

ла). Выдержать такой режим по водяному тракту можно за счет подмешивания прямой сетевой воды в обратную за счет рециркуляционного насоса. Одновременно не снижать расхода прокачиваемой воды через котел ниже расчетного значения.

4. Перед реконструкцией перевода котлов типа ДКВр, ДЕ и др. в водогрейный режим провести диагностику и тщательную отмывку пароводяного тракта (или его шарошение) до момента, когда оставшаяся от прошлой эксплуатации накипь будет сведена к нулю.

Указанные выше основные требования являются необходимыми и достаточными при переводе водотрубных паровых котлов в водогрейный безаварийный режим эксплуатации для всех котельных ЖКХ Астраханской области.

Список литературы

1. Паспорта котлов Бийского котельного завода ДКВр-6,5/13. Регистрационные номера №№ 43617, 44511, 44132 центральной котельной № 1 поселка Володарский Астраханской области.
2. Заключения промышленной безопасности по техническому диагностированию котлов ДКВр-6,5/13 рег. №№ 43617, 44511, 44132 от 30 января 2006 г.
3. Заключения промышленной безопасности по техническому диагностированию котлов ДКВр-6,5/13 рег. №№ 43617, 44511, 44132 от июня 2007 г.
4. Исполнительная техническая документация реконструкции паровых котлов типа ДКВр-6,5/13 рег. №№ 43617, 44511, 44132 для перевода их на водогрейный режим работы. ООО СРП «Термо-технология» август-октябрь 2005 г. г. Астрахань.
5. Режимные карты котлов ДКВр-6,5/13 рег. №№ 43617, 44511, 44132 с экономайзером переведенных в водогрейный режим ноябрь 2005 г.
6. Роддатис К. Ф., Полтарецкий А. Н. Справочник по котельным установкам малой производительности. М. : Энергоатомиздат, 1989.
7. Исаченко В. П. и др. Теплопередача. М. : Энергоиздат, 1981.

УДК 541.49

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

***Р. В. Муканов, О. Р. Муканова, Р. Н. Сулейманов, Е. А. Панфилов,
Н. В. Степанов, И. В. Суров***
*Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет (Россия)*

В статье рассматривается вопрос о возможности использования нетрадиционных (альтернативных) источников энергии, применительно к сельским школам Астраханской области. Рассмотрены несколько вариантов теплоснабжения в том числе и с использованием нетрадиционных источников энергии.

Ключевые слова: *твердое топливо, газообразное топливо, котельная установка, тепловой насос.*

The article considers the possibility of using non-traditional (alternative) energy sources in relation to rural schools in the Astrakhan region. Several variants of heat supply in the number and with the use of non-traditional energy sources are considered.

Keywords: *solid fuel, gaseous fuel, boiler plant, heat pump.*

В Астраханской области, на настоящий момент, достаточно много небольших населенных пунктов, к которым не подведены газовые магистрали. а источником теплоснабжения служат печное отопление, а также мазутные или угольные котельные. Обслуживание котельных, работающих на твердом или жидком топливе имеет свою известную специфику – это доставка, хранение, подготовка к сжиганию, решение ряда вопросов экологической и пожарной безопасности. Как правило, котельные агрегаты, работающие на угле и мазуте в сельской местности, снижают свои КПД на втором и третьем году службы до 55÷65 %. Кроме того, эти виды топлива достаточно дорогие. Все эти недостатки заставляют осуществлять поиск современной альтернативы устаревшему виду теплоснабжения. В первую очередь, это касается ряда общественных объектов – школы, больницы, детские садики, административные здания [1].

Основной целью настоящей статьи – провести анализ с целью: с одной стороны, замены имеющегося в таких местах теплового оборудования, работающего на угле и мазуте; с другой, по возможности, снизить стоимость энергоносителей за отопительный сезон и одновременно сократить сроки окупаемости альтернативного теплового оборудования.

В качестве примера взяты две негазифицированные школы в селе Старица и Вязовка Черноярского района Астраханской области, которые отапливаются теплом за счет мазутных котельных с котлами Е-9М (ш. Старица) и НР-18 (ш. Вязовка), КПД которых не более 70 % [2].

Для сопоставления с имеющимися котельными установками, авторами было проанализировано более 20 видов нового энергоэффективного теплового оборудования (в том числе и котельных на жидком отоплении, но с высоким КПД), а также отдельные комбинации из них. Это известные виды возобновляемых источников энергии, водородное топливо, сетевая электроэнергия, тепловые насосы, ну и конечно современные котельные агрегаты на жидком и твердом отоплении [3].

