

УДК 620.92

**АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ И МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ
СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.
ANALYSIS OF DEVELOPMENT TRENDS AND METHODS OF OPTIMI-
ZATION OF HEAT SUPPLY SYSTEMS.**

Е. А. Сырица

Научный руководитель – И. В. Шкляр, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
shklyar@bntu.by

Y. Syrytsa

Supervisor – I. Shklyar, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** постоянный анализ тенденций развития систем тепло-снабжения позволяет выявить наиболее актуальные направления по обеспечению энергетической безопасности всех отраслей народного хозяйства.*

***Abstract:** constant analysis of development trends of heat supply systems allows us to identify the most relevant areas for ensuring energy security of all sectors of the national economy.*

***Ключевые слова:** предварительно изолированные трубы, тепловая реабилитация, частотные преобразователи, тепловые насосы.*

***Keywords:** pre-insulated pipes, thermal rehabilitation, frequency converters, heat pumps.*

Введение

Энергетика, это основа развития хозяйства. Резко меняющаяся мировая экономика заставляет все больше уделять внимание усилению энергобезопасности всех отраслей промышленности республики. Это позволит минимизировать неизбежные последствия даже самых глобальных экономических катаклизмов.

Основная часть

Энергетика каждого государства функционирует в рамках созданной энергетической системы, включающей получение, преобразование, распределение и использование электрической и тепловой энергии от электростанций, котлов, турбин, генераторов, бойлеров, линий электропередачи, трансформаторов.

В настоящее время, основными правовыми основами развития системы теплоснабжения республики является: «Концепция развития теплоснабжения в Республике Беларусь до 2025 г.», «Государственная программа «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2021–2025 гг.», «Программа увеличения электропотребления для нужд отопления и горячего водоснабжения и пищеприготовления на 2021–2025 гг.», «Программа энергосбережения на 2021–2025 гг.». Основными мероприятиями, в рамках реализации программ являются: развитие и модернизация систем теплоснабжения, развитие и модернизация энергоисточников, модернизация котельного хозяйства с ликвидацией неэффектив-

ных котлов и переводом котлов на МВТ, замена тепловых сетей 4 % в год, тепловая модернизация жилищного фонда, автоматизация режимов теплоснабжения, оснащение потребителей системами регулирования тепловой энергии. Были реализованы пилотные проекты по внедрению тепловых насосов для подогрева горячей воды с использованием энергии стоков с установкой солнечных панелей для компенсации расхода электроэнергии, а также отдельной установке солнечных коллекторов для подогрева горячей воды в многоквартирном жилом доме.

К сожалению, ряд направлений имеют недостаточный темп развития, недостаточную эффективность с учетом климатических условий, основаны исключительно на применении импортного дорогостоящего оборудования и в процессе эксплуатации создают проблему утилизации отработанных материалов.

Так, на сегодняшний день в энергосистеме республики эксплуатируется более 7,56 тыс. км. тепловых сетей. На долю ПИ-трубопроводов приходится 38 % или около 2,9 тыс. км. Снижение тепловых потерь при замене обычных трубопроводов на ПИ трубы достигает 12–14 %. Кроме того, это позволяет сократить годовые эксплуатационные расходы на содержание сети в 9–10 раз, увеличить срок службы трубопровода до 30 лет, уменьшить затраты на текущие ремонты теплотрассы в 3 раза. Еще в 2014 году, по оценкам специалистов, ежегодная экономия от ранее проложенных ПИ труб, Беларусь ежегодно сэкономила свыше 30 млн долларов США. Учитывая тот факт, что на протяжении нескольких десятков лет эксплуатации таких труб не возникает особых инцидентов, что подтверждено системами контроля, такое мероприятие должно являться приоритетным и темп ежегодной замены в 4 % крайне недостаточный. Тем более основными поставщиками таких труб в республику являются страны со-юзных государств, экономически надежных партнеров.

Несомненно, тепловые насосы являются энергоэффективным оборудованием, с КПД до 600 %. Они широко применяются как за рубежом, в таких странах как: Австрия, Финляндия, Франция, Германия, Италия, Норвегия, Швеция, Швейцария и Великобритания, так и в Республике Беларусь. Но, как и у всего оборудования, у таких насосов есть свои недостатки. Первый недостаток – это стоимость оборудования. Считается, что стоимость теплового насоса оценивается из расчета около одной тысячи долларов США на 1 кВт вырабатываемой тепловой мощности. При тепловой мощности системы горячего водоснабжения двух подъездного девятиэтажного жилого дома равной 290 кВт, стоимость оборудования составит 290 тыс. долларов США. Вторым недостатком это, конечно же то, что, вырабатывая тепловую энергию, насос потребляет электрическую. Для примера произведем расчет расход энергии для отопления дома с отапливаемой площадью 100 м² с расходом тепла 70 Вт/м². За 1 час нужно тратить 7000 Вт·ч или 7 кВт·ч. Исходя из того, что дней отопления 214, а в сутках 24 часа, общий расход за сезон составит 35952 кВт·ч или 36 МВт·ч. Тепловой насос мощностью 5кВт·ч, при коэффициенте преобразования теплового насоса 3, будет потреблять 1,7 кВт·ч электроэнергии. Расход за сезон составит 8731 кВт·ч или 8,7 МВт·ч. При стоимости электроэнергии 0,23 руб.·кВт·ч,

