобранные на отопление, необходимо защищать от переизбытка тепла летом защитными роллетами, либо установить некий потребитель тепла летом (внешний радиатор, теплый пол бассейна или цокольного этажа, воздушно-отопительный агрегат, бассейн).

Если использовать самосливающие коллекторы Drain Back - дополнительная защита коллекторов не требуется.

Варианты утепления домов					
1	2	3	4	5	6
					

Таблица№13. Производительность коллекторов и удельная потребность в тепле домов с разной степенью утепления

пп	Месяц	Город	Тср, °С	Январь								Февраль										
				MFK001*	FKF240*	MVK001*	1**	2**	3**	4**	5**	6**	Тср, °С	MFK001*	FKF240*	MVK001*	1**	2**	3**	4**	5**	6**
1	Бердянск		1,7	2,0	2,0	2,6	1,1	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	2,4	3,4	3,5	4,1	1,0	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5
2	Винница		-5,9	1,3	1,4	2,1	1,5	0,9	0,8	0,7	1,1	0,7	-4,0	2,6	2,6	3,5	1,4	0,8	0,7	0,6	1,0	0,6
3	Геническ		-0,8	1,3	1,4	2,1	1,2	0,7	0,6	0,6	0,8	0,6	0,8	3,2	3,3	4,0	1,1	0,7	0,6	0,5	0,8	0,5
4	Днепропетровск		-5,2	0,7	0,8	1,6	1,5	0,9	0,7	0,7	1,0	0,7	-3,0	4,0	4,1	4,7	1,4	0,8	0,7	0,6	0,9	0,6
5	Донецк		-6,3	0,9	1,0	1,8	1,6	0,9	0,8	0,7	1,1	0,7	-4,1	4,1	4,2	4,8	1,4	0,8	0,7	0,6	1,0	0,6
6	Житомир		-6,1	0,9	0,9	1,7	1,6	0,9	0,8	0,7	1,1	0,7	-4,1	2,7	2,8	3,6	1,4	0,8	0,7	0,6	1,0	0,6
7	Запорожье		-3,5	1,2	1,2	2,0	1,4	0,8	0,7	0,6	1,0	0,6	-1,3	4,3	4,4	4,9	1,3	0,8	0,6	0,6	0,9	0,6
8	Ивано-Франковск		-6,5	1,5	1,5	2,3	1,6	0,9	0,8	0,7	1,1	0,7	-5,3	2,7	2,8	3,6	1,5	0,9	0,7	0,7	1,0	0,7
9	Киев		-6,2	0,9	0,9	1,7	1,6	0,9	0,8	0,7	1,1	0,7	-4,3	2,3	2,3	3,2	1,4	0,9	0,7	0,7	1,0	0,7
10	Кировоград		-5,90	1,0	1,1	1,9	1,5	0,9	0,7	0,7	1,0	0,7	-3,3	3,7	3,8	4,5	1,4	0,8	0,7	0,6	0,9	0,6
11	Кривой Рог		-4,9	0,9	1,0	1,8	1,5	0,9	0,7	0,7	1,0	0,7	-3,2	3,5	3,6	4,3	1,4	0,8	0,7	0,6	0,9	0,6
12	Луцк		-5,0	0,7	0,7	1,5	1,5	0,9	0,7	0,7	1,0	0,7	-3,5	2,8	2,8	3,6	1,4	0,8	0,7	0,6	1,0	0,6
13	Львов		-5,2	1,1	1,2	1,9	1,5	0,9	0,7	0,7	1,0	0,7	-4,0	2,3	2,4	3,3	1,4	0,8	0,7	0,6	1,0	0,6
14	Одесса		-0,3	1,4	1,5	2,2	1,2	0,7	0,6	0,5	0,8	0,5	0,8	3,4	3,5	4,2	1,1	0,7	0,6	0,5	0,8	0,5
15	Полтава		-6,1	1,2	1,2	2,0	1,6	0,9	0,8	0,7	1,1	0,7	-4,3	3,6	3,7	4,3	1,4	0,9	0,7	0,7	1,0	0,7
16	Симферополь		3,2	1,7	1,8	2,4	1,0	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	3,4	2,5	2,6	3,4	1,0	0,6	0,5	0,4	0,7	0,4
17	Сумы		-7,5	0,7	0,7	1,5	1,6	1,0	0,8	0,7	1,1	0,7	-5,9	3,4	3,5	4,2	1,5	0,9	0,8	0,7	1,1	0,7
18	Тернополь		-4,9	1,3	1,4	2,1	1,5	0,9	0,7	0,7	1,0	0,7	-3,5	2,9	3,0	3,8	1,4	0,8	0,7	0,6	1,0	0,6
19	Ужгород		-5,9	1,2	1,3	2,1	1,5	0,9	0,8	0,7	1,1	0,7	-4,0	2,5	2,5	3,5	1,4	0,8	0,7	0,6	1,0	0,6
20	Харьков		-7,1	1,1	1,1	1,9	1,6	1,0	0,8	0,7	1,1	0,7	-5,2	4,0	4,1	4,7	1,5	0,9	0,7	0,7	1,0	0,7
21	Херсон		1,3	1,7	1,7	2,4	1,1	0,7	0,5	0,5	0,8	0,5	1,8	3,3	3,4	4,1	1,1	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5
22	Хмельницкий		-5,4	1,3	1,3	2,1	1,5	0,9	0,7	0,7	1,0	0,7	-3,7	3,1	3,2	4,0	1,4	0,8	0,7	0,6	1,0	0,6
23	Черкасы		-5,7	1,3	1,3	2,0	1,5	0,9	0,7	0,7	1,0	0,7	-3,8	3,5	3,6	4,3	1,4	0,8	0,7	0,6	1,0	0,6
24	Чернигов		-7,3	0,9	0,9	1,7	1,6	1,0	0,8	0,7	1,1	0,7	-5,2	2,1	2,2	3,1	1,5	0,9	0,7	0,7	1,0	0,7
25	Черновцы		-5,3	1,4	1,4	2,2	1,5	0,9	0,7	0,7	1,0	0,7	-4,2	2,6	2,6	3,5	1,4	0,9	0,7	0,6	1,0	0,6
26	Ялта		5,5	2,0	2,1	2,6	0,9	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	5,1	2,7	2,8	3,5	0,9	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4

* - средняя суточная производительность солнечного коллектора (MFK001, FKF240, MVK001) в рассматриваемом месяце, если бы он был расположен в рассматриваемом городе, и был направлен на Юг, под 45 градусов к горизонту; [кВт/сутки];

** - средние удельные (с 1 м²) теплопотери дома с разной степенью утепления (1,2...6) [кВт/м²сутки] в рассматриваемом месяце, если бы он был расположен в рассматриваемом городе; [кВт/м²сутки].

п.7. Задача №6: «Частный дом 350 м²». Вариант №6. Пеллетный котел (основной), электрический котел (резервный), самосливная гелиосистема Drain Back для поддержки отопления и приготовления ГВС на плоских коллекторах FKF-240-V.

Таблица №13. Производительность коллекторов и удельная потребность в тепле домов с разной степенью утепления

Месяц		март										апрель									
п/п	Город	Тср, °С	МFK001*	FKF240*	MVK001*	1**	2**	3**	4**	5**	6**	Тср, °С	МFK001*	FKF240*	MVK001*	1**	2**	3**	4**	5**	6**
1	Бердянск	4,9	3,7	3,8	4,7	0,9	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	10,0	5,7	5,8	6,4	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
2	Винница	1,8	3,4	3,4	4,4	1,1	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	9,5	4,7	4,8	5,5	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
3	Геническ	5,5	3,9	4,0	4,8	0,9	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	12,3	5,4	5,6	6,1	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
4	Днепропетровск	3,3	4,0	4,1	4,9	1,0	0,6	0,5	0,4	0,7	0,4	11,2	4,8	4,9	5,6	0,5	0,3	0,3	0,2	0,4	0,2
5	Донецк	2,4	3,7	3,8	4,7	1,0	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	10,4	4,5	4,6	5,3	0,6	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
6	Житомир	1,5	3,0	3,1	4,1	1,1	0,7	0,5	0,5	0,7	0,5	9,3	4,7	4,8	5,5	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
7	Запорожье	4,3	4,3	4,4	5,1	0,9	0,6	0,5	0,4	0,6	0,4	11,7	5,2	5,3	5,8	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
8	Ивано-Франковск	-0,6	3,0	3,1	4,2	1,2	0,7	0,6	0,6	0,8	0,6	6,5	4,0	4,1	5,1	0,8	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4
9	Киев	1,6	3,1	3,1	4,1	1,1	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	9,9	4,7	4,9	5,5	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
10	Кировоград	3,0	4,1	4,2	5,0	1,0	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	10,6	4,8	4,9	5,6	0,6	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
11	Кривой Рог	3,1	4,0	4,1	5,0	1,0	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	10,8	4,7	4,9	5,5	0,5	0,3	0,3	0,2	0,4	0,2
12	Луцк	2,0	3,0	3,1	4,0	1,1	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	9,3	4,5	4,6	5,3	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
13	Львов	1,2	3,0	3,0	4,1	1,1	0,7	0,5	0,5	0,8	0,5	8,2	4,1	4,2	5,0	0,7	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3
14	Одесса	5,6	4,2	4,3	5,1	0,9	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	11,8	5,7	5,9	6,3	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
15	Полтава	2,4	4,2	4,3	5,1	1,0	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	10,5	4,8	4,9	5,5	0,6	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
16	Симферополь	6,2	3,8	3,9	4,8	0,8	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	11,4	4,8	4,9	5,9	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
17	Сумы	0,7	3,3	3,4	4,4	1,1	0,7	0,6	0,5	0,8	0,5	9,5	4,6	4,7	5,4	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
18	Тернополь	2,2	3,3	3,4	4,4	1,1	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	9,4	4,4	4,5	5,3	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
19	Ужгород	1,8	3,3	3,4	4,4	1,1	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	9,5	4,6	4,7	5,5	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
20	Харьков	1,7	4,3	4,4	5,2	1,1	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	10,1	4,7	4,8	5,4	0,6	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
21	Херсон	5,4	4,0	4,1	4,9	0,9	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	11,2	5,4	5,5	6,1	0,5	0,3	0,3	0,2	0,4	0,2
22	Хмельницкий	2,0	3,6	3,6	4,5	1,1	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	9,4	4,4	4,5	5,3	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
23	Черкасы	2,6	3,7	3,8	4,7	1,0	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	10,9	4,9	5,1	5,6	0,5	0,3	0,3	0,2	0,4	0,2
24	Чернигов	0,8	2,9	3,0	4,0	1,1	0,7	0,6	0,5	0,8	0,5	9,5	4,7	4,8	5,4	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
25	Черновцы	1,3	3,0	3,1	4,1	1,1	0,7	0,5	0,5	0,8	0,5	8,1	4,0	4,2	5,1	0,7	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3
26	Ялта	6,8	3,8	3,9	4,7	0,8	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	10,7	4,8	4,9	5,9	0,6	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3

Месяц		май										июнь	июль	август		
п/п	Город	Тср, °С	МFK001*	FKF240*	MVK001*	1**	2**	3**	4**	5**	6**	Отопление не требуется				
1	Бердянск	17,7	7,0	7,2	7,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1					
2	Винница	15,9	5,7	5,8	6,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1					
3	Геническ	19,7	6,6	6,8	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0					
4	Днепропетровск	18,8	6,0	6,2	6,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0					
5	Донецк	17,8	5,8	6,0	6,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1					
6	Житомир	15,9	5,5	5,7	6,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1					
7	Запорожье	19,4	6,2	6,4	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0					
8	Ивано-Франковск	11,9	4,3	4,4	5,4	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2					
9	Киев	17,0	5,8	6,0	6,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1					
10	Кировоград	17,9	5,9	6,1	6,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1					
11	Кривой Рог	18,2	5,9	6,1	6,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1					
12	Луцк	15,0	4,8	4,9	5,7	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1					
13	Львов	13,3	4,1	4,2	5,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2					
14	Одесса	18,7	6,8	7,0	7,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0					
15	Полтава	18,2	6,1	6,2	6,6	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0					
16	Симферополь	18,1	6,4	6,6	6,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1					
17	Сумы	17,2	6,0	6,2	6,6	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1					
18	Тернополь	15,0	4,8	4,9	5,7	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1					
19	Ужгород	15,9	5,7	5,8	6,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1					
20	Харьков	17,7	5,9	6,1	6,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1					
21	Херсон	18,3	6,3	6,5	6,8	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0					
22	Хмельницкий	15,4	5,3	5,4	6,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1					
23	Черкасы	18,4	6,2	6,3	6,7	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0					
24	Чернигов	16,9	5,6	5,7	6,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1					
25	Черновцы	13,6	4,4	4,5	5,5	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2					
26	Ялта	16,7	6,1	6,3	6,7	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1					

* - средняя суточная производительность солнечного коллектора (МFK001, FKF240, MVK001) в рассматриваемом месяце, если бы он был расположен в рассматриваемом городе, и был направлен на Юг, под 45 градусов к горизонту, [кВт/сутки];

** - средние удельные (с 1 м²) теплопотери дома с разной степенью утепления (1,2...6) [кВт/м²*сутки] в рассматриваемом месяце, если бы он был расположен в рассматриваемом городе, [кВт/м²*сутки].

п.7. Задача №6: «Частный дом 350 м²». Вариант №6. Пеллетный котел (основной), электрический котел (резервный), самосливная гелиосистема Drain Back для поддержки отопления и приготовления ГВС на плоских коллекторах FKF-240-V.

