

ПРООН/ГЭФ
Проект №00077154
«Повышение энергетической эффективности жилых зданий
в Республике Беларусь»

ОТЧЕТ
**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ,
ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА И
КОНСУЛЬТИРОВАНИЕ ПРОЕКТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПО
ДОРАБОТКЕ ПСД ПИЛОТНОГО ЖИЛОГО ДОМА В
Г.ГРОДНО**
(задача 9)

Исполнитель,
Эксперт по вопросам внедрения тепловых насосов в системах
теплоснабжения и горячего водоснабжения в жилом секторе

И.С.Жидович

Минск
декабрь 2014

Общая характеристика альтернативных решений по утилизации теплоты городских сточных вод для отопления и горячего водоснабжения пилотного энергоэффективного жилого дома в г.Гродно

Использование теплоты сточных вод, текущих по безнапорному канализационному коллектору d500, привлекательно близостью проектируемого жилого дома от коллектора. Фрагмент плана застройки с пятном проектируемого жилого дома и трассой канализационного коллектора d500 приведен на рис. 1.

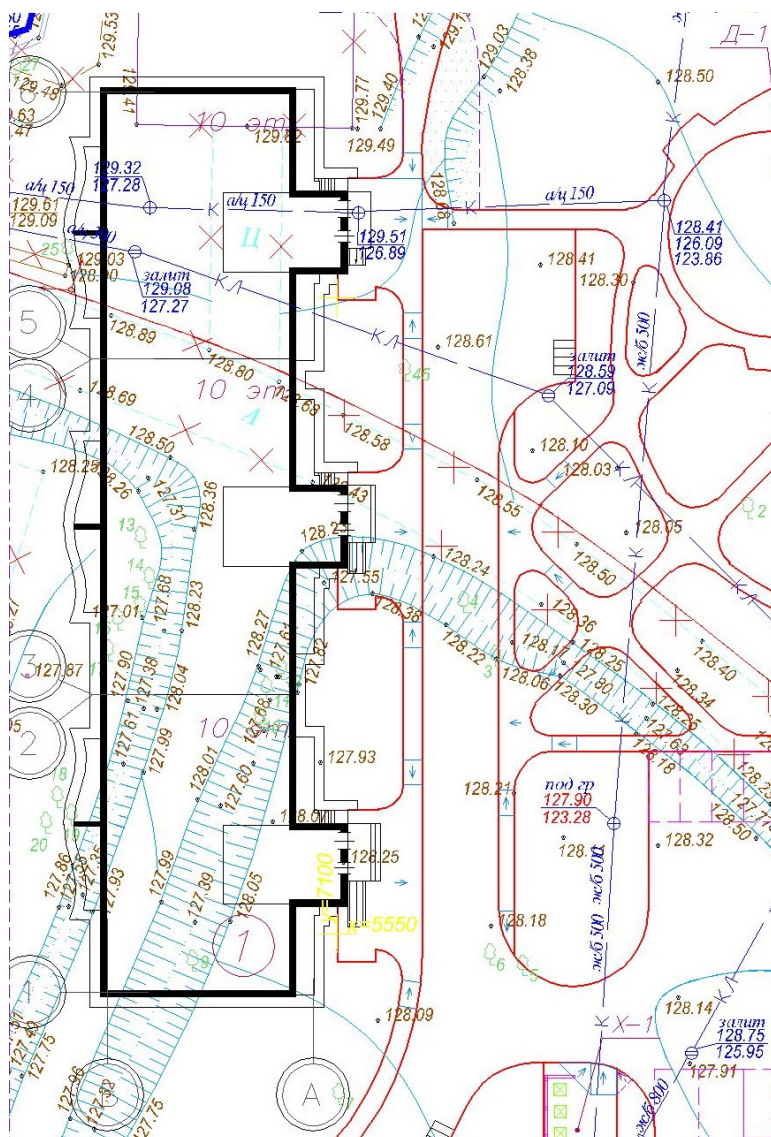


Рис.1 : Фрагмент плана застройки жилого дома

Расстояние от дома до ближайших колодцев коллектора (А и Б) около 40 м (см. рис.). Длина участка между колодцами – 50 м. Глубина прокладки керамической трубы d500 от существующих отметок земли (низа трубы) колодца А – 4,55 м, колодца Б – 4,62 м. По уточненным данным «Гродноводоканал» и оценке специалистов УП «Институт Гродногражданпроект» на этом участке коллектора (между ул.Терешковой и ул. 17 сентября) наполняемость трубы в периоды минимального потока сточных вод: минимальная – около 0,25, максимальная – около 0,4. Температура производственных и коммунально-бытовых сточных вод зимой – 12...17⁰С, летом – 17...22⁰С..

В таблице 1 приведены данные о значениях наполнения трубы диаметром 500 мм, скорости и площади живого сечения потока от расхода сточных вод.

Таблица 1 : Значения параметров потока сточных вод в канализационном коллекторе

