

## Обоснование энерго- и ресурсосберегающих решений для инженерных систем объектов сельских поселений

Корбут Елена Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент;

Горбенков Сергей Викторович, магистрант  
Белорусско-Российский университет (г. Могилев, Беларусь)

Горбенкова Елена Владимировна, аспирант  
Московский государственный строительный университет

*Выполнен сравнительный анализ систем тепло- и хладоснабжения с различными агрегатами. Результатом расчета капитальных и эксплуатационных затрат для различных типов инженерных систем стал график, на основании которого определен срок окупаемости теплонасосной системы.*

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, сельские поселения, инженерные системы, энергосбережение, ресурсосбережение, теплонасосная установка.

Одной из приоритетных социально-экономических задач, поставленных в настоящее время правительством Республики Беларусь, является достижение устойчивости развития, направленного на обеспечение продовольственной безопасности и независимости страны, повышение уровня и качества жизни сельского населения, рациональное использование природных ресурсов и сохранение окружающей среды для будущих поколений. Большое значение в решении этой задачи имеет создание комфортной, безопасной и рационально спроектированной среды жизнеобитания. Развитие сельских поселений происходит в условиях ограниченных финансовых возможностей государства, требующих рационального использования ресурсов. В связи этим, существует острая необходимость экономного использования электрической и тепловой энергии, и применение энерго- и ресурсосберегающих технологий в инженерных системах сельских поселений становится особенно актуальным в настоящее время.

Очевидно, что для жилых объектов сельских поселений (наряду общественными и промышленными) именно системы теплоснабжения являются потребителями энергии повышенного потенциала.

В условиях сельских поселений наиболее эффективно использование систем и технических средств теплообеспечения децентрализованного типа [1].

Для отопления жилых зданий используют системы, различающиеся энергоносителями и конструктивными

элементами: воздушные, электрические, водяные. Наиболее комфортной считается система водяного отопления. Для этой системы могут использоваться различные виды теплоисточников — котлов отопления.

Решающим моментом при выборе способа и системы отопления является наличие и доступность источника энергии, в качестве которого для современных отопительных котлов может использоваться газообразное, жидкое или твердое топливо. Однако при этом необходимо также учитывать требования, предъявляемые как к системе отопления, так и к отопительному агрегату (таблица 1).

Наибольшее распространение (из традиционных отопительных агрегатов) для отопления жилых зданий в настоящее время получили газовые и электрические котлы отопления. Однако следует отметить, что указанные агрегаты имеют как достоинства, так и недостатки. Альтернативой газовому или электрическому котлу может стать теплонасосная установка.

Оценку целесообразности использования теплонасосных установок необходимо производить с учетом ряда факторов [2]: термодинамического, конструктивного, экономического, экологического, социального, которые могут послужить основой для сравнения различных систем отопления.

Теплонасосные системы теплоснабжения проектируются для каждого конкретного объекта в зависимости от энергетических нагрузок, почвенно-климатических

Таблица 1. Требования к системе отопления и отопительному агрегату

Требования, предъявляемые к системе отопления	надежность
	доступность
	компактность
	эффективность
Требования, предъявляемые к отопительному агрегату	экономические, технические, санитарно-гигиенические показатели прибора
	тепловой режим помещений
	архитектурные особенности дома