получим, что 1кВт·ч преобразующего тепловым насосом тепла за сезон равняется 0,056 руб. В реальности может быть больше потому, что произведенный расчет является ориентировочным и не учитывает затраты на проектирование, монтаж, КПД оборудования, теплотехнических характеристик дома, погодных условий, затрат на эксплуатацию и многих других факторов. Если 35952 кВт·ч перевести на газ, то получится 3400 м³ газа. При стоимости 0,1366 руб·м³, общий расход составит 464 руб. С учетом стоимости газа и электроэнергии на сегодняшний день, этот недостаток делает оснащение тепловыми насосами объектов в газифицированном районе экономически невыгодным мероприятием. Третий недостаток, это обслуживание оборудования. Основные страны – производители являются Швеция, Германия, Австрия, Италия, США, Япония, Польша. Разрыв экономических отношений, запрет на поставку оборудования и комплектующих, отказ от сервисного обслуживания ставит, под угрозу дальнейшую эксплуатацию готовых объектов.

В настоящее время тепловая реабилитация жилищного фонда проводится только с привлечением средств жильцов. Несмотря на то, что такое мероприятие является достаточно эффективным, не требующим дальнейших эксплуатационных расходов, учитывая различный социальный уровень населения, процент проведения тепловой реабилитации крайне низкий. Выравнивание ограждающих конструкций жилых домов с применением теплоизолирующих материалов, при капитальном ремонте жилищного фонда, без доведения термического сопротивления ограждающих конструкций до нормативных требований, приводит лишь к улучшению жилищных условий и не дает должного результата по снижению расхода тепловой энергии на обогрев.

При проектировании систем теплоснабжения района, строится пьезометрический график, по которому определяется давление и напор в любой точке сети и располагаемый напор в любой точке сети и у потребителя. Далее проводится выбор схем присоединения отопительных установок к водяной тепловой сети: зависимая или независимая, с водоструйным элеватором или системой автоматического регулирования. Возведение нового строительства с внедрением его в существующую систему теплоснабжения, точечное вмешательство потребителей в систему путем оснащения объектов оборудованием автоматического регулирования тепловой энергии, привело к дисбалансу всей системы. Как результат, часть потребителей сталкивается с проблемой недогрева или перегрева объектов теплоснабжения. Необходимо пересмотреть все существующие схемы систем теплоснабжения районов с внесением изменений.

Оснащение объектов теплоснабжения автоматическими системами регулирования параметров тепловой энергии дает экономический эффект в 12–14 %, который в основном проявляется при устойчивых положительных температурах наружного воздуха. И это без учета затрат на расход электроэнергии на работу циркуляционных насосов. Расчетный расход тепловой энергии для обогрева объекта с отапливаемой площадью 4000 м² и тепловой нагрузкой 0,24 Гкал/ч, за средний календарный месяц при температуре наружного воздуха +0,2 °С и внутренней температуре воздуха +18 °С, составит 82 Гкал. При стои-

мости 1 Гкал 21,9 руб., затраты составят 1795,8 руб. После установки системы регулирования, расход снизится до 72 Гкал и составит 1576,8 руб. При этом, для такой тепловой нагрузки потребуется циркуляционный насос производительностью 10 м³/ч, мощность которого составит 0,4 кВт·ч. За календарный месяц, расход электроэнергии будет равняться 293 кВт. При стоимости 1 кВт электроэнергии 0,23 руб., затраты составят 67,4 руб. Общие затраты составят 1644,2 руб. Итого получаем, что 12–14 % экономии в месяц в денежном выражении составят 151,6 руб. или 909,6 руб. за сезон. При стоимости оснащения оборудованием 15–20 тыс. руб., получим срок окупаемости 16–22 года. За этот период произойдет двойная замена оборудования на новое и срок окупаемости увеличится. Если учесть тот факт, что основным насосным оборудованием, применяемым в системах отопления, являются Wilo, Grundfoss, DAB, возможны трудности с их обслуживанием. Аналогов отечественного производства в настоящее время нет. Отечественный производитель регулируемых гидроэлеваторов РГ, отмечает значительное падение спроса на продукцию. Такое оборудование широко применяется в системе ЖКХ и показало свою практичность с учетом эксплуатационных затрат.

Установка солнечных коллекторов для компенсации расхода электроэнергии на технические нужды, имеет место быть. Однако, кроме значительных затрат на оборудование и его обслуживание, не идеальных климатических условий, существует огромная проблема – утилизация отработанных солнечных панелей, которая может привести к экологической катастрофе.

