

Проект №00077154

«Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь»

Доработанные разделы в проектно-строительной документации  
пилотного жилого здания в Минске

(этап 2.6)

Исполнитель,  
Эксперт по внедрению солнечных коллекторов  
в системах теплоснабжения и горячего  
водоснабжения в жилом секторе

В.В. Покотилев

Минск  
июль 2014

## Содержание

<b>Введение</b>	<b>стр. 3</b>
<b>1. Анализ проектного решения теплоснабжения жилого дома и предлагаемая его реконструкция</b>	<b>4</b>
<b>2. Особенности автоматизации предлагаемой реконструкции проекта теплоснабжения жилого дома</b>	<b>11</b>

## **Введение**

На основании анализа проектно-строительной документации пилотного жилого здания в Минске в настоящем отчёте представлены соответствующие доработанные разделы в проектных решениях системы теплоснабжения дома от теплового насоса и от тепловых сетей, оборудования теплового пункта и принципы его автоматизации.

## 1. Анализ проектного решения теплоснабжения жилого дома и предлагаемая его реконструкция

Представленный в проекте проект теплоснабжения показан на рис.1, 2.

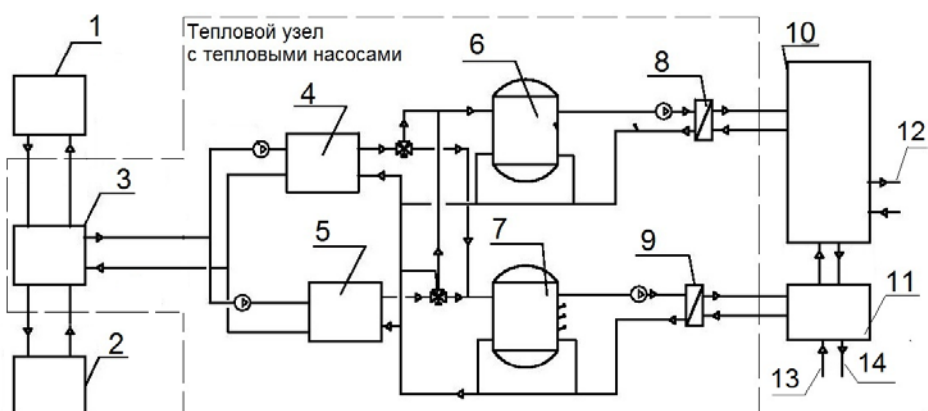


Рис.1. Схема теплоснабжения здания

1 – скважинные теплообменники, 2 – фундаментные сваи, 3 – узел переключения источника теплоты, 4 – тепловой насос «ведущий», 5 – тепловой насос «ведомый», 6 – буферная емкость системы отопления, 7 – буферная емкость системы горячего водоснабжения, 8 – промежуточный теплообменник системы отопления, 9 – промежуточный теплообменник системы горячего водоснабжения, 10 – резервный тепловой пункт, 11 – утилизатор теплоты сточных вод, 12 – городская тепловая сеть

Проблемы проектного решения:

1. Различные эксплуатационные режимы тепловых насосов
2. Сложная наладка и эксплуатация, что явно не по квалификации существующих служб в ЖЭС
3. Большие ёмкости мембранных расширительных баков, что значительно усложняет их обслуживание
4. Наличие множества предохранительных клапанов, которые также следует периодически обслуживать с регистрацией в журнале
5. Принятые в проекте 2-х ходовые теплообменники К5 и системы отопления в тепловом пункте является существенной ошибкой проекта, которую проектировщики повсеместно тиражируют. Следует в системах отопления применять одноходовые теплообменники.
6. Принятые сетчатые фильтры меняют своё сопротивление и требуют непрерывного обслуживания, что на практике заканчивается удалением сетчатого элемента из корпуса фильтра.
7. Обилие обратных клапанов стало проектной привычкой, из-за которой создаются эксплуатационные проблемы по удалению воздуха и системы и в сливе теплоносителя.