Таблица №13. Производительность коллекторов и удельная потребность в тепле домов с разной степенью утепления

Месяц		сентябрь										октябрь									
пп	Город	Тср, °С	МК001*	FKF240*	МК001*	1**	2**	3**	4**	5**	6**	Тср, °С	МК001*	FKF240*	МК001*	1**	2**	3**	4**	5**	6**
1	Бердянск	20,4	7,1	7,3	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5	5,0	5,1	5,1	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
2	Винница	15,6	5,0	5,2	5,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	7,8	3,9	4,0	4,3	0,7	0,4	0,4	0,3	0,5	0,3
3	Геническ	20,2	6,7	6,9	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,1	4,6	4,7	4,8	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
4	Днепропетровск	18,2	5,9	6,1	6,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	9,4	4,2	4,4	4,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
5	Донецк	17,7	5,8	6,0	5,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	8,9	4,0	4,2	4,4	0,7	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3
6	Житомир	15,3	4,9	5,1	5,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	7,6	3,7	3,8	4,1	0,7	0,4	0,4	0,3	0,5	0,3
7	Запорожье	19,1	6,3	6,5	6,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5	4,5	4,7	4,8	0,6	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
8	Ивано-Франковск	12,3	4,7	4,9	5,2	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	6,2	3,9	4,0	4,4	0,8	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4
9	Киев	15,8	5,1	5,2	5,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	7,8	3,5	3,6	3,9	0,7	0,4	0,4	0,3	0,5	0,3
10	Кировоград	17,5	5,7	5,9	5,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	9,1	4,2	4,3	4,5	0,7	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
11	Кривой Рог	17,8	5,7	5,8	5,8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	9,2	4,0	4,2	4,4	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
12	Луцк	14,8	4,9	5,0	5,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	7,8	3,7	3,8	4,1	0,7	0,4	0,4	0,3	0,5	0,3
13	Львов	13,6	4,6	4,7	5,0	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	7,3	3,5	3,6	4,0	0,8	0,4	0,4	0,3	0,5	0,3
14	Одесса	19,9	6,8	7,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,6	4,8	5,0	5,0	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
15	Полтава	17,2	5,7	5,9	5,8	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	8,5	3,9	4,0	4,3	0,7	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3
16	Симферополь	20,7	6,8	7,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,9	4,4	4,5	4,7	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
17	Сумы	16,0	5,2	5,4	5,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	7,4	3,5	3,6	3,9	0,7	0,4	0,4	0,3	0,5	0,3
18	Тернополь	15,0	5,0	5,1	5,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	8,0	3,8	3,9	4,2	0,7	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3
19	Ужгород	15,6	5,0	5,2	5,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	7,8	3,8	3,9	4,2	0,7	0,4	0,4	0,3	0,5	0,3
20	Харьков	17,0	5,8	6,0	5,9	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	8,2	3,9	4,1	4,3	0,7	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3
21	Херсон	20,2	6,7	6,9	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,9	4,7	4,8	4,9	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
22	Хмельницкий	15,3	5,1	5,2	5,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	7,9	3,8	3,9	4,2	0,7	0,4	0,4	0,3	0,5	0,3
23	Черкасы	17,1	5,6	5,8	5,8	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	8,9	3,9	4,0	4,3	0,7	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3
24	Чернигов	15,4	4,9	5,1	5,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	7,2	3,3	3,4	3,7	0,8	0,5	0,4	0,3	0,5	0,3
25	Черновцы	13,9	4,7	4,9	5,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	7,3	3,8	3,9	4,3	0,8	0,4	0,4	0,3	0,5	0,3
26	Ялта	21,1	7,0	7,2	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,2	5,0	5,1	5,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1

Месяц		ноябрь										декабрь									
пп	Город	Тср, °С	МК001*	FKF240*	МК001*	1**	2**	3**	4**	5**	6**	Тср, °С	МК001*	FKF240*	МК001*	1**	2**	3**	4**	5**	6**
1	Бердянск	8,6	3,2	3,3	3,5	0,7	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3	4,2	1,8	1,8	2,3	0,9	0,6	0,5	0,4	0,6	0,4
2	Винница	3,0	1,6	1,6	2,2	1,0	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	-3,4	1,3	1,3	1,9	1,4	0,8	0,7	0,6	0,9	0,6
3	Геническ	6,9	2,6	2,7	3,1	0,8	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	1,9	1,5	1,5	2,1	1,1	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5
4	Днепропетровск	3,9	1,9	2,0	2,5	1,0	0,6	0,5	0,4	0,7	0,4	-1,8	1,2	1,2	1,8	1,3	0,8	0,6	0,6	0,9	0,6
5	Донецк	3,2	1,9	1,9	2,4	1,0	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	-2,6	1,1	1,1	1,7	1,3	0,8	0,7	0,6	0,9	0,6
6	Житомир	2,9	1,4	1,5	2,0	1,0	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	-3,4	0,8	0,8	1,4	1,4	0,8	0,7	0,6	0,9	0,6
7	Запорожье	4,9	2,4	2,5	2,9	0,9	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	-0,5	1,6	1,6	2,2	1,2	0,7	0,6	0,6	0,8	0,6
8	Ивано-Франковск	2,2	2,2	2,3	2,7	1,1	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	-4,1	1,3	1,3	1,9	1,4	0,8	0,7	0,6	1,0	0,6
9	Киев	3,0	1,4	1,4	1,9	1,0	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	-3,5	0,8	0,9	1,5	1,4	0,8	0,7	0,6	1,0	0,6
10	Кировоград	3,9	1,8	1,9	2,4	1,0	0,6	0,5	0,4	0,7	0,4	-1,9	1,2	1,2	1,8	1,3	0,8	0,6	0,6	0,9	0,6
11	Кривой Рог	3,9	1,7	1,8	2,3	1,0	0,6	0,5	0,4	0,7	0,4	-1,7	1,0	1,0	1,7	1,3	0,8	0,6	0,6	0,9	0,6
12	Луцк	3,5	1,7	1,8	2,2	1,0	0,6	0,5	0,4	0,7	0,4	-2,6	1,1	1,2	1,7	1,3	0,8	0,7	0,6	0,9	0,6
13	Львов	3,3	2,0	2,0	2,5	1,0	0,6	0,5	0,4	0,7	0,4	-2,9	1,1	1,1	1,7	1,4	0,8	0,7	0,6	0,9	0,6
14	Одесса	7,9	2,7	2,7	3,1	0,7	0,4	0,4	0,3	0,5	0,3	1,9	1,4	1,4	2,0	1,1	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5
15	Полтава	3,3	1,9	1,9	2,4	1,0	0,6	0,5	0,4	0,7	0,4	-2,5	1,1	1,1	1,7	1,3	0,8	0,7	0,6	0,9	0,6
16	Симферополь	9,7	3,0	3,0	3,3	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	5,4	1,7	1,7	2,2	0,9	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4
17	Сумы	2,6	1,5	1,5	2,0	1,0	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	-3,6	1,0	1,0	1,5	1,4	0,8	0,7	0,6	1,0	0,6
18	Тернополь	3,7	1,8	1,8	2,3	1,0	0,6	0,5	0,4	0,7	0,4	-2,3	1,3	1,3	1,8	1,3	0,8	0,6	0,6	0,9	0,6
19	Ужгород	3,0	1,5	1,6	2,1	1,0	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	-3,4	1,2	1,3	1,9	1,4	0,8	0,7	0,6	0,9	0,6
20	Харьков	2,8	2,1	2,1	2,5	1,0	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	-3,2	1,2	1,2	1,7	1,4	0,8	0,7	0,6	0,9	0,6
21	Херсон	8,6	2,7	2,8	3,1	0,7	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3	3,8	1,5	1,5	2,0	1,0	0,6	0,5	0,4	0,7	0,4
22	Хмельницкий	3,2	1,7	1,7	2,2	1,0	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	-2,8	1,1	1,1	1,7	1,4	0,8	0,7	0,6	0,9	0,6
23	Черкасы	3,7	1,7	1,8	2,2	1,0	0,6	0,5	0,4	0,7	0,4	-2,5	1,2	1,2	1,8	1,3	0,8	0,7	0,6	0,9	0,6
24	Чернигов	2,6	1,3	1,3	1,8	1,0	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	-3,9	0,7	0,7	1,3	1,4	0,8	0,7	0,6	1,0	0,6
25	Черновцы	3,3	2,1	2,2	2,6	1,0	0,6	0,5	0,4	0,7	0,4	-2,7	1,2	1,2	1,8	1,3	0,8	0,7	0,6	0,9	0,6
26	Ялта	11,5	3,7	3,8	3,9	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	7,8	2,2	2,3	2,6	0,7	0,4	0,4	0,3	0,5	0,3

* - средняя суточная производительность солнечного коллектора (МК001*, FKF240*, МК001*) в рассматриваемом месяце, если бы он был расположен в рассматриваемом городе, и был направлен на Юг, под 45 градусов к горизонту, [кВт/сутки];

** - средние удельные (с 1м²) теплопотери дома с разной степенью утепления (1,2...6) [кВт/м²сутки] в рассматриваемом месяце, если бы он был расположен в рассматриваемом городе, [кВт/м²сутки].

п.7. Задача №6: «Частный дом 350 м²». Вариант №6. Пеллетный котел (основной), электрический котел (резервный), самосливная гелиосистема Drain Back для поддержки отопления и приготовления ГВС на плоских коллекторах FKF-240-V.

Подбор количества коллекторов для поддержки отопления:

Итак, как говорилось ранее, поддерживать в отопительный сезон можно только ту часть дома, которая отапливается низкотемпературными отопительными системами, такими как «теплый пол», «теплые стены» и т.п. Главное, чтобы средняя температура теплоносителя этой системы отопления была в диапазоне +28°C...+40°C. Это связано с тем, что коллекторы, во-первых, должны быть на 8-10°C горячее теплового накопителя, а, во-вторых, при слабом зимнем излучении абсорберу коллектора тяжело нагреться выше 42...45°C. Вернемся к нашей задаче - у нас есть дом, площадью 350 м², который имеет утепление №4 (Задача №1), расположен в г. Киеве, имеет 2 системы отопления - «теплый пол» (ТП) и радиаторное отопление (РО). Площадь ТП - 140 м², остальная площадь отапливается радиаторами.

Значит, если стоит задача поддерживать систему отопления, то гелиосистему мы должны подбирать под потребности ТП, площадью 140 м².

Для климатических условий Украины поддержка отопления рассчитывается на месяц апрель.

Итак, с учетом вышеобозначенных параметров среднесуточная потребность в тепловой энергии 1 м² отапливаемой площади для апреля, составит :

$$q_{\text{дом 4, апрель}} = 0,3 \text{ (кВт/м}^2 \cdot \text{сутки)}.$$

Значит, суточная потребность в тепле системы ТП будет следующая:

$$Q_{\text{ТП (апрель)}} = F_{\text{ТП}} \cdot q_{\text{дом 4, апрель}} = 140 \text{ м}^2 \cdot 0,3 \text{ (кВт/м}^2 \cdot \text{сутки)} = 42. \text{ (кВт/сутки)}.$$

Теперь посчитаем необходимое количество коллекторов самосливной системы Drain Back, которые могут в апреле обеспечить эту потребность в тепловой энергии. Один коллектор FKF-240-V может получить в апреле следующее количество тепловой энергии за сутки (табл. №13):

$$q_{\text{FKF240 (апрель)}} = 4,9 \text{ (кВт/колл.} \cdot \text{сутки)}.$$

Для поддержки системы ТП, нам необходимо следующее количество коллекторов:

$$n_{\text{FKF240 (апрель, ТП)}} = Q_{\text{ТП (апрель)}} / q_{\text{FKF240 (апрель)}} = 42 \text{ (кВт/сутки)} / 4,9 \text{ (кВт/колл.} \cdot \text{сутки)} = 8,6 \approx 9. \text{ колл.}$$

Также надо учесть, что кроме поддержки ТП в апреле, гелиосистема будет готовить ГВС, а именно, нам надо подогревать каждый день следующее количество воды:

$$V_{\text{ГВС}} = 280. \text{ л}$$

(см. «решение» для Задачи №1)

Для нагрева этого объема дополнительно необходимо следующее количество коллекторов:

$$n_{\text{FKF240 (апрель, ГВС)}} = V_{\text{ГВС}} / (100 \text{ л}) \cdot 5,8 \text{ (кВт/100л)} / (100 \text{ л}) \cdot q_{\text{FKF240 (апрель)}} = 280 \text{ л} \cdot 5,8 \text{ (кВт/100л)} / (100 \text{ л}) \cdot 4,9 \text{ (кВт/колл.} \cdot \text{сутки)} = 3,3 \text{ колл} \approx 3. \text{ колл.}$$

Для поддержки ТП и ГВС за счет Солнца в апреле, необходима система из следующего количества коллекторов:

$$n_{\text{FKF240 (апрель)}} = n_{\text{FKF240 (апрель, ТП)}} + n_{\text{FKF240 (апрель, ГВС)}} = 9. \text{ колл.} + 3. \text{ колл.} = 12. \text{ колл.}$$

Подбор змеевика буферного бака:

Для того, чтобы гелиоконтур при работе на буферный бак смог отдавать тепло с небольшим перегревом относительно последнего, необходимо, чтобы змеевик бака имел площадь не менее 20% от площади гелиополя.

Рабочая площадь коллектора FKF-240-V, которая непосредственно принимает солнечное излучение, составляет:

$$F_{\text{FKF240}} = 2,2 \text{ м}^2.$$

Значит, площадь гелиополя будет следующая:

$$F_{\text{гелиополя}} = F_{\text{FKF240}} \cdot n_{\text{FKF240 (апрель)}} = 2,2 \text{ м}^2 \cdot 12 \text{ колл.} = 26,4 \text{ м}^2$$

Тогда площадь тепловоспринимающего змеевика должна иметь следующую величину:

$$F_{\text{змеевика}} = F_{\text{гелиополя}} \cdot 0,2 = 26,4 \text{ м}^2 \cdot 0,2 = 5,28 \text{ м}^2$$

Расчет минимального объема буферного бака:

Буферный бак должен принять подаваемое в него тепло в течении светового дня, чтобы часть его потратить сейчас же на поддержку отопления, а другую часть сохранить на оставшуюся часть суток.

Если день солнечный, то период максимальной инсоляции в апреле длится с 9 утра до 17 часов, а именно 8 часов.

Значит, мы должны «законсервировать» в буферной емкости следующее количество тепла:

$$Q_{\text{буфф.сопар}} = ((24 \text{ ч} - t_{\text{свет.дня}}) / 24 \text{ ч}) \cdot Q_{\text{ТП (апрель)}} = (24 \text{ ч} - 8 \text{ ч} / 24 \text{ ч}) \cdot 42. \text{ (кВт/сутки)} = 28. \text{ кВт/сутки}$$

При нагреве от 30°C до 60°C (75°C максимум), нужен следующий буферный бак:

$$V_{\text{буфф.бак}} = Q_{\text{буфф.сопар}} \cdot 860 / (T_{\text{max}} - T_{\text{min}}) = 28. \text{ кВт/сутки} \cdot 860 / (60^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}) = 800. \text{ л}$$

Выбор буферной емкости, бака ГВС

Итак, бак ГВС должен удовлетворять следующим требованиям:

1) Иметь возможность в течении 10 минут выдать жильцам дома 280 л горячей воды.

2) Греться как от котла, так и от гелиосистемы.

3) Иметь площадь солнечного змеевика около $F_{\text{змеевика}} = 5,28 \text{ м}^2$.

Буферный бак должен удовлетворять следующим требованиям:

1) Иметь объем для работы с гелиосистемой не менее $V_{\text{буфф.бак}} = 800. \text{ л}$

2) Иметь объем для работы с пеллетным котлом 35 кВт не менее: $V_{\text{буфф.бак}} = Q_{\text{котла}} \cdot 20. \text{ л/кВт} = 35 \text{ кВт} \cdot 20 \text{ л/кВт} = 700. \text{ л}$

3) Иметь площадь солнечного змеевика около $F_{\text{змеевика}} = 5,28 \text{ м}^2$.

Всем этим условиям отвечает бак SKSE-2 1051/200 для комбинированного приготовления ГВС (экв. 425 л бака ГВС) и накопления тепла для отопления (буферный объем 1000л, суммарная площадь змеевиков 5,3 м²).

Расчет необходимого расхода теплоносителя в гелиоконтуре:

Если гелиосистема сбрасывает полученное тепло через змеевик, то удельный расход теплоносителя на каждый 1 м² гелиополя должен быть:

$$g_{\text{гелиополя}} = 28 \dots 32. \text{ л/м}^2 \cdot \text{ч}$$

Тогда общий номинальный расход теплоносителя (водный раствор пропилен-гликоля) должен быть следующий:

$$G_{\text{гелиополя}} = g_{\text{гелиополя}} \cdot F_{\text{гелиополя}} = 28. \text{ (л/м}^2 \cdot \text{ч)} \cdot 26,4 \text{ м}^2 = 739,2 \text{ л/ч} = 12. \text{ л/мин}$$

Это значение нужно для выбора диаметра магистрального трубопровода гелиосистемы и насосной группы.

п.7. Задача №6: «Частный дом 350 м²». Вариант №6. Пеллетный котел (основной), электрический котел (резервный), самосливная гелиосистема Drain Back для поддержки отопления и приготовления ГВС на плоских коллекторах FKF-240-V.