Расход, л/сек	379,5	325,0	260,8	194,1	130,8	76,0	34,0	8,11
Наполнение (h/d)	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Скорость при уклоне 0,012 ($v_{св}$), м/сек	2,25	2,21	2,12	1,98	1,78	1,53	1,22	0,79
Площадь живого сечения потока (f), м ²	0,1684	0,1468	0,123	0,0982	0,0734	0,0496	0,028	0,0102

Исходными данными для разработки структуры и конструктивного исполнения блока утилизации теплоты сточных вод городского коллектора для теплоснабжения пилотного жилого дома приняты:

- условия размещения и параметры канализационного коллектора;
- изменение расходов и температуры сточных вод в коллекторе в течение суток (греющая среда);
- расчетные расходы и температура теплоносителя (10% раствор пропиленгликоля) контура испарителя (нагреваемая среда);
- планировочные ограничения;
- требования к компактности, тепловой эффективности и эксплуатационной надежности.

В таблице 2 приведены исходные данные по условиям размещения коллектора, параметрам и режимам тепловых потоков.

Таблица 2: Исходные данные для обоснования конструкции и расчета параметров блока утилизации теплоты сточных вод

№ п/п	Наименование параметров	Ед. изм.	Количество
1	Параметры канализационного коллектора: <ul style="list-style-type: none"> • диаметр трубы канализационного коллектора • наполняемость трубы • расход сточных вод • температура сточных вод зимой (минимум) • средняя суточная температура сточных вод 	мм	500
		%	10...80
		м ³ /час	100...1100
		°С	12
		”-“	18
2	Параметры потока сточных вод в блок утилизации (греющая среда): <ul style="list-style-type: none"> • расход сточных вод • температура сточных вод зимой (минимум) • температура сточных вод зимой (средняя за сутки) 	м ³ /час	25
		°С	12
		”-“	18

Альтернативными рассматриваются 4-е варианта структуры блока утилизации, технически возможные для реализации с учетом санитарных и экологических ограничений (рис.2).