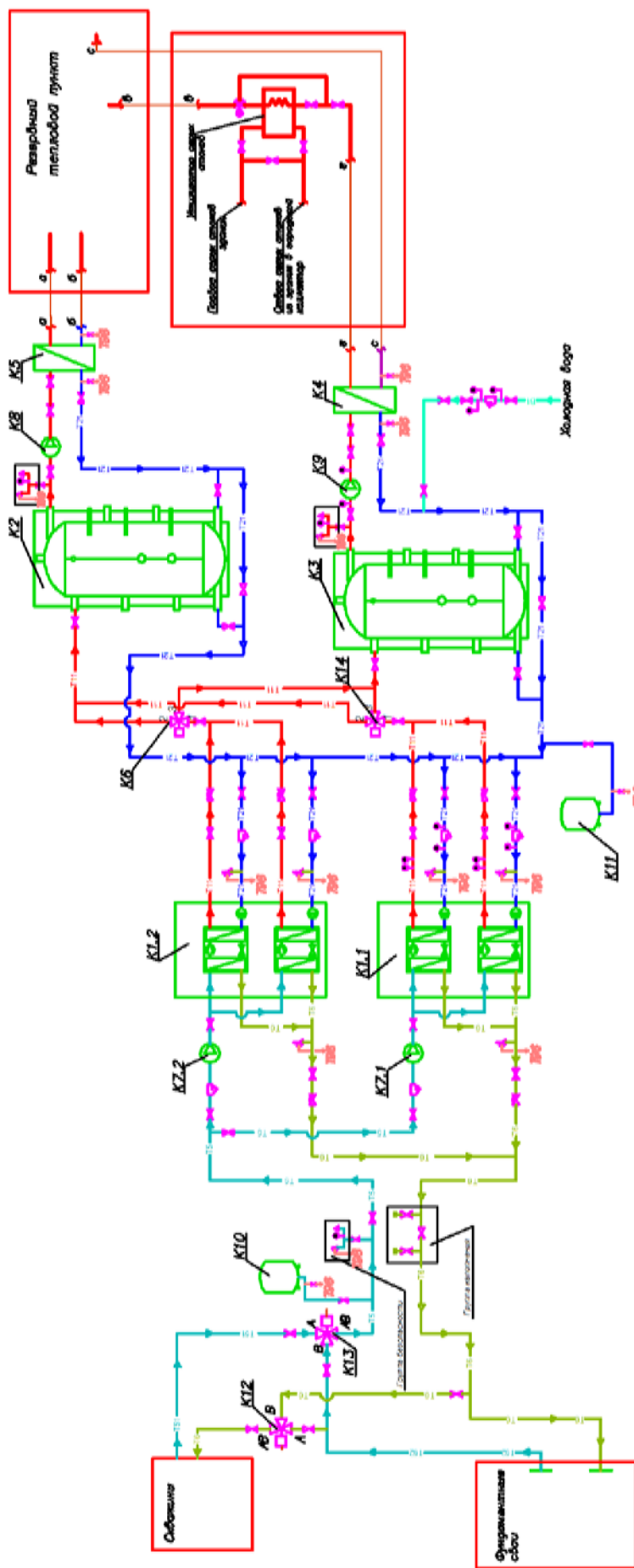


Рис.2. Схема теплоснабжения здания (проектное решение)

Предлагается два равнозначных между собой варианта реконструкции схемы теплоснабжения здания, показанные на рис.3, 4 и 5.