Таблица 2. Сравнительные характеристики отопительных установок

Технические характеристики	Способ теплоснабжения помещений		
	Газовый котел	Электрический котел	Тепловой насос
Стоимость оборудования	Средняя	Низкая	Высокая
Отапливаемая площадь, м <sup>2</sup>	300	300	300
Мощность установки, кВт	20	20	20
Площадь котельной, м <sup>2</sup>	6	3	6
Расход электрической энергии, Вт/час	2,5	22	3,3
Источник тепловой энергии	Газ	Электрический ток	Тепло земли, электрический ток
Расход энергоносителя в год	8500 м <sup>3</sup>	115000 кВт	Энергия земли — бесплатно
Срок службы	15–20 лет	3–8 лет	до 50 лет
Пожароопасность	Опасен	Опасен	Безопасен
Взрывоопасность	Опасен	Опасен	Безопасен
Уровень экологической опасности	Вреден (выделяет CO и NO <sub>x</sub> )	Безвреден	Безвреден
Вентиляция	Необходима	Не нужна	Не нужна
Обслуживание	Регулярный осмотр	Периодический осмотр	Периодический осмотр
Надежность	Высокая	Высокая	Очень высокая
Автономность при отсутствии снабжения энергоносителями	Не обеспечивает	Не обеспечивает	Обеспечивает при наличии резервного электрогенератора 3,3 кВт
Возможность охлаждения помещения	Не обеспечивает	Не обеспечивает	Обеспечивает
Окупаемость	Не окупается	Не окупается	Окупается за 3–5 лет

условий района строительства и стоимости энергоносителей. В отличие от традиционных аналогов, для теплонасосных систем теплоснабжения характерны повышенные единовременные капитальные вложения при сравнительно низких эксплуатационных издержках [3, 4].

Авторами был проведен сравнительный анализ технических характеристик отопительных агрегатов мощностью 20 кВт: газового котла, электрического котла, теплового насоса.

Анализ данных, приведенных в таблице 2, показывает, что наиболее эффективной является система теплоснабжения на основе теплового насоса, которая уступает системе с газовым котлом только по стоимости оборудования и расходу электрической энергии, а системе с электрическим котлом — по стоимости оборудования и габаритам

(что приводит к увеличению площади котельной и капитальных затрат). А по важнейшим характеристикам (срок службы, надежность, автономность, возможность охлаждения помещения, окупаемость) системы с тепловым насосом не только не уступают, но и значительно превосходят традиционные системы теплоснабжения.

Расчет капитальных и эксплуатационных затрат по устройству систем теплоснабжения и холодоснабжения с использованием традиционных агрегатов (газовый и электрический котлы и кондиционер) и альтернативных (тепловой насос) был выполнен для жилого здания площадью 300 м<sup>2</sup> (таблица 3). Результатом выполнения расчетов стал график, на основании которого был определен срок окупаемости систем тепло- и холодоснабжения на основе теплового насоса.

Таблица 3. Расчет затрат на устройство инженерных систем

Отапливаемая площадь, м	300		
Стоимость теплового насоса, евро	14391		
<b>Параметры климатического оборудования</b>			
Тепловая мощность системы отопления и ГВС, кВт	22,14		
Холодопроизводительность системы охлаждения, кВт	23,625		
<b>Параметры энергопотребления</b>			
Потребление газа, м <sup>3</sup> /год	8994,375	-	-
Потребление электроэнергии, кВт/год	7875	17988,75	74584,22

Продолжение таблицы 3

Первичные затраты				
Газовый котёл	1062,72	-	-	-
Тепловой насос	-	14391	-	-
Электрический котел	-	-	-	664,2
Кондиционирование	9922,5	2362,5	-	9922,5
Устройство котельной	1500	-	-	-
Подключение газа	3000	-	-	-
Всего	13985,22	16753,50	-	10586,70
Ежегодные затраты на обслуживание				
Газовый котёл	300	-	-	-
Кондиционирование	450	-	-	450
Дымоход	120	-	-	-
Итого	870	-	-	450
Ежегодные расходы на энергоносители				
Год	Газовый котёл		Тепловой насос	Электродкотел
	Электроэнергия	Газ	Электроэнергия	Электроэнергия
2015	393,8	1439,1	899,4	3729,2
2016	492,2	1870,8	1124,3	4661,5
2017	615,2	2432,1	1405,4	5826,9
2018	769,0	3161,7	1756,7	7283,6
2019	961,3	4110,2	2195,9	9104,5
2020	1201,6	5343,3	2744,9	11380,6
2021	1502,0	6946,3	3431,1	14225,8
2022	1877,5	9030,1	4288,9	17782,3
2023	2346,9	11739,2	5361,1	22227,8
Итого затрат по годам				
Год	Газовый котёл		Тепловой насос	Электродкотел
	Электроэнергия	Газ	Электроэнергия	Электроэнергия
2015	16688,1	-	17652,9	14765,9
2016	17218,2	-	17877,8	15698,2
2017	17902,5	-	18158,9	16863,6
2018	18786,0	-	18510,2	18320,3
2019	19926,7	-	18949,4	20141,2
2020	21400,1	-	19498,4	22417,3
2021	23303,5	-	20184,6	25262,5
2022	25762,9	-	21042,4	28819,0
2023	28941,3	-	22114,6	33264,5