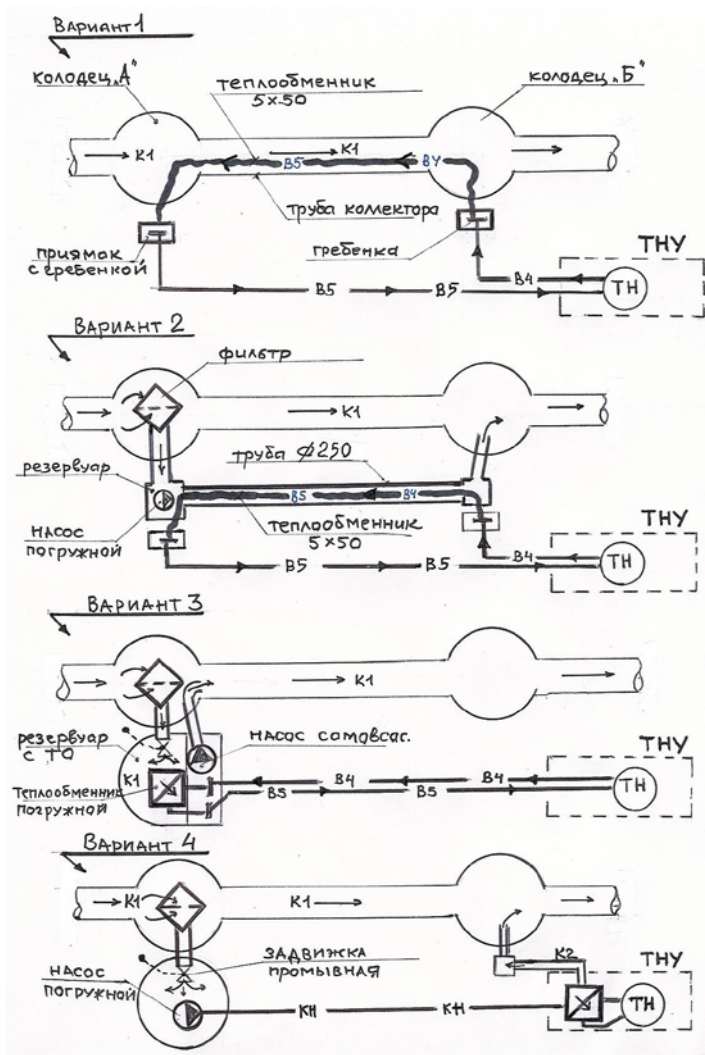


Рис. 2: Структурные схемы блоков утилизации

Вариант 1. Утилизация теплоты сточных вод теплообменником, который прокладывается в трубе d500 действующего коллектора.

Конструкция теплообменника-утилизатора – плетя из 5-ти труб d50 из нержавеющей стали, проложенной на дно трубы d500 на участке между колодцами А и Б коллектора (рис.3).



Рис.3: Варианты размещения труб на дне коллектора в бетоне и осадке

Вариант 1. Утилизация теплообменником, который прокладывается в трубе d500 действующего коллектора.

Вариант 2. Утилизация теплообменником, который предлагается разместить в новой канализационной трубе d250, прокладываемой параллельно действующему коллектору.

Вариант 3. Утилизация погружным теплообменником (около 120...150 м трубы d50), который предлагается разместить в проточном резервуаре сточных вод.

Вариант 4. Утилизация теплообменником шкафного типа, который предлагается разместить в подвале жилого дома помещении теплонасосной установки.

Колодцы А и Б частично реконструируются для возможности размещения узлов ввода и отведения теплообменных труб. Длина участка между колодцами А и Б – 50 м.

Рядом с колодцами размещаются приямки с гребенками, к которым присоединены трубки теплообменника и сборные трубопроводы с теплоносителем контура испарителей тепловых насосов (ТН). Протяженность сборных трубопроводов диаметром 110 мм – около 120 м.

Вариант 2. Утилизация теплоты сточных вод теплообменником из нержавеющей стали (5-ть труб $d50$), который предлагается разместить на дно новой канализационной трубы $d250$, прокладываемой параллельно действующему коллектору (см. рис.3).

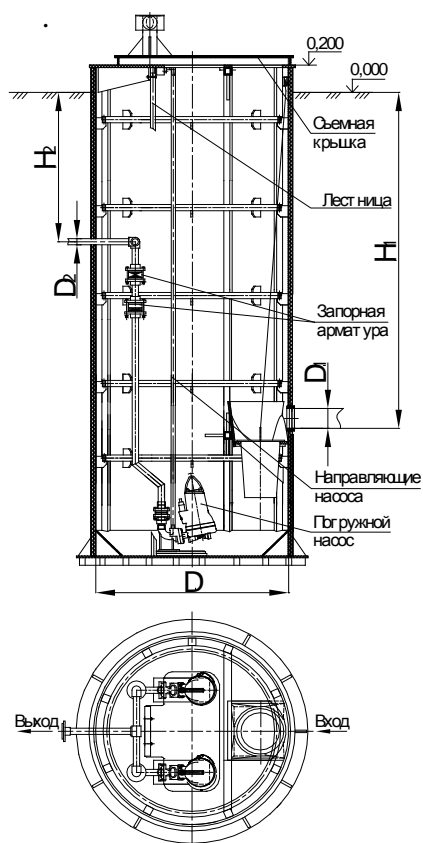


Рис.4: Вариант конструкции мини-КНС Витебского предприятия «Фортекс»