Подбор гофрированного трубопровода:

Итак, для построения самосливной солнечной системы на коллекторах **FKF-240-V** можно использовать гофрированную трубу **inoFlex** из нержавеющей стали диаметрами не ниже Ду 20мм. Т.е. можно применять только трубу **inoFlex** Ду 20 мм, или Ду 25 мм (диаметры Ду 32мм и Ду 40 мм не подходят для гелиосистем).

Длина солнечной магистрали в одну сторону L=20 м (трассировка хода магистрального трубопровода от гелиоколлекторов до змеевика). Солнечная магистраль по своему ходу делает 4 поворота на 90 градусов.

Через магистраль будет прокачиваться теплоноситель с расходом:

$$G_{\text{гелиоополь}} = 739,2 \text{ л/ч} = 12. \text{ л/мин}$$

Согласно графика №1, труба Ду 20 мм при заданном расходе имеет следующие удельные потери давления:

$$p_{\text{DN20}} = 600 \text{ Па/м.п.}$$

Для учета влияния поворотов будем добавлять по 25% линейных потерь на каждый поворот. Тогда потери давления на прокачивании теплоносителя через трубу **inoFlex** Ду 20 мм в заданном объеме будет:

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{DN20}} &= 2 * L * p_{\text{DN20}} + 25\% * n_{\text{повор.}} = \\ &= 2 * 20 \text{ м} * 600 \text{ Па/м.п.} + 25\% * 4 \text{ повор.} = \\ &= 24\ 000 \text{ Па} + 1000 = 25\ 000 \text{ Па} = 2,5 \text{ м.в.ст} \end{aligned}$$

Согласно графика №1, труба Ду 25 мм при заданном расходе имеет следующие удельные потери давления:

$$p_{\text{DN25}} = 200 \text{ Па/м.п.}$$

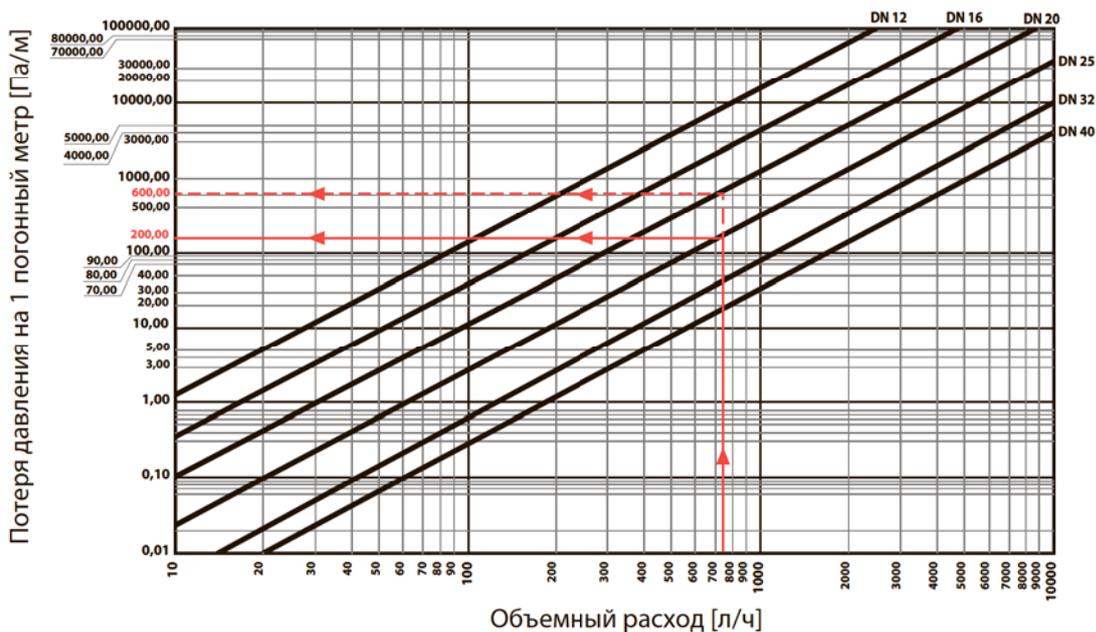
Для учета влияния поворотов будем добавлять по 5% линейных потерь на каждый поворот. Тогда потери давления на прокачивании теплоносителя через трубу **inoFlex** Ду 25 мм в заданном объеме будет:

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{DN25}} &= 2 * L * p_{\text{DN25}} + 5\% * n_{\text{повор.}} = \\ &= 2 * 20 \text{ м} * 200 \text{ Па/м.п.} + 5\% * 4 \text{ повор.} = \\ &= 8\ 000 \text{ Па} + 200 = 8\ 200 \text{ Па} = 0,82 \text{ м.в.ст} \end{aligned}$$

Прокачивание теплоносителя через трубу **inoFlex** Ду 25 мм требует создания перепада давления в 3 раза меньше, чем при прокачивании через трубу Ду 20 мм.

Поэтому выбираем двухтрубную магистраль **CSK DN 25 мм**, длиной 20 м.

График №1. Гидравлическая характеристика гофрированной трубы из нержавеющей стали **inoFlex**



п.7. Задача №6: «Частный дом 350 м²». Вариант №6. Пеллетный котел (основной), электрический котел (резервный), самосливная гелиосистема Drain Back для поддержки отопления и приготовления ГВС на плоских коллекторах FKF-240-V.

Подбор насосной группы:

Для того, чтобы подобрать насосную группу, необходимо сопоставить номинальный расход и потерю давления в контуре. Номинальный расход мы посчитали $G_{\text{гелиополя}} = 739,2 \text{ л/ч}$. Теперь необходимо посчитать потерю давления в контуре. Для этого необходимо сложить потери давления во всех звеньях гидравлического тракта гелиоконтра:

$$\Delta P_{\text{гелиоконтра}} = \Delta P_{\text{коллект.}} + \Delta P_{\text{труб}} + \Delta P_{\text{нас. группы}} + \Delta P_{\text{змеевиков}} + \Delta P_{\text{сух. столба}}$$

В эту формулу входят следующие переменные:

- $\Delta P_{\text{гелиоконтра}}$ - суммарная потеря давления во всем гелиоконтуре.
- $\Delta P_{\text{коллект.}}$ - потеря давления в солнечных коллекторах.
- $\Delta P_{\text{труб}}$ - потеря давления в магистральном трубопроводе.
- $\Delta P_{\text{нас. группы}}$ - потеря давления в арматуре солнечной насосной группы.
- $\Delta P_{\text{змеевиков}}$ - потеря давления в змеевике (-ах) бака-накопителя.
- $\Delta P_{\text{сух. столба}}$ - потеря давления на поднятие жидкости на высоту сухого столба.

У нас есть величина $\Delta P_{\text{труб}} = 1,6 \text{ м.в.ст.}$
Определим остальные.

Рачет $\Delta P_{\text{коллект.}}$:

Допустим, все 12 коллекторов FKF-240-V установлены в один ряд. Из нижеприведенного графика№2 определяем сопротивление поля солнечных коллекторов FKF-240-V, состоящее из 12 коллекторов:

$$\Delta P_{\text{коллект.}} = 111 \text{ мбар} = 1,11 \text{ м.в.ст.}$$

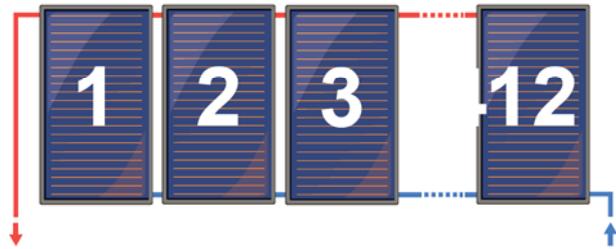
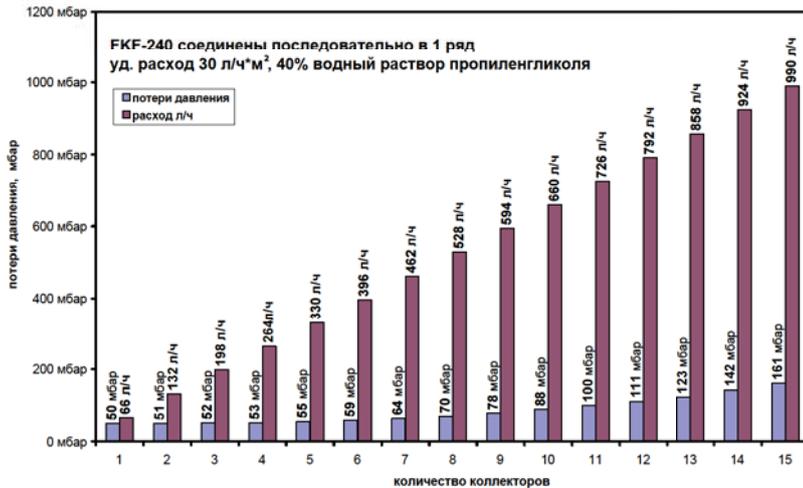


График №2. Гидравлическая характеристика плоских коллекторов FKF-240-V для самосливных систем.



Рачет $\Delta P_{\text{змеевика}}$:

Гелиополе предполагается подключить к баку SKSE-2 1051/200, который имеет 2 солнечных змеевика:

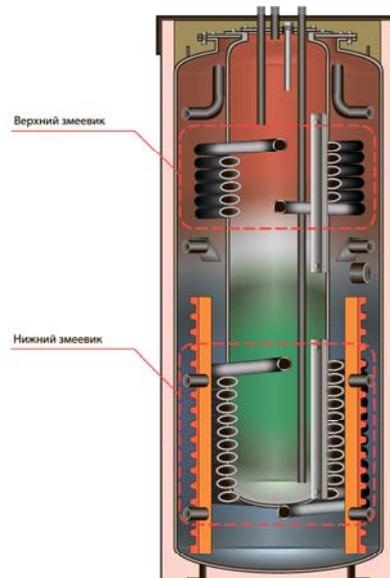
SKSE-2 1051/200	Площадь, м ²	Gmax, м ³ /ч	ΔP_{max} , мбар
Верхний ТО 2	2,1	2,8	280
Нижний ТО 1	3,2	4,6	420

Пересчет сопротивления одного змеевика под расчетный расход осуществляется по формуле:

$$\Delta P_{\text{змеевика}} = (G_{\text{гелиополя}} / G_{\text{max}})^2 * \Delta P_{\text{max}}$$

Если оба змеевика подключены последовательно, то суммарное сопротивление змеевиков складывается, и будет следующим:

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{змеевиков}} &= \\ &= (G_{\text{гелиополя}} / G_{\text{max1}})^2 * \Delta P_{\text{max1}} + (G_{\text{гелиополя}} / G_{\text{max2}})^2 * \Delta P_{\text{max2}} = \\ &= (0,74 \text{ (м}^3\text{/ч)} / 4,6 \text{ (м}^3\text{/ч)})^2 * 420 \text{ (мбар)} + \\ &+ (0,74 \text{ (м}^3\text{/ч)} / 2,8 \text{ (м}^3\text{/ч)})^2 * 280 \text{ (мбар)} = \\ &= 10 \text{ мбар} + 19 \text{ мбар} = 29 \text{ мбар} = 0,3 \text{ м.в.ст.} \end{aligned}$$



Бак SKSE-2 1051/200 в разрезе

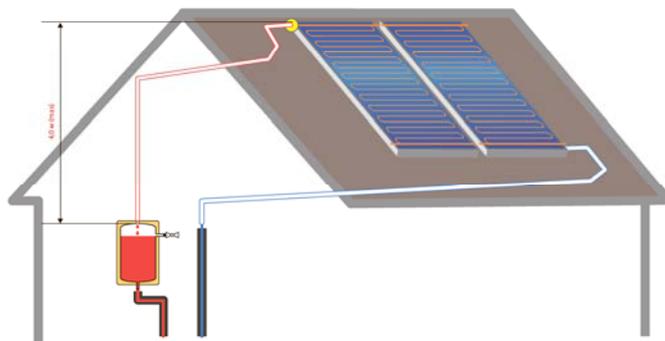
Meibesplus[®] Справочно-расчетный раздел

п.7. Задача №6: «Частный дом 350 м²». Вариант №6. Пеллетный котел (основной), электрический котел (резервный), самосливающая гелиосистема Drain Back для поддержки отопления и приготовления ГВС на плоских коллекторах FKF-240-V.

Расчет $\Delta P_{\text{сух. столба}}$:

В рекомендациях по проектированию самосливающих систем написано, что максимальная высота «сухого столба», который заполнен воздухом, не должна превышать 4 м. Значит примем:

$$\Delta P_{\text{сух. столба}} = 4,0 \text{ м.в.ст}$$



Расчет $\Delta P_{\text{нас. группы}}$:

Посчитаем сумму сопротивлений в элементах гелиосистемы, пока без $\Delta P_{\text{нас. группы}}$:

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{гелиоконтур}} &= \Delta P_{\text{коллект.}} + \Delta P_{\text{труб}} + \Delta P_{\text{нас. группы}} + \Delta P_{\text{змейвиков}} + \Delta P_{\text{сух. столба}} = \\ &= 1,11 \text{ м.в.ст.} + 1,0 \text{ м.в.ст.} + \Delta P_{\text{нас. группы}} + 0,3 \text{ м.в.ст.} + 4,0 \text{ м.в.ст.} = \\ &= 6,41 \text{ м.в.ст.} + \Delta P_{\text{нас. группы}} \end{aligned}$$

Номинальный расход гелиоконтур $G_{\text{гелиополя}} = 739 \text{ л/ч} = 12 \text{ л/мин.}$
 Наложим полученные данные на гидравлические характеристики солнечных насосных групп, которые имеют расход свыше 10 л/мин.
 Сложив на графике №3 все сопротивления, получаем:

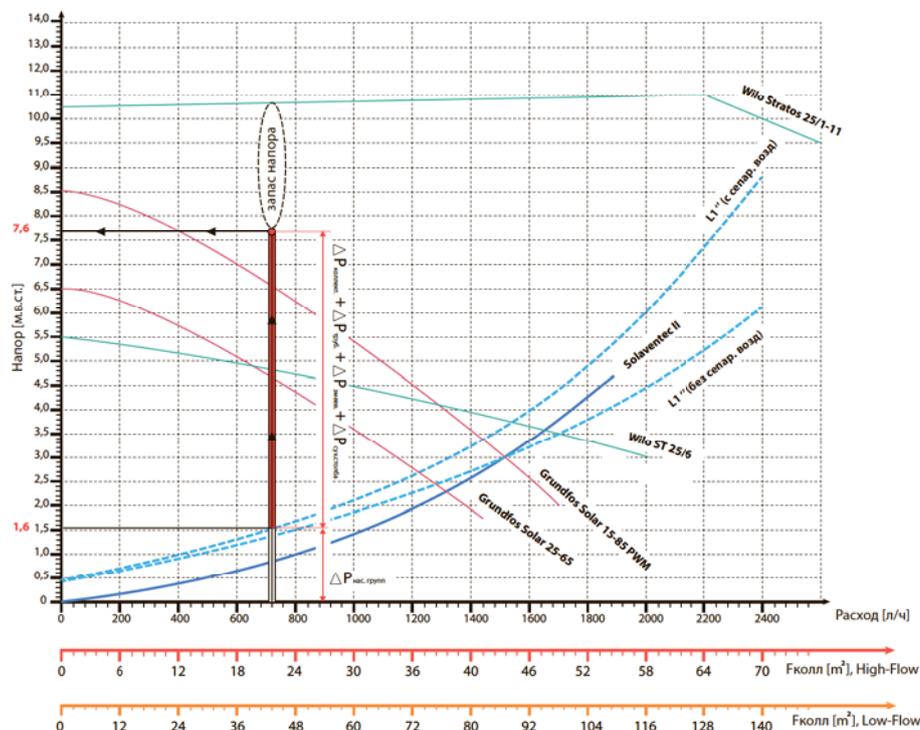
$$\Delta P_{\text{нас. группы}} = 1,6 \text{ мбар.}$$

По графику получается, что подходит солнечная насосная группа L1" с насосом Wilo Stratos Para 25/1-11.