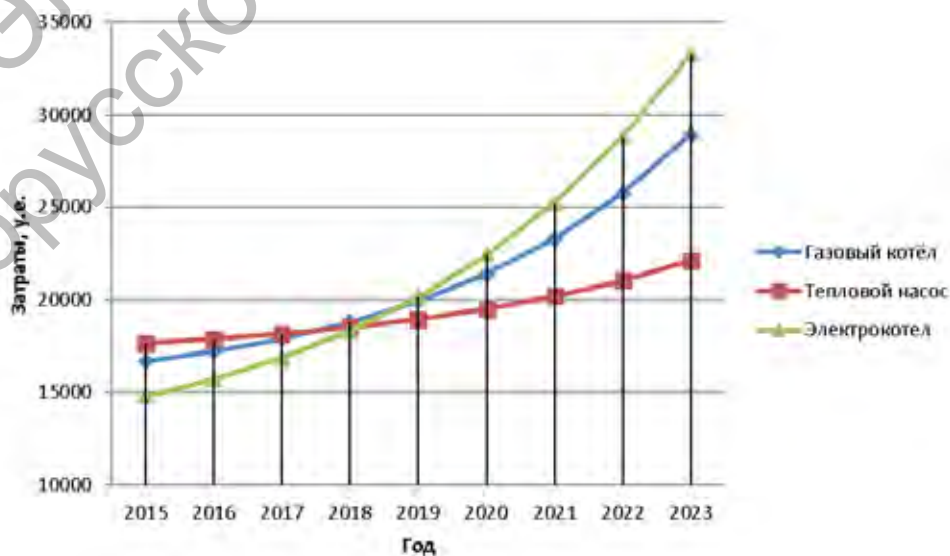


Рис. 1. График затрат на устройство и эксплуатацию систем тепло- и хладоснабжения

Из рисунка 1 видно, что срок окупаемости системы с использованием теплового насоса составляет около 2,5 лет в сравнении с системой с газовым агрегатом, и чуть более 3 лет в сравнении с системой с электрическим агрегатом.

Исходя из результатов проведенного исследования, можно сделать вывод, что для решения проблем энерго- и ресурсосбережения в инженерных системах объектов сельских поселений теплонасосные технологии являются наиболее перспективными.

Литература:

1. Стребков, Д.С. Современные энергосберегающие тепловые технологии в сельском хозяйстве [Текст]/Д.С. Стребков, А.В. Тихомиров, С.А. Растишин // Энергосбережение — важнейшее условие инновационного развития АПК: материалы междунар. науч.-техн. конф. — Минск: БГАТУ, 2011. — с. 6–8.
2. Макаров, А.А., Фортов В.Е. Тенденции развития мировой энергетики и энергетическая стратегия России // Вестник РАН. 2004 №3.
3. Васильев, Г.П. Теплоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоев Земли: монография/Г.П. Васильев — М.: Издательский дом «Граница», 2006. — 176 с., ил.
4. Руководство по применению тепловых насосов с использованием вторичных энергетических ресурсов и нетрадиционных возобновляемых источников энергии. — Москомархитектура. ГУП «НИИЦ», 2001.