Для забора части сточных вод из коллектора и подачи в новую трубу рядом с канализационным колодцем А размещается мини-КНС. Варианты конструкции таких КНС приведены на рис. 4 и 5.

Сточная вода из коллектора в резервуар поступает через решетку с шириной прозоров не более 50 мм. Решетка монтируется на 10...15 см выше лотка канализационного колодца.

Труба $d250$ прокладывается с уклоном 0,01, обеспечивающим наполнение 0,6 при расходе не менее 45 м³/час и скорости потока сточных вод около 1,0 м/сек.

Насос подачи сточной воды в трубу $d250$ рассчитывается на непрерывную работу с максимальным размером частиц в сточных водах 80 мм.

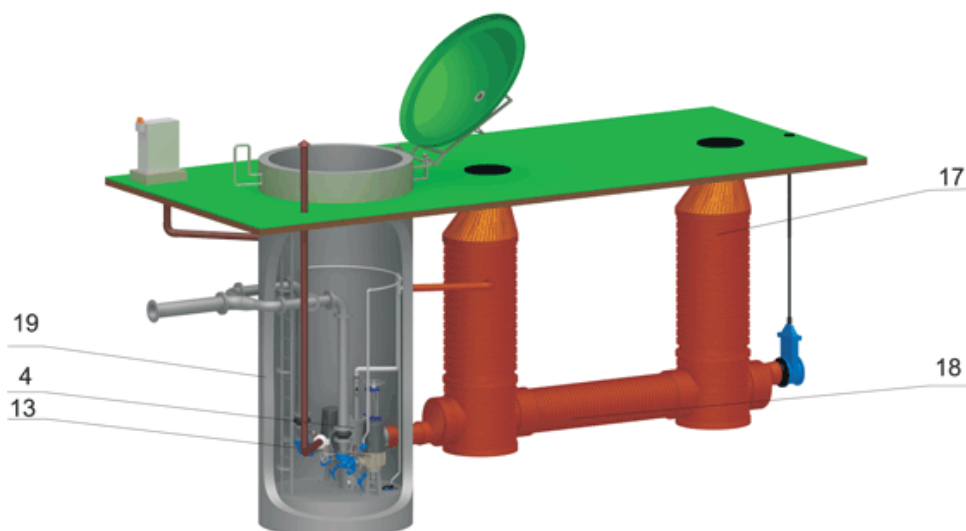


Рис.4: Вариант конструкции мини-КНС Кашалинского предприятия (Польша)

По варианту КНС на рис 4 поступающие сточные воды через колодцы 17 и 18 направляются в бак 4, в котором установлен датчик уровня 7. При достижении соответствующего уровня воды в баке 4 автоматически включаются насосные агрегаты 13 и сточные воды направляются в напорный трубопровод.

Все оборудование перекачки сточных вод (бак сточных вод, насосные агрегаты, задвижки и др.) расположены в сухом колодце из сборных железобетонных колец. Это позволяет легко обслуживать КНС, обеспечивать замену отдельных узлов технологической схемы.

Вариант 3. Утилизация теплоты сточных вод погружным теплообменником специальной конструкции из нержавеющей стали (около 120...150 м трубы d50), который предлагается разместить в проточном резервуаре сточных вод (фото 1 и 2).