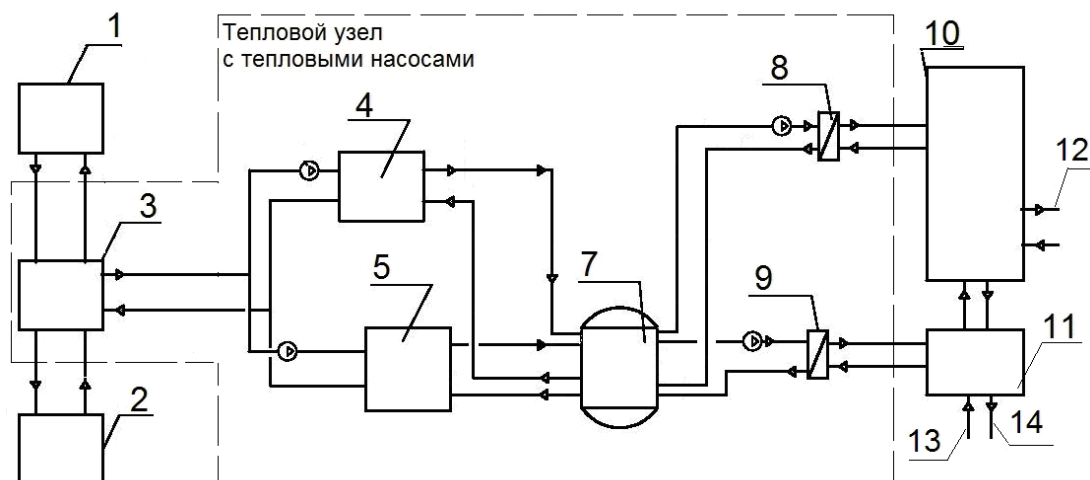


Рис.3. Предлагаемая реконструкция схемы теплоснабжения здания

Буферный бак может иметь ёмкость 1500...2000л и по конструкции может иметь элементы для активного разделения температуры по высоте или быть традиционного вида, например

**SLP**  
Schicht-Lade-Speicher

Typ SLP		825	1000	1500
Ø ohne Isolierung	mm	750	790	1000
Ø mit Isolierung	mm	950	990	1200
Höhe ohne Isolierung	mm	1505	2016	2085
Höhe mit Isolierung	mm	1575	2086	2155
Kippmaß ohne Isolierung	mm	1518	2030	2106
Gewicht	kg	150	175	277

**Pufferspeicher PS**

Typ PS		350	500	650	825	1000	1000	1200	1500	2000
Ø ohne Isolierung	mm	650	650	750	750	850	790	1000	1000	1100
Ø mit Isolierung	mm	850	850	950	950	1050	990	1200	1200	1300
Höhe ohne Isolierung	mm	1371	1627	1655	1905	1931	2016	1735	2085	2236
Höhe mit Isolierung	mm	1441	1697	1725	1975	2001	2086	1805	2155	2306
Kippmaß ohne Isolierung	mm	1386	1640	1670	1918	1948	2030	1760	2106	2261
Gewicht	kg	78	94	111	131	144	138	155	188	266

В предлагаемой реконструкции отсутствуют вышеперечисленные проблемы проектного решения в связи с применением единой буферной

ёмкости 1,5...2м<sup>3</sup> вместо двух и присоединения параллельно эксплуатируемых циркуляционных контуров непосредственно к буферной ёмкости:

1. Одинаковые эксплуатационные режимы тепловых насосов, работающих на поддержание 45...50С в буферной ёмкости
2. Простая наладка и эксплуатация по квалификации существующих служб в ЖЭС за счёт применения «открытых» расширительных баков, осадочных фильтров, удаления значительного количества предохранительных и обратных клапанов и значительного упрощения алгоритма регулирования
3. Большие ёмкости «открытых» расширительных баков не требуют обслуживания
4. От многих предохранительных клапанов удалось отказаться благодаря применению «открытых» расширительных баков
5. Для системы отопления приняты одноходовые теплообменники.
6. Приняты осадочные самоочищающиеся фильтры с очень низким сопротивлением, которые не меняют своё сопротивление в процессе эксплуатации и не требуют непрерывного обслуживания.
7. От многих обратных клапанов удалось отказаться благодаря присоединению параллельно эксплуатируемых циркуляционных контуров непосредственно к буферной ёмкости.