L1"

График №3. Гидравлическая характеристика солнечных насосных групп Solaventec II и L1"



п.7. Задача №6: «Частный дом 350 м²». Вариант №6. Пеллетный котел (основной), электрический котел (резервный), самосливная гелиосистема Drain Back для поддержки отопления и приготовления ГВС на плоских коллекторах FKF-240-V.

Определение энергоэффективности Варианта №6:

Этот вариант актуален для случаев, когда основным источником тепла является пеллетный котел. Электрический котел нужен обязательно на случай, если пеллетный котел остановится (например, закончатся пеллеты).

Гелиосистема должна уменьшить потребление пеллет на приготовление ГВС и подогрев ТП в межсезонье.

Теперь определим количество тепла, которое можно получить на данном объекте за счет гелиосистемы. Итак, предположим, что коллекторы смотрят на Юг под углом 45° к горизонту. Согласно Задаче №5, один коллектор FKF-240-V может выработать около:

$$q_{FKF240V} = 1460. \text{ кВт/год} \quad (q_{FKF240V}^{\text{отоп.}} = 513. \text{ кВт/год в отоп. сезон})$$

Значит, за год система из 12-ти коллекторов выработает следующее количество тепла на поддержку отопления:

$$Q_{\text{отоп. гелио}} = n_{\text{колл}} * q_{FKF240V}^{\text{отоп.}} = 12 \text{ шт.} * 513. \text{ кВт/год} = 6'156 \text{ кВт/год.}$$

За летний сезон (с мая по сентябрь включительно) эта система из 12-ти коллекторов может выработать следующее количество тепла на приготовление ГВС:

$$Q_{\text{ГВС гелио}} = n_{\text{колл}} * (q_{FKF240V} - q_{FKF240V}^{\text{отоп.}}) = 12 \text{ шт.} * (1460. \text{ кВт/год} - 513. \text{ кВт/год}) = 11'364. \text{ кВт/год.}$$

Расчитаем фактическую потребность в ГВС с мая по сентябрь. Итак, годовая потребность в энергии для приготовления ГВС:

$$Q_{\text{ГВС лет. сезон}} = Q_{\text{ГВС год}} * (n_{\text{лето}} / 12 \text{ мес.}) = 10'046. \text{ кВт/год} * (5 \text{ мес.} / 12 \text{ мес.}) = 4'185. \text{ кВт/год.}$$

Таким образом, летняя потребность в тепле для приготовления ГВС значительно меньше производительности гелиосистемы. Поскольку гелиосистема самосливающая, то она просто не будет брать лишнее тепло, но покроет 100% потребности в ГВС данного дома летом. Суммарная теплопроизводительность гелиосистемы будет:

$$Q_{\text{гелио}} = Q_{\text{ГВС лет. сезон}} + Q_{\text{отоп. гелио}} = 4'185. \text{ кВт/год} + 6'156 \text{ кВт/год} = 10'341 \text{ кВт/год}$$

Тогда расчитаем разницу потребности в тепле, которую необходимо получить за счет сжигания пеллет:

$$Q_{\text{остат. год}} = Q_{\text{дома год}} - Q_{\text{гелио}} = 45'641. \text{ кВт/год} - 10'341. \text{ кВт/год} = 35'300. \text{ кВт/год}$$

Определим массу пеллет, необходимых для покрытия остаточной годовой потребности в тепле (см. Задача №4):

$$G_{\text{пеллет год}} = Q_{\text{остат.}} / (G_{\text{пеллет.}}) =$$

$$= 35'300. (\text{кВт/год}) / (3'6 \text{ кВт/кг}) = 9'805. \text{ кг/год}$$

В данной формуле $G_{\text{пеллет.}}$ - количество тепла, которое может выработать пеллетный котел, работающий на буферную емкость, при сжигании 1 кг пеллет хорошего качества.

Стоимость данного объема пеллет составляет (см. Задача №4):

$$P_{\text{пеллет}} = 9'805 \text{ кг/год} * 2,5 \text{ грн/кг} = 24'512. \text{ грн/год}$$

Определим ориентировочный годовой расход электроэнергии на работу котельной установки из расчета длительности ежегодной непрерывной работы оборудования на протяжении:

$$T_{\text{работы}} = 200 \text{ дней.}$$

$$\begin{aligned} G_{\text{электр.}} &= \\ &= (G_{\text{э. котла}} + 2 * G_{\text{регул.}} + G_{\text{насос. ГВС}} * 0,2) * 24 \text{ ч} * 365 \text{ дн} + \\ &+ 2 * G_{\text{отоп. насос}} * 24 \text{ ч} * T_{\text{работы}} + G_{\text{солн. насос}} * 6 \text{ ч} * 200 \text{ дн.} = \\ &= (97 \text{ Вт} * \text{ч} + 2 * 5 \text{ Вт} * \text{ч} + 20 \text{ Вт} * \text{ч} * 0,2) * 24 \text{ ч} * 365 \text{ дн} + \\ &+ 2 * 24 \text{ Вт} * \text{ч} * 24 \text{ ч} * 200 \text{ дн.} + 80 \text{ Вт} * 6 \text{ ч} * 200 \text{ дн.} = \\ &= 972'360. \text{ Вт} * \text{ч} + 230'400 \text{ Вт} * \text{ч} + 96'000 \text{ Вт} * \text{ч} = 1'298'760. \text{ Вт} * \text{ч} = \\ &= 1'298. \text{ кВт} * \text{ч} \end{aligned}$$

В этой формуле:

$G_{\text{э. котла}}$ - электропотребление котла (97 Вт*ч),

$G_{\text{регул.}}$ - электропотребление единичного регулятора (5 Вт*ч),

$G_{\text{насос. ГВС}}$ - электропотребление рециркуляционного насоса ГВС (20 Вт*ч),

$G_{\text{отоп. насос}}$ - электропотребление циркуляционного насоса системы отопления (24Вт*ч),

$G_{\text{солн. насос}}$ - электропотребление солнечного насоса (80 Вт*ч).

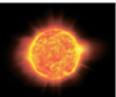
Стоимость данного расхода электроэнергии для частного дома будет следующая (см. Задачу №4):

$$\text{Рэл.} = 1'298. \text{ кВт} * \text{ч} * 1,56 \text{ грн/кВт} * \text{ч} = 2'026. \text{ грн в год}$$

Выбран тариф 1,56 грн/кВт*ч, из предположения, что данный дом практически не может уместиться в расход потребления электроэнергии до 600 кВт*ч в месяц (с учетом работы освещения, и других электроприборов).

Суммарные эксплуатационные затраты на содержание рассматриваемого дома при использовании котельной Вариант №6, будут следующие:

$$P_{\text{вар. №6}} = P_{\text{газа}} + P_{\text{дров.}} + P_{\text{эл.}} = 24'512. \text{ грн} + 2'026. \text{ грн} = 26'538. \text{ грн}$$

пп	Энергоноситель	Расчетный годовой расход	Стоимость, грн/год
1	 <p>Пеллеты</p>	9'805. кг/год (пеллеты)	24'512.
2	 <p>Электроэнергия</p>	1'474. кВт*ч/год (электричество)	2'026.
3	 <p>Солнечная энергия</p>	10'341. кВт*ч/год (солнечная энергия)	-
Итого:			26'538.

п.8. Задача №6: «Частный дом 350 м²».

Вариант №7. Электрический котел (ночной тариф), Газовый конденсационный котел (на подхвате).

Определение необходимого объема буферной емкости.

Часто для уменьшения затрат на отопление, рассматривают возможность подключения «ночного тарифа» и тарифа на «электроотопление» на электроэнергию.

Для этого необходимо, чтобы местная электроснабжающая организация разрешила использовать льготный тариф на электроотопление, и установить 2-х тарифный счетчик электроэнергии. Ночной тариф в Украине длится с 23-00ч по 6-00ч. Его смысл в том, чтобы сгладить суточное электропотребление для электрогенерирующих предприятий. Ведь пик электропотребления приходится на полдень, а ночью, когда большинство предприятий не работает, у электростанций образуется переизбыток электрической мощности. Поэтому, для сглаживания электропотребления и уменьшения газовой зависимости, для населения государством предлагаются льготные тарифы для электроотопления (0,56 грн/кВт*ч до 3600 кВт/месяц) и ночной тариф (коэфф. 0,5 с 23ч. по 6ч. при установке 2-х тарифного счетчика).

Рассмотрим, как максимально эффективно использовать ночной тариф для уменьшения затрат на отопление дома.

Допустим, на рассматриваемый дом выделена максимальная электрическая нагрузка **-40 кВт*ч.**

Если предположить, что дом тоже будет потреблять электроэнергию ночью, например, на работу холодильника, электроплиты, стиральной машины, освещения, надо будет оставить примерно 10 кВт.

Итак, мы располагаем электрической мощностью, на которую можно подбирать электродкотел:

$$Q_{\text{электродкотел}}^{\text{max.}} = 40 \text{ кВт} - 10 \text{ кВт} = 30 \text{ кВт.}$$

Теоретически, мы можем посчитать такую мощность котла, чтобы за 7 часов действия «ночного тарифа» накопить дешевой тепловой энергии на все сутки, но фактически мы не сможем получить больше мощности, чем выделена на данный дом. Поэтому при дальнейших расчетах мы должны будем учитывать это ограничение.

Итак, дом площадью 350 м² находится в г. Киеве, имеет утепление по типу №4 (см. Задача №1).

Из таблицы №13 (Задача №6) по г. Киеву видно, что самые большие средние удельные теплотери будут в январе-феврале, и составят:

Вят: $q_{\text{ср.дом4}} = 0,7 \text{ кВт}/(\text{м}^2 \cdot \text{сутки}).$

Значит средняя суточная потребность дома в тепловой энергии в эти месяцы будет:

$$Q_{\text{ср.отопл. (январь)}} = q_{\text{ср.дом4}} * F_{\text{дома}} = 0,7 \text{ кВт}/(\text{м}^2 \cdot \text{сутки}) * 350 \text{ м}^2 = 245 \text{ кВт/сутки}$$

(или $Q^1_{\text{ср.отопл.}} = 10,2 \text{ кВт/час.}$)

Если ночной тариф действует с 23 ч. по 6 ч., т.е. его продолжительность 7,0 часов, то для полного покрытия ночным тарифом тепла в сутки, необходим электрический котел следующей мощности:

$$Q_{\text{электродкотла}} = Q_{\text{ср.отопл. (январь)}} / 7,0 \text{ ч} + K = 245 \text{ (кВт/сутки)} / 7 \text{ ч} + 10\% = 38,5 \text{ кВт/ч,}$$

где K - коэффициент, который учитывает потерю тепла на перемешивание слоев в баке, и теплотери через теплоизоляцию буферного бака.

Однако мы ограничены мощностью электродкотла, равной 30 кВт/ч. Значит, мы можем получить за счет «ночного тарифа»:

$$Q_{\text{доступ.}} = Q_{\text{электродкотел}}^{\text{max.}} * 7,0 \text{ ч} = 30 \text{ кВт} * 7,0 \text{ ч} = 210 \text{ кВт.}$$

Подберем теперь буферную ёмкость для хранения этого количества тепловой энергии. Максимальная температура, до которой мы можем разогреть буферную ёмкость: $T^{\text{max.}}_{\text{буф.}} = 90^{\circ}\text{C}.$

Расчитаем минимальную температуру буферной емкости, при которой она будет достаточной для поддержания отопления. Возьмем отопительные кривые из регуляторов HZR для PO (№1,2) и TP (№0,7), и под среднюю температуру наружного воздуха января $T_{\text{нар. (январь)}} = 6,2^{\circ}\text{C}$ определим температурные графики этих двух отопительных систем:

1) PO ($T_{1\text{PO}}/T_{2\text{PO}} = 55^{\circ}\text{C}/35^{\circ}\text{C}$)

2) TP ($T_{1\text{TP}}/T_{2\text{TP}} = 40^{\circ}\text{C}/30^{\circ}\text{C}$).

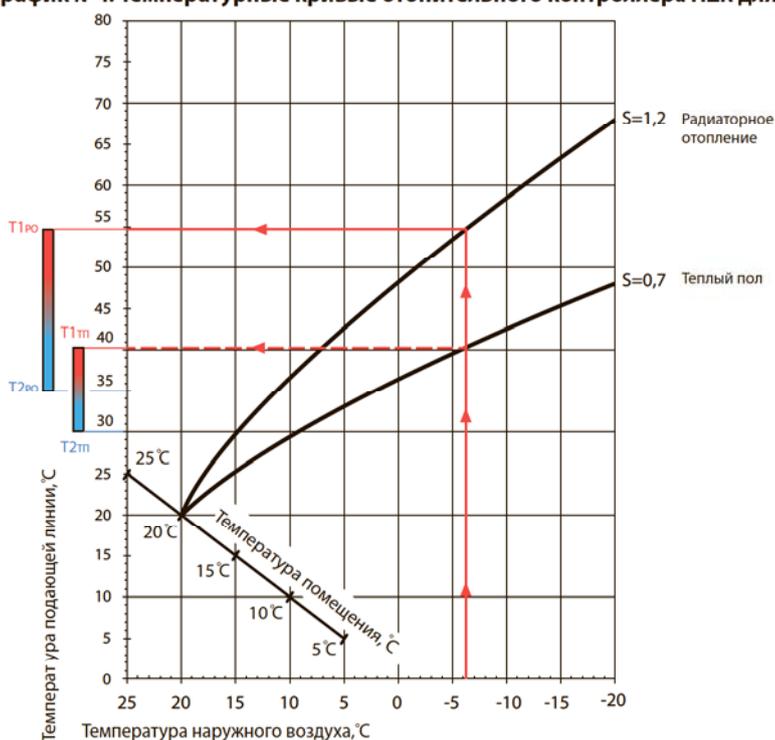
Минимальная температура буферной емкости будет:

$$T^{\text{min.}}_{\text{буф.}} = (T_{1\text{PO}} + T_{2\text{TP}}) / 2 = (55^{\circ}\text{C} + 30^{\circ}\text{C}) / 2 = 42,5^{\circ}\text{C}$$

Теперь посчитаем необходимый объем буферной ёмкости:

$$V_{\text{буф.емкости}} = (Q_{\text{доступ.}} - Q^1_{\text{ср.отопл. (январь)}} * 7,0 \text{ ч}) * 860 / (T^{\text{max.}}_{\text{буф.}} - T^{\text{min.}}_{\text{буф.}}) = (210 \text{ кВт} - 10,2 \text{ кВт/ч} * 7,0 \text{ ч}) * 860 / (90^{\circ}\text{C} - 42,5^{\circ}\text{C}) = 2509 \text{ л} \approx 3000 \text{ л}$$

График №4. Температурные кривые отопительного контроллера HZR для PO и TP



п.8. Задача №6: «Частный дом 350 м²».