Фото 1: Вид на теплообменник-утилизатор перед обвязкой



Фото 2: Вид крышки резервуара с теплообменником-утилизатором

Конструкция блока утилизации, включающая емкость для сбора сточных вод (бетонное кольцо), размещения насоса перекачки сточных вод и теплообменника-утилизатора теплоты сточных вод.

Резервуар и технические помещения размещается рядом с колодцем коллектора. Из коллектора в резервуар сточные воды поступают через решетку по трубопроводу, на котором устанавливается задвижка специальной конструкции, через которую осуществляется периодическая чистка решетки.

Насос самовсасывающий устанавливается в приемке с гребенками, к которым присоединяются трубы теплообменника и сборный трубопровод подачи теплоты, утилизируемой теплообменником, в испарители тепловых насосов.

От теплообменника до жилого дома прокладываются две пластмассовые трубы. Насос сточных вод запитывается от щита 0,4 кВ тепловых насосов.

Вариант 4. Утилизация теплоты сточных вод теплообменником шкафного типа, который предлагается разместить в подвале жилого дома (рис.5, фото 3).

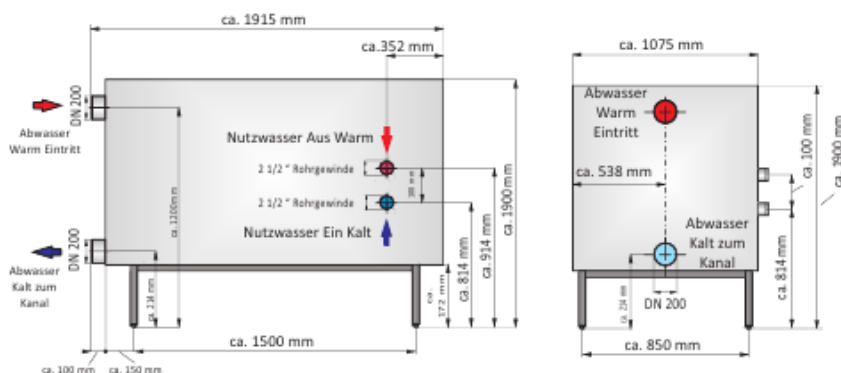


Рис.5: Конструкция и габариты теплообменника-утилизатора мощностью 100 кВт



Фото 3: Пример размещения теплообменника-утилизатора в здании

В теплообменник сточные воды подаются погружным насосом, который забирает сточные воды из резервуара (мини-КНС), располагаемого вблизи канализационного колодца А (см. рис.4). На трубопроводе устанавливается промывная задвижка специальной конструкции серийного изготовления, через которую осуществляется периодическая чистка заборной решетки.

Возвращение охлажденных сточных вод в коллектор под остаточным напором по самотечному трубопроводу системы утилизации или по сети отведения сточных вод жилого дома.

В таблице 3 приведены основные преимущества и недостатки рассмотренных вариантов.

Таблица 3: Основные преимущества и недостатки альтернативных решений

Номер варианта	Преимущества	Недостатки
Вариант 1	1. Нет необходимости в устройстве резервуара и насосов подъема сточных вод. 2. Малые капитальные вложения.	1. Снижение пропускной способности действующего канализационного коллектора d500 (на 8%).
Вариант 2	1. Минимум влияния на работу коллектора d500. 2. Надежность работы теплообменника-утилизатора. 3. Низкие расходы на обслуживание.	1. Большие капитальные вложения. 2. Большой объем земляных работ. 3. Расход электроэнергии на подъем сточных вод из резервуара в трубопровод d250 .
Вариант 3	1. Минимум влияния на работу коллектора d500. 2. Надежность работы погружного теплообменника-утилизатора.	1. Большие капитальные вложения. 2. Затраты на эксплуатацию погружного теплообменника.
Вариант 4	1. Минимум влияния на работу канализационного коллектора. 2. Компактность и надежность работы теплообменника. 3. Малые расходы на обслуживание.	1. Большие капитальные вложения. 2. Расход электроэнергии на подачу сточных вод в теплообменник.