

Программа развития Организации Объединенных Наций
Глобальный экологический фонд

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

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ
ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

Исполнитель,

Эксперт по вопросам экономики
энергоэффективных зданий

Н.А. Григорьева

Минск
июнь 2018

Оглавление

Введение.....	3
1. Существующие системы централизованного теплоснабжения жилых зданий в Республике Беларусь.....	4
2. Системы производства тепловой энергии для жилых зданий	7
3. Системы транспортировки тепловой энергии до жилых зданий.....	15
4. Учет расхода тепловой энергии жилых зданий.....	18
5. Выработка тепловой энергии внутри дома	20
Заключение	21
Список использованных источников	23

Введение

В рамках проекта международной технической помощи ПРООН/ГЭФ «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь» построены первые в Беларуси экспериментальные энергоэффективные жилые здания в городах Гродно, Минске и Могилеве. Эти здания по своим характеристикам с точки зрения энергопотребления приближаются к параметрам пассивного дома. Для повышения энергоэффективности в домах использованы различные технические решения по выработке и сохранению тепла, такие как дополнительная теплоизоляция ограждающих конструкций, система рекуперации в приточно-вытяжной вентиляции, гелио-коллекторы, утилизация тепла сточных вод. Данные технические решения помогают минимизировать потребность в дополнительных источниках тепла из сети централизованного теплоснабжения. Однако ввиду того что данные дома являются экспериментальными проектами, они все равно подключены к системам центрального теплоснабжения.

Целью данной работы является анализ сетей централизованного снабжения Беларуси и поиск путей их оптимизации для достижения наибольшей энергоэффективности в выработке, транспортировке и использовании тепловой энергии.

Автор высказывает большую благодарность авторам проектов строительства экспериментальных энергоэффективных жилых домов в городах Гродно, Минске и Могилеве: РУП «Институт жилища – НИПТИС им. С.С. Атаева», УП «Институт Гродногражданпроект», команде проекта ПРООН-ГЭФ «Повышение энергоэффективности жилых зданий в Республике Беларусь» и ее руководителю Гребенькову А.Ж., а также экспертам: Данилевскому Л.Н. – заместителю директора ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.», Голубовой О.С. – заведующей кафедрой «Экономика строительства» БНТУ, Терехову С.В. – заведующему отделом энергоэффективных технологий в строительстве ГП «Институт жилища НИПТИС им. Атаева С.С.», Пилипенко В.М. – директору Государственного предприятия «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.», заместителю Председателя Белорусского Союза строителей, национальный эксперт проекта ПРООН-ГЭФ, национальным экспертам проекта ПРООН-ГЭФ: Жидовичу И.С., Молочко А.Ф., Соколовскому Л.В., Дюсьмикееву А.Б. Покотилу В.В. и многим другим коллегам за предоставленную информацию, помощь и поддержку в поиске направлений повышения экономической эффективности мероприятий, обеспечивающих повышение энергоэффективности жилых зданий.

1. Существующие системы централизованного теплоснабжения жилых зданий в Республике Беларусь

Теплоснабжение — система обеспечения теплом зданий и сооружений, предназначенная для обеспечения теплового комфорта для находящихся в них людей или для возможности выполнения технологических норм.

По месту выработки теплоты системы теплоснабжения делятся на:

- централизованные (источник тепловой энергии работает на теплоснабжение группы зданий и связан тепловой сетью с приборами потребления тепла);
- децентрализованные.

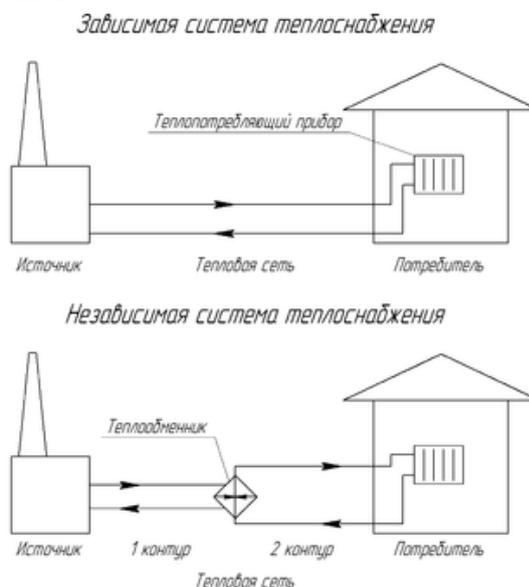


Рисунок 1.1 Принципиальные схемы систем теплоснабжения по способу подключения к ним систем отопления

Источник: Свободная энциклопедия [1]

Децентрализованные системы теплоснабжения, в свою очередь, делятся на:

- индивидуальные (теплоснабжение каждого помещения или группы помещений (квартиры) от отдельного источника теплоты);
- местные (теплоснабжение каждого здания от отдельного источника теплоты).
- По роду теплоносителя в системе:
 - водяные;
 - паровые.