**Вариант №7. Электрический котел (ночной тариф),
Газовый конденсационный котел (на подхвате).**

Определение энергоэффективности Варианта №7:

Этот вариант рассматривает случай, когда Заказчик может оформить льготный тариф на отопление и «ночной тариф». Итак, наша годовая потребность в тепловой энергии:

$$Q_{\text{годовое}} = 45\ 641 \text{ кВт/год,}$$

(при этом в сутки мы можем получить до $Q_{\text{доступ}} = 210 \text{ кВт*ч}$ тепловой энергии за счет «ночного тарифа»). и из потребности на приготовление ГВС (за весь год):

$$Q_{\text{ГВС год}} = 10\ 046. \text{ кВт/год.} = 837. \text{ кВт/мес.}$$

которая состоит из потребности на отопление (длится с октября по апрель включительно):

$$Q_{\text{год. отопление}} = 35\ 595. \text{ кВт/год,}$$

Составим таблицу с балансом помесячных потребностей в тепле и их покрытия на основании данных таблицы №13 (Киев, Вариант №4):

	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Сумма, кВт/отоп. сезон	Формула:
Удельные теплопотери q, кВт/(м ² *сутки)	0,3	0,5	0,6	0,7	0,7	0,5	0,3	-	-
Среднесуточные теплопотери дома (F=350 м ²) Q _{сутки} [кВт/сутки]	105.	175.	210.	245.	245.	175.	105.	-	Q _{сутки} = q * F
Среднемесячные теплопотери дома (F=350 м ²) Q _{месяц} [кВт/месяц]	3'150.	5'250.	6'300.	7'350.	6'860.	5'250.	3'150.	37'310. ²	Q _{месяц} = Q _{сутки} * 30 дн./месяц
Среднемесячная потребность на ГВС Q _{ГВС} [кВт/месяц]	837.	837.	837.	837.	837.	837.	837.	5'859.	-
Доступное количество энергии от «ночного тарифа», Q _{доступ} [кВт/месяц]	6'300.	6'300.	6'300.	6'300.	6'300.	6'300.	6'300.	-	Q _{доступ} = Q _{доступ} * 30 дн./месяц
Потребленное количество энергии от «ночного тарифа», Q _{н.тариф} [кВт/месяц]	3'987.	6'087.	6'300.	6'300.	6'300.	6'087.	3'987.	39'048.	Q _{н.тариф} = если (Q _{месяц} + Q _{ГВС}) ≤ Q _{доступ}
Остаточное количество тепла, которое надо получить за счет газового котла, Q _{газ.котла} [кВт/месяц]	-	-	837.	1'887.	1'397.	-	-	4'121.	Q _{газ.котла} = если (Q _{месяц} + Q _{ГВС} - Q _{н.тариф}) ≥ 0
Остаточное количество тепла «ночного тарифа» свыше нормы потребления 3600 кВт*ч/месяц, Q _{>3600} [кВт/месяц]	567.	2'667.	2'880.	2'880.	2'880.	2'667.	567.	15'108.	Q _{>3600} = Q _{н.тариф} - (3600 * 0,95 ¹)

Примечание: 1) подразумевается, что лимит электропотребления свыше 3600 кВт будет преобразован в тепло с помощью электрического котла с КПД 95%.
2) Величина потребности в тепле, полученной по среднемесячным коэффициентам из таблицы №13 может быть больше, чем по данным из таблицы №2 за счет более сильного округления полученной величины.

Таким образом, стоимость тепловой энергии, полученной за счет ночного тарифа за отопительный сезон будет:

$$P_{\text{ноч.тариф}} = ((3600 \text{ кВт*ч}) * 0,6 \text{ (грн/кВт)} * 7 \text{ месяцев}) + 15'108. \text{ кВт/сезон} * 1,64 \text{ (грн/кВт*ч)} * 0,5 = (15'120 \text{ грн/сезон} + 24'777 \text{ грн/сезон}) * 0,5 = 19'948. \text{ грн/сезон.}$$

Количество тепла, которое надо будет получить за счет сжигания газа в газовом котле:

$$Q_{\text{газ. год.}} = 4'121. \text{ кВт/сезон} + (12 \text{ мес.} - 7 \text{ мес.}) * 837. \text{ кВт/мес} = 8'306. \text{ кВт/год.}$$

Если сжигать этот газ в настенном конденсационном котле, то для покрытия этой потребности надо сжечь следующее количество газа:

$$G_{\text{газ}} = Q_{\text{газ. год.}} / G_{\text{к.к.}} = 8'306. \text{ (кВт/год)} / 8,9 \text{ кВт/н.м}^3 = 933. \text{ н.м}^3/\text{год.}$$

Данный расход позволяет уместиться в льготный тариф до 1200 н.м³/год, поэтому стоимость этого количества газа будет следующая:

$$P_{\text{газ}} = 933. \text{ (н.м}^3/\text{год.)} * 3,6 \text{ (грн/ н.м}^3) = 3'358. \text{ грн./год}$$

Определим ориентировочный годовой расход электроэнергии на работу котельной установки из расчета длительности ежегодной непрерывной работы оборудования на протяжении:

$$T_{\text{работы}} = 200 \text{ дней.}$$

$$G_{\text{электр.}} = (2 * G_{\text{э.котла}} + 2 * G_{\text{регул.}} + G_{\text{насос.ГВС}} * 0,2) * 24ч * 365 \text{ дн.} + 2 * G_{\text{отоп.насос}} * 24ч * T_{\text{работы}} = (2 * 97 \text{ Вт*ч} + 2 * 5 \text{ Вт*ч} + 20 \text{ Вт*ч} * 0,2) * 24ч * 365 \text{ дн.} + 2 * 24 \text{ Вт*ч} * 24ч * 200 \text{ дн.} = 1'822'080. \text{ Вт*ч} + 230'400 \text{ Вт*ч} = 2'052'480. \text{ Вт*ч} = 2'053. \text{ кВт*ч}$$

В этой формуле:

G_{э.котла} - электропотребление котла (97 Вт*ч),

G_{регул.} - электропотребление единичного регулятора (5 Вт*ч),

п.8. Задача №6: «Частный дом 350 м²».

Вариант №7. Электрический котел (ночной тариф),

Газовый конденсационный котел (на подхвате).

$G_{\text{насос.ГВС}}$ - электропотребление рециркуляционного насоса ГВС (20 Вт*ч),

$G_{\text{отоп.насос}}$ - электропотребление циркуляционного насоса системы отопления (24Вт*ч).

Стоимость данного расхода электроэнергии для частного дома будет следующая (см. Задачу №4):

$$\begin{aligned} \text{Рэл.} &= 2\,053. \text{ кВт*ч} * 1,56 \text{ грн/кВт*ч} = \\ &= 3\,202. \text{ грн/год} \end{aligned}$$

Выбран тариф 1,56 грн/кВт*ч, из предположения, что данный дом практически не может уместиться в расход потребления электроэнергии до 600 кВт*ч в месяц (с учетом работы освещения, и других электроприборов).

Суммарные эксплуатационные затраты на содержание рассматриваемого дома при использовании котельной Вариант №7, будут следующие:

$$\begin{aligned} \text{Рвар.№7} &= P_{\text{ноч.тариф}} + P_{\text{газа}} + P_{\text{эл.}} = \\ &= 19\,948. \text{ грн/сезон.} + 3\,358. \text{ грн./год} + 3\,202. \text{ грн/ год} = \\ &= 26\,508. \text{ грн} \end{aligned}$$

пп	Энергоноситель	Расчетный годовой расход	Стоимость, грн/год
1	Природный газ 	933. н.м3/год (газ)	3`358.
2	Электроэнергия «ночного тарифа» 	40`308. кВт*ч/год	19`948.
3	Электроэнергия 	2`053. кВт*ч/год (электричество)	3`202.
Итого:			26`508.

п.9. Задача №6: «Частный дом 350 м²».

Вариант №8. Воздушный тепловой насос (основной),
Газовый конденсационный котел (пиковый).

Расчет точки бивалентности теплового насоса, подбор буферного бака и бака ГВС.

Для уменьшения эксплуатационных расходов на отопление часто рассматривают воздушный тепловой насос, который изымает низкопотенциальное тепло из наружного воздуха (охлаждает его еще сильнее), и за счет «цикла Карно» (в компрессоре) превращает это тепло в высокопотенциальное, нагревая теплоноситель до температуры 55°C-60°C.

Переброс тепловой энергии из низкопотенциальной в высокопотенциальную требует больших затрат электроэнергии, но, в результате, мы получаем в 2,5...4,0 больше тепловой энергии, чем затратили электроэнергии. Это соотношение полученной тепловой к затраченной электрической энергии называется коэффициентом преобразования и обозначается COP.

Также следует понимать, что мощность воздушного теплового насоса не постоянна, и падает с падением температуры наружного воздуха. Поэтому очень важно высчитать «точку бивалентности», т.е. температуру наружного воздуха, при которой мощность теплового насоса совпадет с теплопотерями здания, и необходимо переключить теплоснабжение на другой более мощный и высокотемпературный источник тепла. Например, газовый котел.

Приблизительно, для простоты расчета, можем сказать, что для большинства воздушных тепловых насосов, номинальная мощность которых соответствует максимальным теплопотерям здания, «точка бивалентности» (ТБ) находится на отметке -5°C...-7°C температуры наружного воздуха (см. График №5).

Также надо понимать, что горячая вода будет греться очень медленно, ведь на отметке остается очень мало избыточной мощности, которую можно пустить на приготовление ГВС. Из этого следует 2 момента: буферный бак должен быть достаточного объема, чтобы не только уменьшать тактования теплового насоса, но и накопить достаточное количество тепла, на нагрев ГВС. Другими словами, буферный бак должен быть такого объема, чтобы на период нагрева бака ГВС тепловым насосом тепловой мощностью при условиях точки бивалентности (пониженная мощность), иметь достаточный запас тепла на теплоснабжение в этот период.

Итак, теплопотери рассматриваемого дома $Q_{\text{теплопотери}} = 16,8$ кВт/ч. Значит, нам подойдет тепловой насос «Воздух-Вода» мощностью 16 кВт. Будем считать, что характеристика этого теплового насоса отображена на графике №5.

Также нам необходимо греть бак ГВС объемом $V_{\text{бака}} = 300$ л. Тепловой насос не сможет нагреть этот бак до 60°C, потому что его максимальная температура подачи 55...60°C. Оптимальная температура нагрева бака ГВС тепловым насосом: 45 °C. Поэтому бак должен быть больше.

Итак, если бы мы грели бак ГВС объемом $V_{\text{бака}} = 300$ л при помощи котла, то нам понадобилось бы следующее количество тепла:

$$Q_{\text{нагр.бака ГВС}} = V_{\text{бака}} * (T_{\text{гв1}} - T_{\text{хв}}) / 860 = 300 * (60^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) / 860 = 17,4 \text{ кВт},$$

где

$T_{\text{гв1}}$ - температура горячей воды при нагреве котлом (60°C),

$T_{\text{хв}}$ - температура холодной воды (10°C).

С учетом догрева бака ГВС до $T_{\text{гв2}} = 45^\circ\text{C}$, по тепловому балансу не-обходим бак ГВС:

$$V_{\text{бака ГВ}} = Q_{\text{нагр.бака ГВС}} * 860 / (T_{\text{гв2}} - T_{\text{хв}}) = 17,4 \text{ кВт} * 860 / (45^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) = 427 \text{ л} \approx 500 \text{ л}$$

По графику определим располагаемую мощность в «точке бивалентности» А (-7°C) без учета потребности по ГВС:

$$Q_{\text{тн}} (-7^\circ\text{C}) = 11,0 \text{ кВт/ч.}$$

Теперь посчитаем среднесуточную добавку на ГВС:

$$Q_{\text{доб.ГВС}} = Q_{\text{нагр.бака ГВС}} / 24\text{ч} = 17,4 \text{ кВт} / 24\text{ч} = 0,75 \text{ кВт/ч}$$

Значит, в точке «бивалентности» должна быть располагаемая мощность:

$$Q_{\text{тн. бивалент}} = Q_{\text{тн}} (-7^\circ\text{C}) + Q_{\text{доб.ГВС}} = 11,0 \text{ кВт/ч} + 0,75 \text{ кВт/ч} = 11,75 \text{ кВт/ч.}$$

На графике №5 ищем новую точку «бивалентности» с учетом необ-

ходимой нагрузки ГВС:

$$Q_{\text{тн}} (-4^\circ\text{C}) = 11,7 \text{ кВт/ч.}$$

Другими словами, до наружной температуры -4°C будет работать тепловой насос, при более глубоких холодах должен включиться другой, более высокотемпературный источник тепла (газовый котел).

Длительность работы теплового насоса в районе точки бивалентности В на нагрев бака ГВС:

$$T_{\text{ГВС}} = Q_{\text{нагр.бака ГВС}} / Q_{\text{тн}} (-4^\circ\text{C}) = 17,4 \text{ кВт} / 11,75 \text{ кВт/ч} = 1,48 \text{ ч.}$$

Согласно графика №5, в точке «бивалентности» В потребность дома в тепле будет:

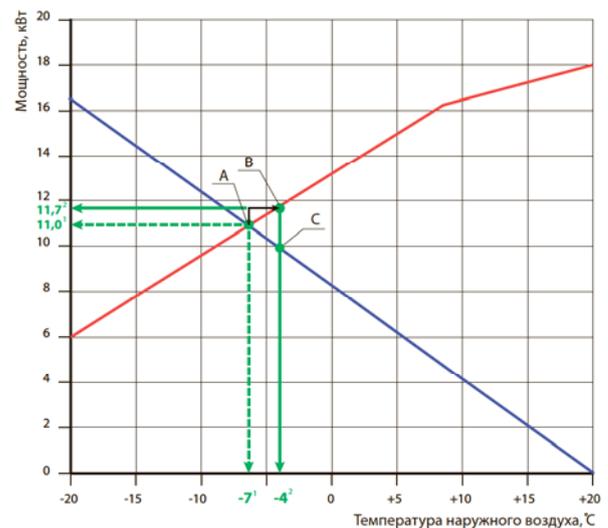
$$Q_{\text{отопл.}} (-4^\circ\text{C}) = 10 \text{ кВт/ч}$$

Значит буферный бак должен иметь такой объем теплоносителя, чтобы в течении периода нагрева бака ГВС ($T_{\text{ГВС}}$) снабжать теплом систему отопления, и остыть на 20°C (с 55°C до 35°C):

$$V_{\text{бака ГВ}} = Q_{\text{отопл.}} (-4^\circ\text{C}) * T_{\text{ГВС}} * 860 / \Delta T = 10 \text{ кВт/ч} * 1,48 \text{ ч} * 860 / 20^\circ\text{C} = 636 \text{ л} \approx 700 \text{ л.}$$

Итак, воздушный тепловой насос обычно стоит снаружи, а между ним и баком-накопителем протянута теплотрасса с антифризом. Для того, чтобы подключить эту теплотрассу к водяной системе отопления нужен либо специальный теплообменный модуль, либо буферный бак со змеевиком из расчета 4 кВт (ТН) x 1 м² змеевика. В данной ситуации, когда нужен бак ГВС 500л, а буферный бак 700 л, и змеевик площадью 4 м², нам идеально подходит комбинированный бак SKSE-1 1301/200.

График №5. Определение точки бивалентности для воздушного теплового насоса.



— Мощность теплового насоса
— Потребность дома в тепле

А - точка бивалентности (без учета ГВС).