Первоначальные расчеты показали, что потери тепла через ограждающие поверхности рассматриваемых школ при температуре холодной пятидневке (СП 131.13330.2012) – $t_{х.5} = -26$ °С в среднем за отопительный сезон на теплоснабжение и вентиляцию составит для школы в с. Старица – 287 кВт, для школы в с. Вязовка – 254 кВт, а для зимы при средней температуре $t_{ср.} = -3$ °С эти значения уменьшатся в 2,4 раза, до 120 и 107 кВт соответственно. При этом, примерные затраты на топливо за отопительный сезон составят в условиях суровой зимы при работе на мазуте и твердом топливе около 1,5 млн. руб., на легком топливе 2,9 млн руб., а при умеренной зиме – на мазуте и твердом топливе около 0,6 млн руб., на солярке

1,2÷1,3 млн руб. Интересно, что затраты при отоплении этих школ электричеством составят в суровую зиму 1,5 млн руб., а при умеренной зиме – 0,6 млн руб., т.е. примерно столько же сколько при работе на мазуте и угле. Значит самый дорогой энергоноситель – легкое топливо, но зато котельные агрегаты на солярке наиболее просто автоматизируются и хорошо регулируются при изменении температуры окружающей среды. В какой-то степени, решение вопроса снижения тарифов на тепло, связано с реконструкцией котельной, а именно замены существующих котлов с КПД 60÷70 % на современные с КПД 92÷94 %. Однако современные котлы одновременно с экономией топлива на 20÷25 % стоят достаточно дорого и вместе с автоматикой, обвязкой и наладкой их стоимость на мощность до 250 кВт достигает 1,0÷2,5 млн руб., а срок их окупаемости растягивается до 8÷20 лет (а в случае перехода на котельные установки, работающие на солярке, в сложившейся ценовой политике в стране на жидкое топливо), вообще не окупаются [4].

Поэтому, решение задачи по сокращению срока окупаемости на наш взгляд состоит в выполнении следующих двух вариантов:

1. Уменьшить плотность тепловых потоков через ограждающие поверхности школ (уменьшить тепловую нагрузку на источник теплоснабжения каждой школы) за счет их изоляции.

2. Применить в качестве источников теплоснабжения не какой-то один вид энергоэффективных технологий отопления, рассмотренных выше, а комбинацию из них.

В дальнейшем, для сокращения статьи будем рассматривать только один из вариантов отопления, рассчитанного на среднестатистическую зиму ($t_{\text{ср.}} = -3 \text{ } ^\circ\text{C}$, СП 131.13330.2012), а при переходе на холодную пятидневку надо стоимость затрат на энергоносители (жидкое топливо, электроэнергию) и оборудование увеличить примерно в 2,4 раза [5].

По первому этапу были проанализированы различные типы современных изоляционных технологий, стоимость их монтажа и найден один из приемлемых вариантов, стоимость которых для школы в с. Старица оценены в $\approx 0,6$ млн руб., а школы в с. Вязовка в пределах $\approx 0,5$ млн руб. Кроме этого был проведен анализ сокращения теплопотерь за счет энергосберегающих мероприятий в школах за счет снижения температур в помещениях в нерабочее время до $15 \text{ } ^\circ\text{C}$, за счет снижения вентиляционных выбросов с помощью шиберов в выходные, праздничные и каникулярные дни, организация полупрозрачных штор на окнах. Только за счет этих мероприятий и изоляции ограждения зданий в среднем теплопотребление сократилось более чем в 2 раза: в школе с. Старица с 120 кВт до 55,7 кВт, в школе с. Вязовка со 107 кВт до 51,1 кВт. Совместно с сокращением теплопотребления практически в 2 раза снизилась стоимость энергоносителей за отопительный период (до $0,3 \div 0,35$ млн руб.) и в $1,6 \div 1,8$ раза снизится стоимость самого теплового оборудования [6]. Надо отметить, что замены

в этом варианте котельных агрегатов на жидком топливе на электрические котлы имеет так же положительную сторону, т.к. последнее в 2÷2,5 раза дешевле котлов на органическом топливе, а сам технологический процесс отопления имеет ряд гигиенических преимуществ (тонкая возможность качественного и количественного регулирования подачи теплоносителя в приборы отопления, поддержание более равномерного температурного поля в здании, пожаро- и экологическая безопасность, более простое обслуживание и др.) [7].

Если проанализировать второй вариант и в качестве источников теплоснабжения для изолированных школ рассмотреть комбинированную работу теплового оборудования, то можно получить целый ряд подвариантов. Нами выбраны наиболее надежные и эффективные.