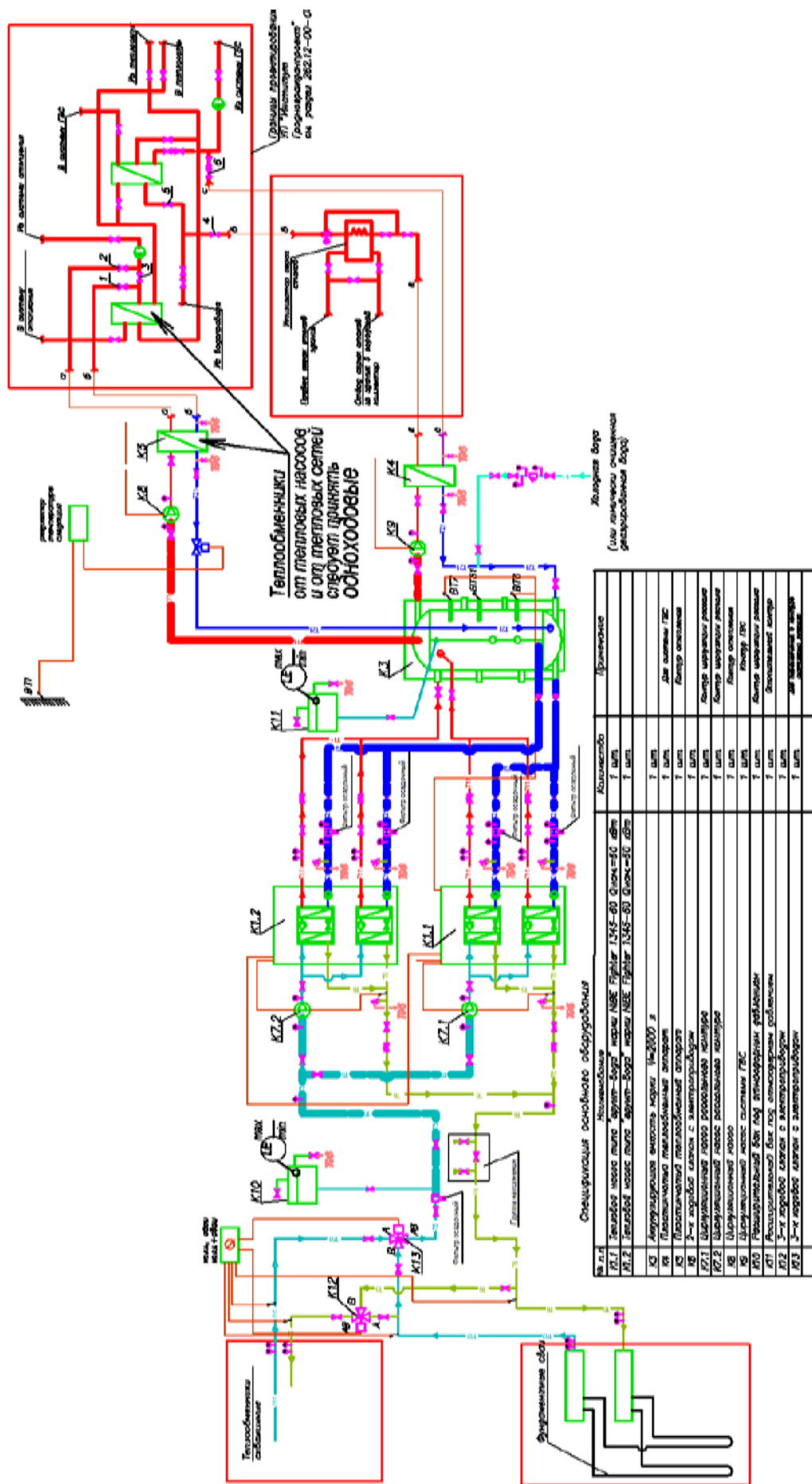


Рис.4. Предлагаемый 1-й вариант схемы теплоснабжения здания



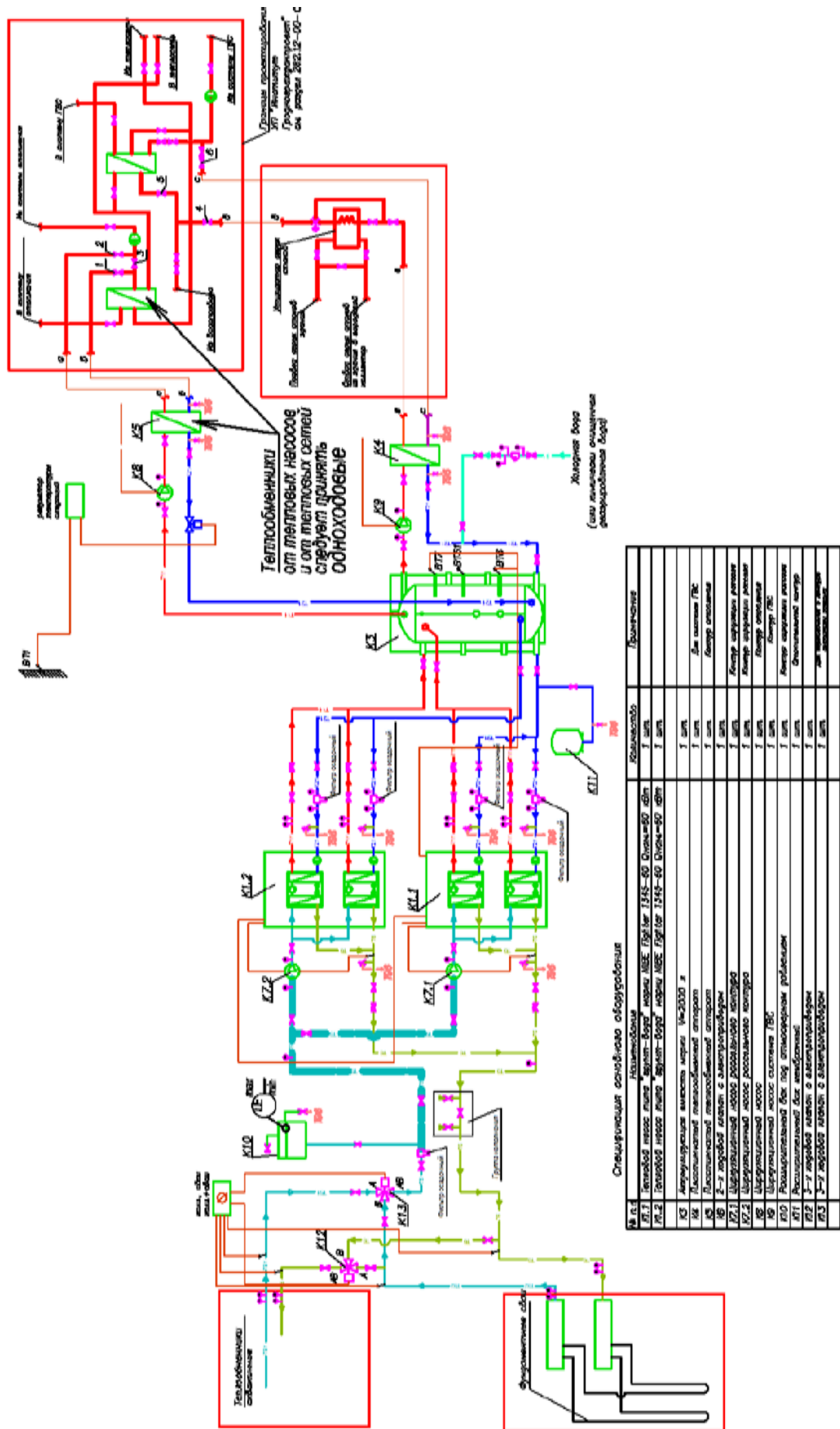


Рис.5. Предлагаемый 2-й вариант схемы теплоснабжения здания

На схемах рис.4 и 5 утолщённой линией выделены трубопроводы, расположенные между нейтральной точкой циркуляционного контура и циркуляционным насосом. С целью исключения вероятности кавитационных явлений в циркуляционных насосах гидравлическое сопротивление данных трубопроводов должно быть минимальным за счёт увеличения диаметра, а также применения осадочных самоочищающихся фильтров и арматуры с минимальным сопротивлением (запорные заслонки или задвижки, эксплуатируемые только в двух крайних положениях «закр.» и «откр.»).

Схема рис.5 отличается от схемы рис.4 применением мембранного бака в контуре буферной ёмкости.

**Примечания, которые появились в результате анализа проекта теплоснабжения пилотного дома в Минске:**

1. В проекте указано, что запорную арматура следует располагать в удобных местах. Следует в проекте дополнить, что запорную арматуру на подающем и обратном трубопроводе каждого потребителя (система теплоснабжения, теплообменник) желательно располагать в непосредственной близости друг от друга.

2. В проекте указано, что трубопроводы низкотемпературного контура между тепловыми насосами и фундаментными сваями, скважинными теплообменниками утепляются теплоизоляционными трубами из вспененного полиэтилена.

Здесь допущена существенная проектная ошибка. При такой теплоизоляции будет происходить конденсатообразование на поверхности трубопроводов под теплоизоляцией, что приводит к появлению сырости, плесени и потере теплоизоляционных свойств.

Следует применить теплоизоляцию с минимальными гигроскопичными свойствами (например, «пеноизол» и т.п.) с обязательной и качественной пароизоляцией по её внешней поверхности и по торцам с частичной пароизоляцией поверхности трубопроводов. Данные тепло-пароизоляционные работы следует принимать от исполнителя по самостоятельному акту приёма выполненных работ.

3. В проекте указано: «В контуре испарителя тепловых насосов использованы циркуляционные насосы с частотным приводом, работающие в режиме поддержания разности температур на входе и выходе испарителя.»