В - точка бивалентности (с учетом ГВС).

С - теплопотери дома в точке бивалентности В.

п.9. Задача №6: «Частный дом 350 м²».

Вариант №8. Воздушный тепловой насос (основной),

Газовый конденсационный котел (пиковый).

Определение энергоэффективности Варианта №8:

Этот вариант рассматривает случай, когда Заказчик может оформить льготный тариф на отопление электричеством.

Итак, годовая потребность рассматриваемого дома в тепле:

$$Q_{\text{дома}}^{\text{год}} = 45 \cdot 641 \text{ кВт/год,}$$

которая состоит из потребности на отопление (длится с октября по апрель включительно):

$$Q_{\text{отопл.}}^{\text{год}} = 35 \cdot 595 \text{ кВт/год,}$$

и из потребности на приготовление ГВС (за весь год):

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{год}} = 10 \cdot 046 \text{ кВт/год}$$

или

$$Q_{\text{мес.}}^{\text{ГВС}} = 837 \text{ кВт/мес.}$$

Нам надо определить какую долю потребности в тепле закроет тепловой насос «воздух-вода», а какую долю закроет газовый котел.

Таблица №14. Климатические данные по длительности отопительного сезона, работы воздушного теплового насоса, котла в разных регионах Украины

пп	Город	Количество дней отопительного сезона (<8°C), дней	Количество дней отопительного сезона с температурой ниже точки бивалентности (<-4°C), дней	Средняя температура в дни отопительного сезона выше точки «бивалентности» (-4°C<), °C	Средняя температура в дни с температурой ниже точки «бивалентности» (работает котел), °C
1	Бердянск	134.	4.	3,7	-5,9
2	Винница	172.	42.	1,6	-9,6
3	Геническ	137.	13.	2,8	-7,6
4	Днепропетровск	163.	33.	1,9	-9,3
5	Донецк	170.	38.	1,7	-10,1
6	Житомир	173.	45.	1,7	-9,5
7	Запорожье	154.	24.	2,2	-8,9
8	Ивано-Франковск	197.	59.	2,0	-8,8
9	Киев	180.	45.	1,8	-9,6
10	Кировоград	164.	35.	1,8	-8,9
11	Кривой Рог	163.	34.	1,9	-9,0
12	Луцк	173.	39.	1,9	-9,1
13	Львов	181.	45.	1,9	-8,5
14	Одесса	125.	10.	2,9	-7,1
15	Полтава	167.	39.	1,8	-9,3
16	Симферополь	116.	3.	4,1	-6,7
17	Сумы	177.	53.	1,6	-9,8
18	Тернополь	171.	39.	1,9	-8,8
19	Ужгород	172.	42.	1,6	-9,6
20	Харьков	173.	45.	1,6	-10,0
21	Херсон	132.	7.	3,6	-7,1
22	Хмельницкий	171.	42.	1,8	-8,9
23	Черкасы	165.	41.	1,9	-9,0
24	Чернигов	178.	52.	1,7	-10,0
25	Черновцы	180.	45.	1,9	-8,7
26	Ялта	92.	1.	5,2	-5,3

Данные рассчитаны на основе архива погодных данных NASA 2008-2015гг.

В действующих СНиПах отопительный сезон начинается при наступлении наружных температур ниже 8°C или с 15 октября по 15 апреля.

Котельная установка частного дома может включать отопление при несколько более высоких температурах наружного воздуха с целью более комфортного поддержания климата.

Учитывая данные таблицы №14, определим годовой расход электроэнергии и газа рассматриваемой установкой. Итак, в г. Киеве, «комфортный» отопительный сезон в среднем длится:

$$T_{\text{отопл.сезона}} = 180 \text{ суток.}$$

Из них очень холодных суток, когда должен работать газовый котел только: $T_{\text{котла}} = 45 \text{ суток.}$

Значит тепловой насос будет работать:

$$T_{\text{ТН}} = T_{\text{отопл.сезона}} - T_{\text{котла}} = 180 \text{ суток} - 45 \text{ суток} = 135 \text{ суток.}$$

Льготный тариф на отопление действует с 01 октября по 30 апреля, или 7 месяцев отопительного сезона (210 дней).

Значит, тепловой насос должен выработать следующее количество тепла:

$$Q_{\text{ТН.сезон}} = 24 \cdot T_{\text{ТН}} \cdot (T_{\text{внутр.}} - T_{\text{нар.ТН}}) / (T_{\text{внутр.}} - T_{\text{Сжд.}}) \cdot Q_{\text{теплотеперь}} = \\ = 24 \cdot 135 \text{ суток} \cdot (20^\circ\text{C} - 1,8^\circ\text{C}) / (20^\circ\text{C} + 24^\circ\text{C}) \cdot 16,8 = \\ = 22 \cdot 515 \text{ кВт/сезон.}$$

Определим количество тепла, которое произведет ТН на нужды ГВС:

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{ТН.сезон}} = Q_{\text{мес.}}^{\text{ГВС}} \cdot T_{\text{ТН}} / 30 \text{ (сут./мес.)} = 3 \cdot 767 \text{ кВт/сезон.}$$

Это тепло тепловой насос будет получать из наружного воздуха, расходуя при этом электроэнергию с коэффициентом COP=3,0.

В течении отопительного сезона тепловой насос потребит следующее количество электроэнергии:

$$G_{\text{эл.ТН}} = (Q_{\text{ТН.сезон}} + Q_{\text{ГВС}}^{\text{ТН.сезон}}) / \text{COP} = \\ = (22 \cdot 515 \text{ (кВт/сезон)} + 3 \cdot 767 \text{ (кВт/сезон)}) / 3,0 = \\ = 8 \cdot 760 \text{ кВт*ч / сезон}$$

Годовой лимит электроэнергии на отопление:

$$G_{\text{эл.лимит}} = 7 \text{ мес.} \cdot 3600 \text{ кВт*ч / мес} = 25 \cdot 200 \text{ кВт*ч / сезон.}$$

Т.е. на работу теплового насоса мы расходует намного меньше электроэнергии, чем выделено, а значит можем расходовать его для других нужд, или использовать электрический котел вместо газового.

Стоимость электроэнергии, потраченной ТН на отопление составит (см. Задача №4, Таблица №4):

$$P_{\text{эл.ТН}} = G_{\text{эл.ТН}} \cdot 0,57 \text{ грн / кВт*ч} = \\ = 8 \cdot 760 \text{ кВт*ч / сезон} \cdot 0,57 \text{ грн / кВт*ч} = 4 \cdot 993 \text{ грн/сезон}$$

п.9. Задача №6: «Частный дом 350 м²».

**Вариант №8. Воздушный тепловой насос (основной),
Газовый конденсационный котел (пиковый).**

Определим остаток потребности в тепле, который должен будет приготовить газовый котел на нужды отопления в дни, средняя температура которых будет ниже точки «бивалентности», т.е. -4°C в данном случае:

$$Q_{\text{отопл. газ.котел}} = Q_{\text{год. отопление}} - Q_{\text{ТН сезон}} =$$

$$= 35\,595. (\text{кВт/год}) - 22\,515 (\text{кВт/сезон.}) =$$

$$= 13\,080 \text{ кВт/сезон.}$$

Теперь определим затраты на приготовление ГВС в эти дни:

$$Q_{\text{ГВС газ.котел}} = Q_{\text{ГВС месяц}} * T_{\text{котла}} / 30 (\text{сут./мес.}) =$$

$$= 837. (\text{кВт/мес.}) * 45 (\text{сут.}) / 30 (\text{сут./мес.}) =$$

$$= 1\,255. (\text{кВт/сезон.})$$

Значит, газовый котел должен выработать суммарно:

$$Q_{\text{газ.котел}} = Q_{\text{отопл. газ.котел}} + Q_{\text{ГВС газ.котел}} =$$

$$= 13\,080 (\text{кВт/сезон.}) + 1\,255. (\text{кВт/сезон.}) =$$

$$= 14\,335. (\text{кВт/сезон.})$$

Если у нас настенный конденсационный котел, то для получения данного количества тепла необходимо сжечь следующее количество газа:

$$G_{\text{газ}} = 14\,335. (\text{кВт/сезон.}) / 8,9 (\text{кВт/н.м}^3) =$$

$$= 1610 \text{ н.м}^3/\text{год}$$

Стоимость этого количества газа следующая (см. Задача №4, Таблица №3):

$$P_{\text{газ}} = (G_{\text{газ}} - 1200. (\text{н.м}^3/\text{год})) * 7,2 (\text{грн/м}^3) + 1200 * 3,6 (\text{грн/м}^3) =$$

$$= (1610. (\text{н.м}^3/\text{год}) - 1200. (\text{н.м}^3/\text{год})) * 7,2 (\text{грн/м}^3) +$$

$$+ 1200 * 3,6 (\text{грн/м}^3) = 2\,952. \text{ грн} + 4\,320. \text{ грн} = 7\,272. \text{ грн}$$

Еще у нас осталась потребность в приготовлении ГВС вне отопительного сезона, когда отопление не работает. Летняя потребность в тепле для ГВС следующая:

$$Q_{\text{ГВС лето}} = Q_{\text{ГВС месяц}} * (5 \text{ мес.}) = 837. (\text{кВт/мес.}) * 5 \text{ мес.} =$$

$$= 4\,185 \text{ кВт.}$$

Для получения этого количества тепла в теплое время года тепловой насос «воздух-вода» будет работать с более высоким COP, чем в холодное время при работе на отопление. Примем, что летом COP_{лето}=4. Тогда тепловой насос на ГВС в летнее время потратит:

$$G_{\text{ТН лето}}^{\text{ГВС}} = Q_{\text{лет}}^{\text{ГВС}} / \text{COP}_{\text{лето}} = 4\,185 \text{ кВт.} / 4,0 = 1\,046 \text{ кВт*ч}$$

В этот период льготный тариф не действует, поэтому стоимость потребленной в летнее время электроэнергии, будет (Задача №4, Таблица №4):

$$P_{\text{эл. лето}} = G_{\text{ТН лето}}^{\text{ГВС}} * 1,56 \text{ грн} = 1\,632. \text{ грн.}$$

Определим ориентировочный годовой расход электроэнергии на работу котельной установки из расчета длительности ежегодной непрерывной работы оборудования на протяжении:

$$T_{\text{работы}} = 200 \text{ дней.}$$

$$G_{\text{электр.}} =$$

$$= (2 * G_{\text{э.котла}} + 3 * G_{\text{регул.}} + G_{\text{насос.ГВС}} * 0,2) * 24 \text{ч} * 365 \text{дн} +$$

$$+ 2 * G_{\text{отоп.насос}} * 24 \text{ч} * T_{\text{работы}} =$$

$$= (2 * 97 \text{ Вт*ч} + 3 * 5 \text{ Вт*ч} + 20 \text{ Вт*ч} * 0,2) * 24 \text{ч} * 365 \text{дн} +$$

$$+ 2 * 60 \text{ Вт*ч} * 24 \text{ч} * 200 \text{дн.} =$$

$$= 1\,865\,880. \text{ Вт*ч} + 576\,000 \text{ Вт*ч} = 2\,441\,880. \text{ Вт*ч} =$$

$$= 2\,441. \text{ кВт*ч}$$

В этой формуле:

$G_{\text{э.котла}}$ - электропотребление котла (97 Вт*ч),

$G_{\text{регул.}}$ - электропотребление единичного регулятора (5 Вт*ч),

$G_{\text{насос.ГВС}}$ - электропотребление рециркуляционного насоса ГВС (20 Вт*ч),

$G_{\text{отоп.насос}}$ - электропотребление циркуляционного насоса системы отопления (60 Вт*ч).

Стоимость данного расхода электроэнергии для частного дома будет следующая (см. Задачу №4, Таблица №4):

$$P_{\text{эл.}} = 2\,441. \text{ кВт*ч} * 0,57 \text{ грн/кВт*ч} =$$

$$= 1\,391. \text{ грн/год}$$

Выбран тариф 0,57 грн/кВт*ч, потому что тепловой насос оставляет много электрической мощности, на которую распространяется льготный тариф на отопление электричеством.

пп	Энергоноситель	Расчетный годовой расход	Стоимость, грн/год
1	Природный газ 	1 610. н.м3/год (покрытие пиковых холодов)	7 272.
2	Электроэнергия для ТН в отопительный сезон 	8 760. кВт*ч/год (по тарифу на электроотопление)	4 964.
3	Электроэнергия для ТН в летнее время для ГВС 	1 046. кВт*ч/год	1 632.
4	Электроэнергия на работу котельного оборудования 	2 441. кВт*ч/год (по тарифу на электроотопление)	1 391.
Итого:			15 259.

п.10. Задача №6: «Частный дом 350 м²».

**Вариант №9. Грунтовый тепловой насос (основной),
Электрический котел (пиковый),
Вакуумные коллекторы MVK001 для поддержки
отопления и ГВС.**

Подбор основного оборудования

Бывают ситуации, когда на участок не заведен газ (по разным причинам), но необходимо иметь стабильный источник теплоснабжения, который может работать автономно (не требует постоянного присутствия человека на объекте).

Тогда рассматривают вариант теплоснабжения от грунтового теплового насоса. Такой тепловой насос изымает тепло из недр земли при помощи грунтовых зондов, которые установлены в скважинах глубиной 50-100м. Поскольку температура «под землей» на таких глубинах постоянная (+8...+12°C), то мощность теплового насоса не зависит от температуры наружного воздуха.

Однако отопление здания грунтовыми тепловыми насосами имеет ряд особенностей:

- 1) Тепловой насос подбирается на 60-80% от пиковой потребности дома в тепловой энергии.
- 2) Изготовление скважин с грунтовыми зондами требует значительных капиталозатрат.
- 3) Предполагается, что 70% энергии будет изыматься из грунта, а 30% будет докладываться из электросети за счет работы компрессора теплового насоса.

4) В среднем, 1 погонный метр зонда может изымать из недр земли 50 Вт/м*ч. Другими словами, из скважины глубиной 100м можно изымать до 5 кВт*ч.

3) Скважины с зондами должны находиться друг от друга на расстоянии не менее 6,0 м, поток теплоносителя через скважину должен быть около 18 л/мин на 100 погонных метров скважины.

4) Система отопления должна быть подобрана под низкотемпературный режим (ТП (40/30°C; РО, Вент 55/30°C).

5) Если не прогревать в летний период грунтовые зонды, то их способность отдавать тепло каждый год будет падать на 3-5%, что приведет к постепенному увеличению затрат на электричество. Поэтому тепловой насос должен работать с геосистемой, которая в демисезон будет поддерживать отопление, а летом греть ГВС и прогревать скважины.

Итак, рассмотрим поддержание системы отопления при помощи вакуумных коллекторов MVK001, поскольку они имеют самую высокую производительность в отопительный сезон. Для этого рассмотрим диаграмму потребностей дома в тепле в отопительный сезон с октября по апрель включительно (Таблица №15):

Таблица №15. Помесячный расчет потребления энергии домом, ее покрытие за счет геосистемы теплового насоса.