Актуально стоит вопрос по децентрализации теплоснабжения с ликвидацией длинных и незагруженных паро- и теплотрасс, особенно в районных коммунальных хозяйствах, где тепловая сеть от районной котельной до потребителей имеет значительную протяженность и разветвленность, а объекты теплоснабжения представляют собой 1–2х этажные здания площадью от 100 до 500 м². Приведенная тепловая характеристика для здания площадью 100 м², при температуре наружного воздуха +0,2 °С, составляет 0,043 Гкал/м²·месяц («Справочник проектировщика», ч. 1. ч. 2 под редакцией Староверова И. Г. и Шиллера Ю. И., М: Стройиздат, 1990 г.), что в среднем на 56 % выше такого показателя для здания площадью 500 м². Тепловые потери на участке тепловой сети, протяженностью 100 м. п. и наружным диаметром 48 мм, к такому отдельно стоящему зданию, будут составлять 84 % от его теплопотребления. Это приводит к колоссальному перерасходу топливно-энергетических ресурсов. Кроме этого необходимо учесть затраты на транспортировку теплоносителя, неизбежные утечки воды, гидравлические испытания и промывку тепловой сети, а так же эксплуатационные расходы по ее содержанию. Необходима государственная поддержка такого направления с переводом неэффективных объектов теплоснабжения на индивидуальное газовое отопление или электрообогрев, при необходимости развивая газификацию населенных пунктов и проводя модернизацию сетей электроснабжения.

Спорный вопрос по внедрению индивидуальных тепловых пунктов вместо центральных тепловых пунктов. С одной стороны, это дает возможность инди-

видуально настраивать требуемые параметры тепловой энергии (качественное регулирование) и устанавливать свой режим работы систем теплоснабжения, а также позволяет увеличить надежность системы. Снижение температуры воздуха в отапливаемых помещениях на 1 °С дает снижение теплоснабжения в среднем на 6 %. Для объекта теплоснабжения с тепловой нагрузкой системы центрального отопления 0,3 Гкал/ч, такой показатель может достигать 6 Гкал/мес., при среднемесячной температуре наружного воздуха –3 °С. Кроме того, ликвидируется тепловая сеть горячего водоснабжения от центрального теплового пункта до объекта теплоснабжения, что приводит к снижению тепловых потерь на наружных тепловых сетях и эксплуатационных расходов на их содержание. С другой стороны, внедрение индивидуальных тепловых пунктов влечет за собой оснащение каждого объекта теплоснабжения дополнительным оборудованием, таким как водоподогреватели, автоматика регулирования, циркуляционные насосы. Затраты на содержание оборудования и технологические расходы ложатся на эксплуатирующую организацию, которые не соизмеримы с полученным экономическим эффектом. В случае с центральным тепловым пунктом, технологические расходы ложатся на энергоснабжающую или транспортирующую организацию.

Актуальным вопросом также является внедрение преобразователей частоты (ПЧ) на сетевых, повысительных, циркуляционных насосах. Предпосылками такому мероприятию могут служить: неконтролируемое потребление энергоносителей; частая работа в режиме «пуск-остановка», что приводит к высокому износу оборудования в результате высоких пусковых токов; применение дросселирования энергоносителя. Эффект от установки ПЧ достигается на квадратных нагрузках: изменение частоты вращения рабочего колеса насоса ведет к изменению всех его рабочих параметров: расхода (пропорционален числу оборотов); давления (пропорционально квадрату числа оборотов); потребляемой мощности (пропорциональна кубу числа оборотов). Снижение расхода электроэнергии для сетевого насоса типа КМ мощностью 15 кВт/ч и производительностью 100 м³/ч, при необходимости снизить производительность до 80 м³/ч, при условии установки ПЧ, составит: $15 - 15 / (100 / 80)^3 = 7,3$ кВт/ч. Это лишняя мощность, которую можно сэкономить. Зачастую, подбор насосов осуществляется с запасом мощности, избыток которой ограничивается дросселированием, или осуществляется эксплуатация такого оборудования с избыточными характеристиками. При внедрении частотного регулирования в связи с уменьшением рабочей частоты вращения вала привода снижается износ насоса. В связи с плавными пусками и остановками уменьшаются гидравлические и механические нагрузки на технологическое оборудование (трубопроводы, запорную и регуливающую арматуру). Это позволит увеличить срок службы и межремонтный ресурс. То же можно сказать и про нагрузки на питающую сеть в связи с исключением пусковых токов при пусках электродвигателей насосов напрямую от сети.

Заключение

Таким образом, мы приходим к выводу, что приоритетными направлениями по усилению энергобезопасности в сложившихся экономических условиях являются такие мероприятия как замена тепловых сетей на ПИ трубы, оптимизация схем теплоснабжения с пересмотром типов установленного оборудования и тепловая реабилитация объектов теплоснабжения.

Литература

1. Республиканский профессиональный конкурс «Лидеры в строительстве» [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://stroykonkurs.by>. Дата доступа: 10.04.2022.
2. Техничко-экономическое обоснование внедрения систем управления с частотно-регулируемым электроприводом обоснование [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://chemtech.ru/tehniko-jekonomicheskoe-obosnovanie-vnedrenija-sistem-upravlenija-s-chastotno-reguliruемым-jelektroprivodom/> Дата доступа: 10.04.2022.
3. Тепловые насосы: недостатки, преимущества, проблемы и выгоды [Электронный ресурс] Режим доступа: dom-i-remont.info. Дата доступа: 10.04.2022.