Следует проверить эксплуатационный регламент принятых в проекте тепловых насосов на предмет требований к эксплуатационным параметрам в контуре испарителя. Многие холодильные компрессорные машины требуют обеспечения в контуре испарителя минимально необходимого расхода теплоносителя. В этом случае использование насосов с частотным приводом является неуместным, и тем более, работающих в режиме поддержания разности температур на входе и выходе испарителя.

## 2. Особенности автоматизации предлагаемой реконструкции проекта теплоснабжения жилого дома

Предлагается следующая вариант реконструкции проекта системы автоматизации теплоснабжения жилого дома:

1. Контроллеры обеих тепловых насосов работают в идентичных настройках на поддержание в буферной ёмкости постоянной температуры 45...50С.
2. Насос К9 теплообменника горячего водоснабжения обеспечивает управляемый расход первичного теплоносителя по заданному перепаду температуры первичного теплоносителя до и после теплообменника.
3. Для теплообменника К5 системы отопления предусмотреть самостоятельный простейший «следающий» контроллер, обеспечивающий температурный график 60С (см. рис.6) путём изменения расхода первичного теплоносителя с помощью двухходового дросселирующего клапана. Вследствие этого, насос К8 с управляемой частотой вращения изменяет свою подачу.
4. Для обеспечения приоритета тепловых насосов в теплоснабжении дома следует для контроллера системы отопления от тепловых сетей задать температурный график 57С (см. рис.6).

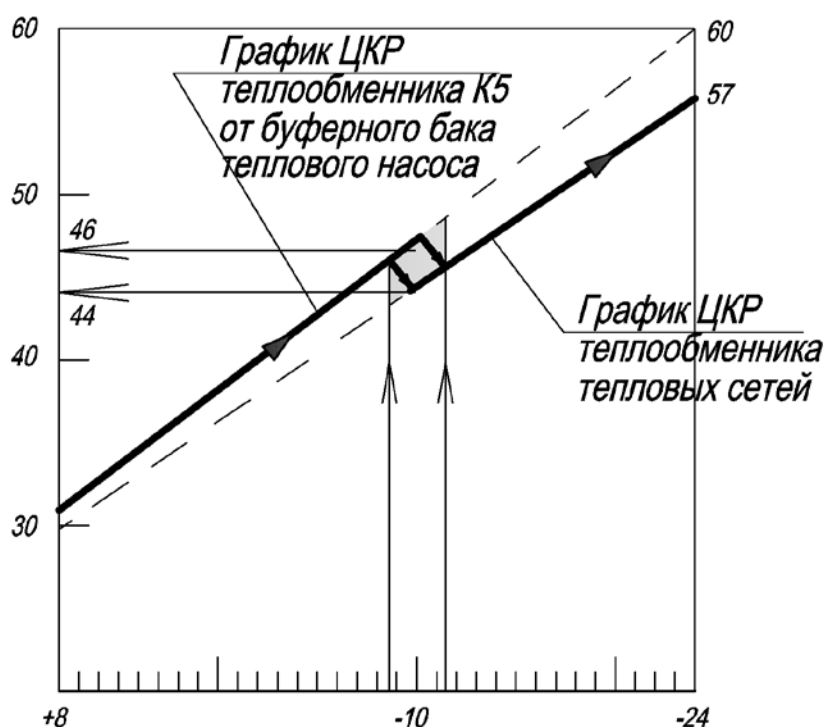


Рис.6. Графики ЦКР для теплообменника системы отопления от тепловых насосов К5 и для теплообменника от тепловых сетей.

5. «Подключение» тепловых сетей происходит не при «бивалентной температуре -10С» (проектное решение), а по факту недостаточной

теплопроизводительности тепловых насосов, что может происходить при температуре примерно от  $-7^{\circ}\text{C}$  до  $-13^{\circ}\text{C}$ , в зависимости от конкретных внешних и внутренних тепловых возмущающих воздействий.

6. Не требуется специальной программируемой «уставки» для перехода «зимний-летний» режим, а также иных дополнительных устройств, т.к. при наличии одного буферного бака любые режимы реализуются по факту подключения потребителя, на тепловую потребность которого реагирует автоматика включения тепловых насосов при снижении температуры теплоносителя в буферном баке ниже порогового значения.