	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Сумма, кВт/отоп. сезон	Формула:
Удельные теплопотери q', кВт/(м ² *сутки)	0,3	0,5	0,6	0,7	0,7	0,5	0,3	-	-
Среднесуточные теплопотери дома (F=350 м ²) Q _{сутки} ^{тепл} [кВт/сутки]	105.	175.	210.	245.	245.	175.	105.	-	Q ^{тепл} _{сутки} = q * F
Среднесуточная производительность 1 вакуумного коллектора MVK001 в Киеве ¹ , [кВт/сутки]	3,9	1,9	1,5	1,7	3,2	4,1	5,5 ²	654.	q ^{MVK001} _{отп. сезон} = (Σ q ^{MVK001} _{мес}) * 30 дн.
Годовая производительность 1 вакуумного коллектора MVK001 в Киеве ³ , [кВт/год]				-				1617. ³	q ^{MVK001} _{год}
Летняя производительность 1 вакуумного коллектора MVK001 в Киеве ³ , [кВт/год]				-				963. ³	q ^{MVK001} _{лето} = q ^{MVK001} _{год} - q ^{MVK001} _{отп. сезон}
Среднемесячные теплопотери дома (F=350 м ²) Q _{месяц} ^{тепл} [кВт/месяц]	3'150.	5'250.	6'300.	7'350.	6'860.	5'250.	3'150.	37'310. ²	Q ^{отоп} _{мес} = Q ^{отоп} _{сутки} * 30 дн./месяц
Среднемесячная потребность на ГВС Q _{мес} ^{ГВС} [кВт/месяц]				837.				5'859.	Q ^{ГВС} _{мес}
Среднесуточная потребность на ГВС Q _{сутки} ^{ГВС} [кВт/сутки]				27,9				-	Q ^{ГВС} _{сутки} = Q ^{ГВС} _{мес} / 30 дн./месяц
Среднесуточная потребность дома в тепловой энергии Q _{сутки} ^{дом} [кВт/сутки]	132,9	202,9	237,9	272,9	272,9	202,9	132,9	43'605.	Q ^{дом} _{сутки} = Q ^{отоп} _{сутки} + Q ^{ГВС} _{сутки}
Расчетное необходимое количество коллекторов для полного покрытия потребностей дома, [шт./месяц]	34.	106.	158.	160.	85.	50.	24. ²	-	n _{колл.} = Q ^{дом} _{сутки} / q ^{MVK001} _{отп. сезон}
Среднесуточная тепловая производительность 24-х коллекторов MVK001, [кВт/сутки]	93,6	45,6	36,0	40,8	76,8	98,4	132,0 ⁶	15'696. ⁴	Q ^{MVK001} _{сутки} = q ^{MVK001} _{отп. сезон} * n _{колл.}
Оставшееся количество тепла, которое надо выработать тепловым насосом, [кВт/сутки]	39,3	157,3	201,9	232,1	196,8	104,5	0,9	27'984. ⁵	Q ^{ТН} _{сутки} = Q ^{дом} _{сутки} - Q ^{MVK001} _{сутки}
Доля покрытия потребности отопления за счет геокolleкторов, [%]	70%	22%	15%	15%	28%	48%	99%	36%	Q ^{MVK001} _{сутки} / Q ^{дом} _{сутки} * 100%

Примечание:

- 1) Данные взяты из Таблицы №13.
- 2) Коллекторы подбирают по апрелю месяцу, соотнося среднесуточные теплопотери дома и производительность одного коллектора.
- 3) Данные взяты из Таблицы №9.
- 4) Суммарная производительность геосистемы из 24 коллекторов MVK001 за отопительный сезон, Q^{MVK001}_{сезон} [кВт/сезон].
- 5) Суммарная производительность грунтового теплового насоса за отопительный сезон, Q^{ТН}_{сезон} [кВт/сезон].
- 6) Среднесуточная производительность геосистемы в апреле, Q^{геосистема}_{апрель} [кВт/сезон].

Расчитаем необходимую мощность теплового насоса. Примем, что она будет составлять 70% от пиковой мощности системы отопления:

$$Q_{ТН} = 0,7 * Q_{теплотепл} + Q_{нагр.бака ГВС} / 24ч = 0,7 * 16,8 \text{ кВт/ч} + 17,4 \text{ кВт/24ч} = 12,5 \text{ кВт/ч} \approx 14 \text{ кВт/ч.}$$

Если 30% из этой мощности тепловой насос добавит в систему отопления за счет работы компрессора, то нам надо изъять из недр Земли оставшиеся 70%, т.е.:

$$Q_{грунта} = Q_{ТН} * 0,7 = 14 \text{ кВт/ч} * 0,7 = 10 \text{ кВт/ч}$$

Для того, чтобы получить это количество тепла, необходимо иметь

суммарную длину скважин:

$$L_{скважин} = Q_{грунта} / (50 \text{ Вт/м.п.} / 1000) = 10 \text{ кВт/ч} / (50 \text{ Вт/м.п.} / 1000) = 200 \text{ м.п.}$$

Учитывая, что средняя глубина скважины 70 м.п., нам необходимо иметь следующее количество скважин:

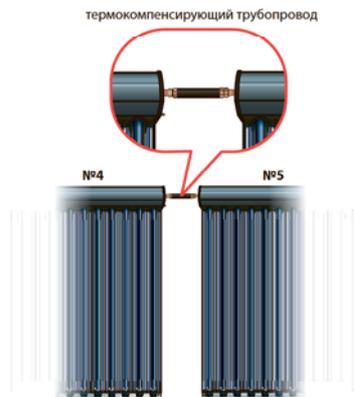
$$n_{скважин} = L_{скважин} / 70 \text{ м.п.} / \text{скв.} = 200 \text{ м.п.} / 70 \text{ м.п.} / \text{скв.} = 2,8 \text{ скв.} \approx 3,0 \text{ скважин.}$$

Примечание: * - см. расчет к Задаче №6, Вариант №8.

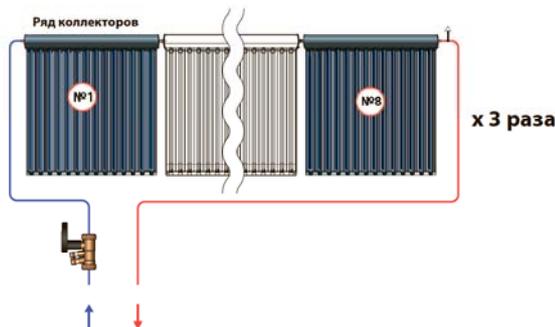
п.10. Задача №6: «Частный дом 350 м²».

Вариант №9. Грунтовый тепловой насос (основной),
Электрический котел (пиковый),
Вакуумные коллекторы MVK001 для поддержки
отопления и ГВС.

Рассматриваемые коллекторы MVK001 можно соединять последовательно в ряд до 6 штук. Предположим, что конфигурация крыши позволяет нам разместить коллекторы в 3 ряда, значит, в каждом ряду будет по 8 коллекторов с локальным разрывом на термокомпенсирующий трубопровод между 4-м и 5-м коллекторами.



Каждый ряд на подающей линии имеет балансировочный вентиль для последующей настройки затекания теплоносителя между рядами (нужен гидравлический компьютер):



Теперь, перед построением гидравлической схемы, нам надо посчитать следующие пункты:

- 1) Максимальная площадь солнечного змеевика в буферном баке.
- 2) Минимальный объем буферного бака для хранения тепла от геосистемы.
- 3) Минимальный объем буферного бака для работы с тепловым насосом.
- 4) Посчитать гидравлическое сопротивление геосистемы.
- 5) Расчитать необходимый объем расширительного бака.

1. Расчет минимальной площади змеевика в буферном баке.

Итак, для того, чтобы определить минимально допустимую площадь змеевика, необходимо в первую очередь посчитать апертурную площадь подобранного гелиополя:

$$F_{\text{гелиополя}} = F_{\text{MVK001}} * n_{\text{итого}}^{\text{колл.}} = 2,23 \text{ (м}^2\text{)} * 24 \text{ (колл.)} = 53,5 \text{ (м}^2\text{)}, \text{ где}$$

$F_{\text{MVK001}} = 2,23 \text{ (м}^2\text{)}$ - апертурная площадь одного колектора MVK001. Минимальная площадь змеевика в буферной емкости должна составлять минимум 1/5 площади гелиополя:

$$F_{\text{змеевика}} = F_{\text{гелиополя}} / 5 = 53,5 \text{ (м}^2\text{)} / 5 = 10,7 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Учитывая, что максимальная площадь змеевика в буферных баках Hush имеет площадь 4,25 м², то для покрытия данной потребности в площади надо использовать одновременно 3 бака PS-GWT 1500 л. Для работы с тепловым насосом мощностью 14 кВт, этот объем буферных емкостей является несравнимо большим. Поэтому большие гелиополя подключаются к системам отопления через станции с пластинчатым теплообменником.

Для подбора такой станции, необходимо в первую очередь посчитать пиковую мощность, которую теоретически может получить данное гелиополе.

$$Q_{\text{гелиополе}}^{\text{пик}} = F_{\text{гелиополя}} * 1000 \text{ (Вт/м}^2\text{ч)} * \text{КПДО} = 53,5 \text{ (м}^2\text{)} * 1000 \text{ (Вт/м}^2\text{ч)} * 0,605 = 32\ 367 \text{ (Вт/ч)} = 32,3 \text{ кВт/ч},$$

где 1000 (Вт/м²ч) - величина пикового излучения летом на поверхности Земли,

КПДО - нулевое КПД коллектора, в условиях, когда температура внутри колектора равна температуре внешнего воздуха (см. техпаспорт коллектора MVK001).

При использовании солнечных станций с пластинчатым теплообменником, номинальный расход теплоносителя в гелиоконтуре считается из расхода 18 л/(ч*м²):

$$G_{\text{гелиополе}} = F_{\text{гелиополя}} * 18 \text{ л/(ч*м}^2\text{)} = 53,5 \text{ (м}^2\text{)} * 18 \text{ л/(ч*м}^2\text{)} = 963 \text{ л/ч} = 16 \text{ л/мин}.$$

Для таких характеристик подходят насосные группы XL с мощностью теплообменника 40 кВт.

2. Расчет минимального объема буферного бака для хранения тепла от геосистемы:

Задача буферного бака вместить в себя запас тепла на самый производительный по солнечной энергии месяц отопительного сезона - апрель, т.е. $Q_{\text{гелиополе}}^{\text{апрель}} = 132,0 \text{ кВт/сутки}$.

При нагреве воды от 30°C до 80°C такое количество тепла может вместить буферная емкость следующего объема:

$$V_{\text{буфер}} = Q_{\text{гелиополе}}^{\text{апрель}} * 860 / (80^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}) = 2270 \text{ л}.$$

В более жаркие месяцы избыточное тепло будет направляться на возобновление теплового баланса скважин.

3. Расчет минимального объема буферного бака для работы с тепловым насосом:

Минимальный объем буферного бака теплового насоса должен принять всю вырабатываемую мощность тепловым насосом за 15 минут, и при этом нагреться на 10°C:

$$V_{\text{ТНбуфф.}} = N_{\text{ТН}} * (15 \text{ (мин)} / 60 \text{ (мин/час)}) * 860 / 10^\circ\text{C} = 14 \text{ кВт} * (15 \text{ (мин)} / 60 \text{ (мин/час)}) * 860 / 10^\circ\text{C} = 301 \text{ л} \approx 300 \text{ л}.$$

4. Расчет гидравлического сопротивления гелиоконтура:

Итак, чтобы посчитать гидравлическое сопротивление, нам надо просуммировать сопротивления при прокачивании номинального расхода теплоносителя через следующие элементы геосистемы:

- 1) Гелиоколлекторы.
- 2) Трубопроводы.
- 3) солнечную насосную группу (с теплообменником).

4.1. Потери давления в гелиоколлекторах MVK001.

Рассматриваемое гелиополе состоит из 24 коллекторов MVK001, разделенных на 3 ряда по 8 коллекторов.

Каждый ряд будет пропускать через себя 1/3 часть общего потока теплоносителя

$$G_{\text{гелиоряда}} = G_{\text{гелиополе}} / 3 = 963 \text{ (л/ч)} / 3 = 321 \text{ (л/ч)}$$

Таблица №16. Гидравлическая характеристика вакуумного коллектора MVK001

Проток через коллектор MVK001, [кг/ч]	0	50	100	150	200
Потери давления, [мбар]	0	1,2	2,6	4,2	6,1

Проток через коллектор MVK001, [кг/ч]	250	300	350	400	450
Потери давления, [мбар]	8,1	10,3	12,8	15,4	18,3

п.10. Задача №6: «Частный дом 350 м²».

**Вариант №9. Грунтовый тепловой насос (основной),
Электрический котел (пиковый),
Вакуумные коллекторы MVK001 для поддержки
отопления и ГВС.**

Значит, на расход 321 л/ч, согласно Таблицы №16, сопротивление одного коллектора будет:

$$\Delta P_{MVK001}(1) = 12,8 \text{ мбар} = 0,1 \text{ м.в.ст.}$$

Ряд из 9-ти коллекторов MVK001 будет иметь сопротивление:

$$\Delta P_{MVK001}(9) = \Delta P_{MVK001}(1) * n_{\text{ряда}} = 12,8 \text{ мбар} * 9 \text{ колл} = 115 \text{ мбар} = 1,2 \text{ м.в.ст.}$$

Поскольку все 3 ряда соединены параллельно, то сопротивление одного ряда равно сопротивлению всего гелиополя:

$$\Delta P_{\text{гелиополя MVK001}} = 1,2 \text{ м.в.ст}$$

4.2. Потери давления в магистральных трубопроводах.

Длина солнечной магистрали в одну сторону L=20 м (трассировка хода магистрального трубопровода от гелиоколлекторов до насосной группы с теплообменником). Солнечная магистраль по своему ходу делает 4 поворота на 90 градусов.

Через магистраль будет прокачиваться теплоноситель с расходом:

$$G_{\text{гелиополя}} = 963 \text{ л/ч} = 16 \text{ л/мин}$$

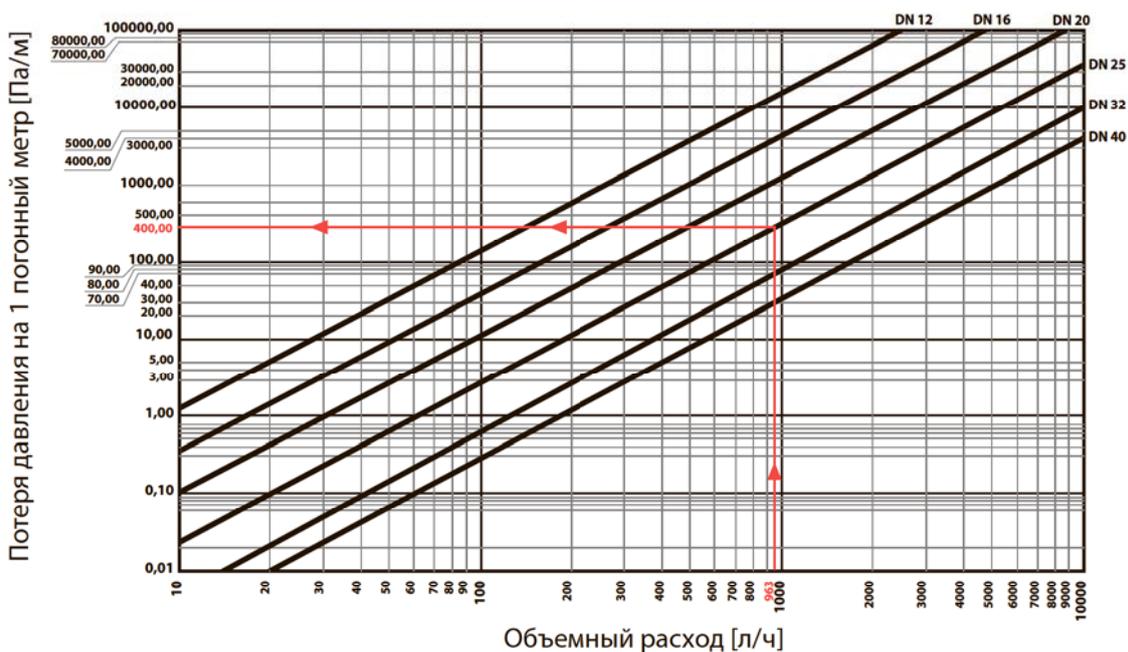
Согласно графика №6, труба Ду 25 мм при заданном расходе имеет следующие удельные потери давления:

$$p_{DN25} = 400 \text{ Па/м.п.}$$

Для учета влияния поворотов будем добавлять по 5% линейных потерь на каждый поворот. Тогда потери давления на прокачивание теплоносителя через трубу inoFlex Ду 25 мм в заданном объеме будет:

$$\begin{aligned} \Delta P_{DN25} &= 2 * L * p_{DN25} + 5\% * n_{\text{повор.}} = \\ &= 2 * 20 \text{ м} * 400 \text{ Па/м.п.} + 5\% * 4 \text{ повор.} = \\ &= 16'000 \text{ Па} + 20\% = 19'200 \text{ Па} = 1,9 \text{ м.в.ст} \end{aligned}$$

График №6. Гидравлическая характеристика гофрированной трубы из нержавеющей стали inoFlex



п.10. Задача №6: «Частный дом 350 м²».