Первый из них это электроотопление в комбинации с возобновляемыми источниками энергии, такими как солнечная и ветровая. В это случае затраты на электроэнергию за один отопительный сезон при температурах умеренной зимы составит 0,09÷0,126 млн руб., но общие затраты на приобретение теплового оборудования возрастут до 3,2÷3,4 млн руб. (наиболее дорогая – ветроустановка ЭМЭКСИС-20 – 0,6 млн руб.), а окупаемость такой комбинированной установки составит 5÷6 лет.

Второй подвариант – небольшая электрическая котельная, но главным источником теплоснабжения ставятся тепловые насосы (ТН) (воздух-вода, вода-вода, грунт-вода). В РФ ряд отечественных производителей «ЭКИП», «НПФ Тритон», РЗП, «НПО Энергия», «КОРСА» предлагают до 15 моделей ТН «грунт-вода» мощностью 11÷35 кВт. Тепловые насосы есть в каталогах, но их нет на складе. При подготовке монтажа ТН по месту специалист фирмы знакомится со зданием, оценивает теплопотери через ограждения, т.к. они должны быть для холодной пятидневки меньше 60 Вт/м² (в данный момент, около 100 Вт/м²) и только потом тепловой насос будут создавать на заводе под заказ. Цена таких тепловых насосов 9,2 тыс. за 1 кВт, поэтому стоимость 2-х ТН для каждой школы составит около 1 млн. руб. Кроме этого, необходимо обустроить первичный земляной контур, цена которого находится в пределах 70÷150 % от стоимости оборудования ТН [8]. Таким образом, общая стоимость ТН с контуром будет обходиться в пределах 1,5÷2,0 млн руб. на 1 школу. По другим данным, средние капитальные затраты, вложенные в готовый тепловой насос мощностью 50 кВт находится в диапазоне 30÷40 тыс. руб. за 1 кВт мощности, что дает те же 1,5÷2,0 млн руб.

При установке теплового насоса «грунт-вода» лучше всего применять полиэтиленовые трубы ТЕ ПДД6, диаметром 32 мм, заполненных на 30 % пропиленгликолем. Для школ в селах Старица и Вязовка площадью ≈3000 м² потребуется длина труб около 10 км, которые будут уложены в земляную траншею шириной 0,8 м, глубиной 2 м и длиной 1,5 км. Укладка

трубы в траншею ведется по особой технологии. Стоимость труб ПДД составит $0,16 \div 0,2$ млн руб.

Иностранные ТН стоимостью по $300 \div 1200$ долларов за 1 кВт обойдутся школам по $1 \div 1,2$ млн руб. Если учесть 100 % затраты на земляное обустройство контура, то общая сумма ТН составит $2 \div 2,5$ млн руб. на школу. Затраты на электроэнергию для привода тепловых насосов с учетом преобразования 3,5 при температурах умеренной зимы составят в пределах $0,06 \div 0,15$ млн руб. Срок окупаемости $4 \div 5$ лет. Сюда дополнительно следовало бы включить оплату высококвалифицированному персоналу для обслуживания тепловых насосов.

И как последний вариант, задействовать комбинацию тепловые насосы плюс солнечные батареи и небольшая электрическая котельная. Тогда, при полной стоимости комбинированного оборудования для каждой школы в пределах $3,1 \div 3,2$ млн руб., стоимость электроэнергии за сезон отопления при температурах среднестатистической зимы составит в пределах $0,045 \div 0,059$ млн руб. Срок окупаемости такой установки составит $5 \div 6$ лет с оплатой высококвалифицированному персоналу для ее обслуживания.

Список литературы

1. Методические указания по определению расходов топлива, электроэнергии и воды на выработку теплоты отопительными котельными коммунальных теплоэнергетических предприятий. Изд. 4. М., 2002.
2. СП 131.13330.2012. Строительная климатология.
3. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. СПб., 2004.
4. Матросов Ю., Бутовский И. Внедрение региональных норм по энергоэффективности зданий в России. М., 2007.
5. Шишкин Н. Д. Малые энергоэкономичные комплексы с возобновляемыми источниками энергии. М., 2000.
6. Шишкин Н. Д. Оценка ресурсов возобновляемых источников энергии Астраханской области, перспектива и концепции их использования. Саратов : ОЭП СНЦ РАН, 2000.
7. Богуславский А.Д., Ливчих В.К., Титов В. П. и др. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. Справочное пособие. М. : Стройиздат, 1990.
8. Беляев В. С., Хохлова Л. П. Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий : учеб. пособие. М. : Высшая школа.