**Вариант №9. Грунтовый тепловой насос (основной),
Электрический котел (пиковый),
Вакуумные коллекторы MVK001 для поддержки
отопления и ГВС.**

4.3. Потери давления в насосной группе

Итак, просуммируем сопротивление элементов геосистемы без сопротивления насосной группы:

$$\Delta P_{\text{геосистемы}} = \Delta P_{\text{геополя}} + \Delta P_{\text{MVK001}} + \Delta P_{\text{DN25}} + \Delta P_{\text{насос. группы}} = 1,2 \text{ (м.в.ст.)} + 1,9 \text{ (м.в.ст.)} + \Delta P_{\text{насос. группы}} = 3,1 \text{ (м.в.ст.)} + \Delta P_{\text{насос. группы}}$$

Недостающую величину $\Delta P_{\text{насос. группы}}$ найдем, используя гидравлическую характеристику - График №7:

$$\Delta P_{\text{насос. группы}} = 2,3 \text{ м.в.ст.}$$

Тогда общее сопротивление геоконтура будет:

$$\Delta P_{\text{геосистемы}} = \Delta P_{\text{геополя}} + \Delta P_{\text{MVK001}} + \Delta P_{\text{DN25}} + \Delta P_{\text{насос. группы}} = 1,2 \text{ (м.в.ст.)} + 1,9 \text{ (м.в.ст.)} + 2,3 \text{ (м.в.ст.)} = 5,4 \text{ (м.в.ст.)}$$

Вывод: Подобранный насосная группа XL с теплообменником 40кВт и насосом первичного контура Wilo Stratos PARA 25/1-11,5 подходит с большим запасом.

5. Подбор расширительного сосуда для геосистемы

Расширительный сосуд для геосистемы подбирается по формуле:

$$V_{\text{расш. бака}} = \frac{(V_{\text{колл}} + V_{\text{труб}} + V_{\text{то}}) * 0,085 + V_{\text{колл}} + V_{\text{труб}}}{(P_v + 1) / (P_v - (0,1 * h + 0,5))}$$

где

$V_{\text{колл}}$ - объем теплоносителя внутри всех геокolleкторов [л].

$V_{\text{труб}}$ - объем теплоносителя внутри магистральных трубопроводов геоконтура [л].

$V_{\text{то}}$ - объем теплоносителя внутри теплообменника [л].

P_v - давление срабатывания предохранительного клапана в геосистеме [бар].

h - статическая высота геосистемы [м].

Емкость гидравлического тракта одного коллектора MVK001 составляет 2,27 л (см. техпаспорт). Значит, объем рассматриваемого геополя составляет:

$$V_{\text{колл}} = n_{\text{итого колл.}} * V_{\text{MVK001}} = 24 \text{ колл.} * 2,27 \text{ л} = 54,5 \text{ л.}$$

Магистральные трубопроводы будут выполнены из сдвоенной гофротрубы Ду 25 мм, длиной 20м. Значит, их емкость будет следующая:

$$V_{\text{труб}} = \pi * D^2 * L / 4 = 3,14 * 0,025^2 \text{ (м)} * 2 * 20 \text{ (м)} / 4 = 0,02 \text{ м}^3 = 20 \text{ л}$$

6. Определим величину вклада геосистемы в теплоснабжение данного дома.

1) Считаем, что летом геосистема закрывает 100% потребности по ГВС:

$$Q_{\text{ГВС лето}}^{\text{геосистема}} = Q_{\text{мес}}^{\text{ГВС}} * (5 \text{ мес.}) = 837. \text{ (кВт/мес.)} * 5 \text{ мес.} = 4185 \text{ кВт}$$

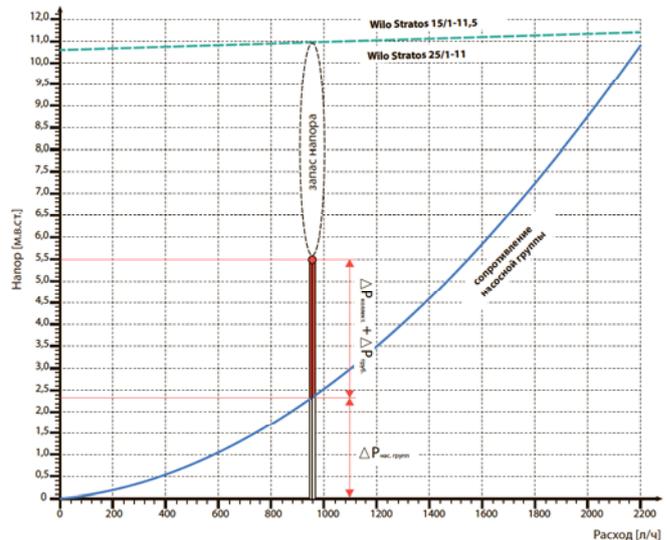
2) Из таблицы №15 вакуумные коллектора во время отопительного сезона принесут:

$$Q_{\text{MVK001 сезон}} = 15696 \text{ кВт/сезон.}$$

Суммарно за год 24 вакуумных коллектора принесут:

$$Q_{\text{MVK001 год}} = Q_{\text{лето}}^{\text{ГВС}} + Q_{\text{сезон}}^{\text{MVK001}} = 4185 \text{ кВт.} + 15696 \text{ кВт} =$$

График №7. Гидравлическая характеристика солнечной насосной группы XL



Объем насосной станции XL мощностью 40 кВт по стороне первичного контура составляет около:

$$V_{\text{то}} = 6,0 \text{ л}$$

Насосная группа Solar XL на стороне геоконтура имеет предохранительных клапан на 6 бар:

Pv = 6 бар.

Определим статическую высоту геосистемы. Дом имеет 3 этажа, котельная находится в подвале, коллекторы - на крыше. Средняя высота пролета между этажами - 3,5 м. Значит статическая высота геосистемы будет:

$$h = 4 \text{ пролета} * 3,5 \text{ м} = 14 \text{ м.}$$

Минимальный объем расширительного бака будет:

$$V_{\text{расш. бака}} = \frac{(54,5 \text{ л} + 20,0 \text{ л} + 6,0 \text{ л}) * 0,085 + 54,5 \text{ л} + 20,0 \text{ л}}{(6 + 1) / (6 - (0,1 * 14 + 0,5))} = 139 \text{ л.}$$

Для заполнения системы, необходим следующий объем теплоносителя:

$$V_{\text{теплоносителя}} = (V_{\text{колл}} + V_{\text{труб}} + V_{\text{то}}) + 15\% = (54,5 \text{ л} + 20,0 \text{ л} + 6,0 \text{ л}) + 15\% = 92,5 \text{ л} \approx 100 \text{ л.}$$

$$= 19881 \text{ кВт/год}$$

п.10. Задача №6: «Частный дом 350 м²».
Вариант №9. Грунтовый тепловой насос (основной),
Электрический котел (пиковый),
Вакуумные коллекторы MVK001 для поддержки
отопления и ГВС.

Определение энергоэффективности Варианта №9:

Этот вариант рассматривает случай, когда Заказчик может оформить льготный тариф на отопление электричеством.

Итак, годовая потребность рассматриваемого дома в тепле:

$$Q_{\text{годовое}} = 45\,641 \text{ кВт/год},$$

которая в данной схеме покрывается следующими источниками тепла:

1) Тепловой насос вырабатывает за год:

$$Q_{\text{год}}^{\text{ТН}} = 27\,984 \text{ кВт/год},$$

а значит, что с учетом COP=4,0 в данном случае, тепловой насос потратит следующее количество электроэнергии:

$$G_{\text{эл.ТН}} = Q_{\text{год}}^{\text{ТН}} / \text{COP} = 27\,984 \text{ кВт/год} / 4,0 = 6\,996 \text{ кВт*ч/год}$$

2) Электрический котел. Он предназначен для покрытия пиковых потребностей в тепле, когда температура на улице будет ниже отметки -15°C.

Заложим на пиковую работу котла ≈5% от расчетной выработки теплового насоса:

$$G_{\text{эл.котла}} = Q_{\text{год}}^{\text{ТН}} * 0,05 = 27\,984 \text{ кВт/год} * 0,05 = 1399 \text{ кВт/год}$$

Для выработки этого количества тепла, электрокотел с КПД 95% по-

тратит за год следующее количество электроэнергии:

$$G_{\text{эл.котла}} = Q_{\text{эл.котла}} / 0,95 = 1399 \text{ кВт/год} / 0,95 = 1472 \text{ кВт*ч/год}$$

Всего за год грунтовый тепловой насос и электрокотел потратят следующее количество электроэнергии:

$$G_{\text{эл.отоп}} = G_{\text{эл.ТН}} + G_{\text{эл.котла}} = 6\,996 \text{ кВт*ч/год} + 1472 \text{ кВт*ч/год} = 8\,468 \text{ кВт*ч/год}.$$

Учитывая, что льготный тариф действует 7 месяцев в году с расходом электроэнергии не более 3600 кВт*ч/месяц, то суммарный лимит льготной электроэнергии на отопление за год составит:

$$G_{\text{эл.лимит}} = 3600 \text{ кВт*ч/месяц} * 7 \text{ мес/год} = 25\,200 \text{ кВт*ч}$$

Исходя из того, что затраты электроэнергии теплового насоса и котла значительно меньше лимита, можем считать стоимость потраченной электроэнергии по тарифу 0,57 грн/ кВт*ч:

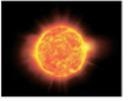
$$P_{\text{эл.отоп}} = G_{\text{эл.отоп}} * 0,57 \text{ грн/ кВт*ч} = 8\,468 \text{ кВт*ч/год} * 0,57 \text{ грн/ кВт*ч} = 4\,826 \text{ грн/год}.$$

Рассчитаем затраты электроэнергии на работу прочего котлового электрооборудования за год, с учетом того, что электроэнергия потребляется во время льготного тарифа (7 месяцев по 0,57 грн/ кВт*ч), а часть в летнее время (5 месяцев по 1,56 грн/кВт*ч):

пп	Эл. оборудование	Потр. мощность, Вт*ч	Кол-во, шт.	Длительность работы, сут./год	Длительность работы в отопительный сезон, сут./год	Эл.об. отоп. сезон, кВт*ч	Длительность работы в летний период, сут./год	Эл.об. лето, кВт*ч	Годовой расход эл. энергии, кВт*ч
1	Регулятор	5,0	4,0	365	200	96.	165	79.	175.
2	Плата котла/ТН	10	2,0	365	200	96.	165	79.	175.
3	Насосы отопления	60	3,0	200	200	864.	0	0	864.
4	Насос солевого контура	200	1,0	365	200	960.	165	792.	1752.
5	Насос геосистемы	120	2,0	200	60	346.	140	806.	1152.
6	Насос ГВС	60	1,0	50	29	42.	21	30.	72.
7	Насос рециркуляции	20	1,0	120	70	34.	50	24.	58.
Итого за год, G_{эл.обор.}:					-	2'438	-	1'810.	4'248.

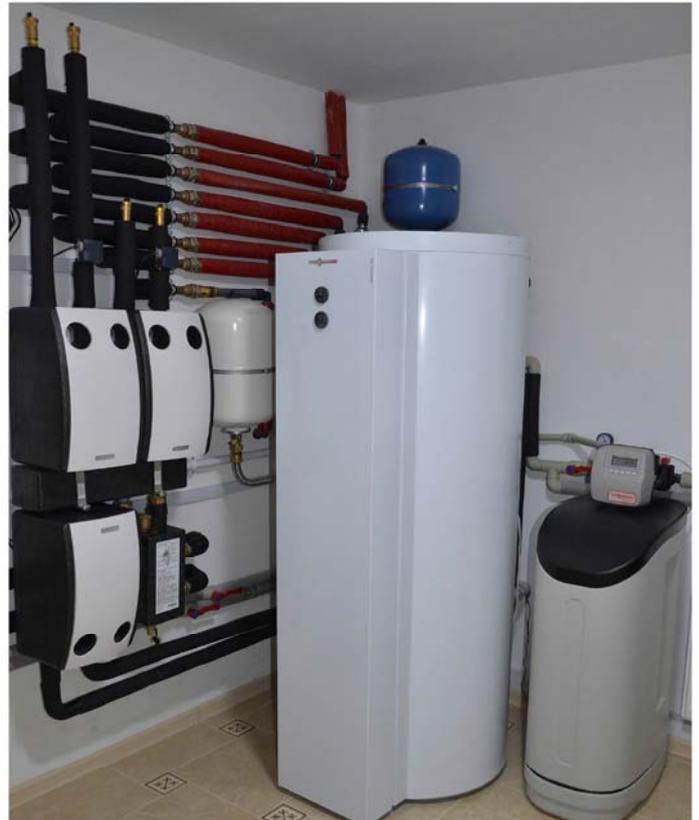
Таким образом стоимость потраченной электроэнергии сопутствующим котельным оборудованием будет:

$$P_{\text{эл.обор}} = G_{\text{эл.об. отоп. сезон}} * 0,57 \text{ грн/ кВт*ч} + G_{\text{эл.об. лето}} * 1,56 \text{ грн/ кВт*ч} = 2\,438 \text{ кВт*ч/год} * 0,57 \text{ грн/ кВт*ч} + 1\,810 \text{ кВт*ч/год} * 1,56 \text{ грн/ кВт*ч} = 4\,213 \text{ грн/год}.$$

пп	Энергоноситель	Расчетный годовой расход	Стоимость, грн/год
1	Электричество для ТН и электрокотла в отопительный сезон 	8'468. кВт*ч/год (по тарифу на электроотопление)	4'826.
2	Электричество на работу котельного оборудования 	4'248. кВт*ч/год (по тарифу на электроотопление)	4'213.
3	Солнечная энергия 	19'881. кВт*ч/год	-
Итого:			9'039.



Meibesplus[®] Фотографии реализованных объектов
с оборудованием **Meibes**





Meibesplus[®] Фотографии реализованных объектов
с оборудованием **Meibes**



Meibesplus⁺



info@meibes.ua
www.meibes.ua