По способу подключения системы отопления к системе теплоснабжения:

- зависимые (теплоноситель, нагреваемый в теплогенераторе и транспортируемый по тепловым сетям, поступает непосредственно в теплопотребляющие приборы);
- независимые (теплоноситель, циркулирующий по тепловым сетям, в теплообменнике нагревает теплоноситель, циркулирующий в системе отопления).
- По способу присоединения системы горячего водоснабжения к системе теплоснабжения:
 - закрытая (вода на горячее водоснабжение забирается из водопровода и нагревается в теплообменнике сетевой водой);
 - открытая (вода на горячее водоснабжение забирается непосредственно из тепловой сети).

Периодически в каждой системе могут происходить сбои в силу различных причин, физических, химических и механических. Основной причиной является накопление солей металлов и окислов (говоря простыми словами – накипи), в результате чего снижается эффективность работы системы, потребитель получает недостаточное количество тепловой энергии. Кроме того, срок эксплуатации может снижаться в 3 раза, что требует новых затрат на ремонт и установку нового оборудования.

Для того, чтобы избежать проблем с системами отопления в зимний период, в отопительный сезон, в Беларуси проводятся различные виды работ по очистке труб с помощью различных видов промывки, механической очистки, что позволяет увеличивать срок службы тепловых приборов и обеспечивать высокое качество услуг.

В Республике Беларусь разработана концепция развития теплоснабжения, принятая в 2010 году на последующие 10 лет, где рассматриваются основные вопросы по повышению эффективности функционирования систем теплоснабжения, формированию новых идей, обеспечивающих повышение производительности в этой сфере. Поскольку функционирование систем теплоснабжения зависит в основном от экспорта в нашу страну нефти и газа, концепция рассматривает способы повышения эффективности схем теплоснабжения, увеличение качества предоставляемых услуг. Среди таких способов можно выделить улучшение теплоизоляции зданий, трубопроводов, применение автоматизированных систем регулировки.

Жилой сектор Республики Беларусь потребляет 41,7% тепловой энергии (по данным БелСтат на 2016 год)

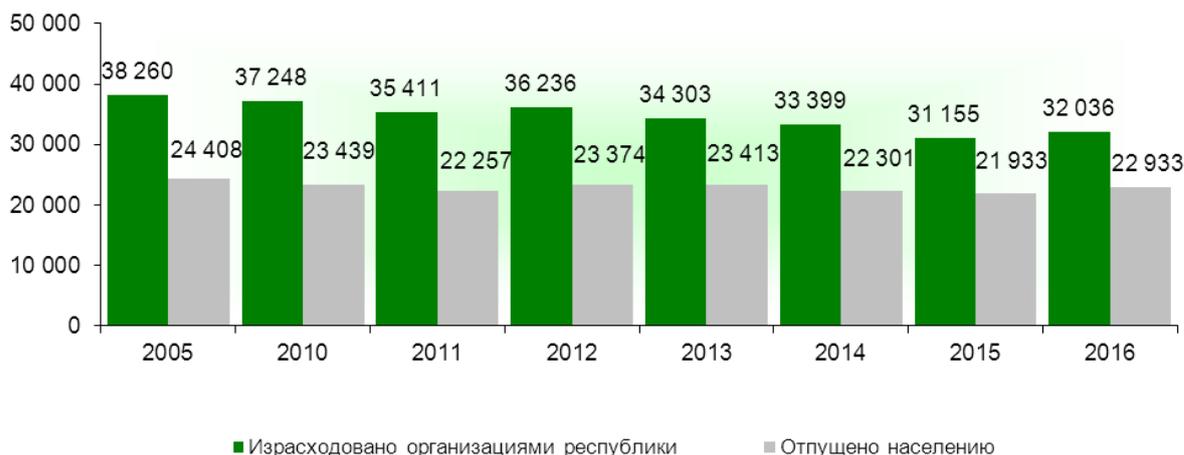


Рисунок 1.2 Динамика потребления тепловой энергии, тыс. Гкал.
Источник: по данным Национального статистического комитета ²

Распределение выработки тепловой энергии в Республике Беларусь по видам производителей, выглядит следующим образом на рисунке 1.3.

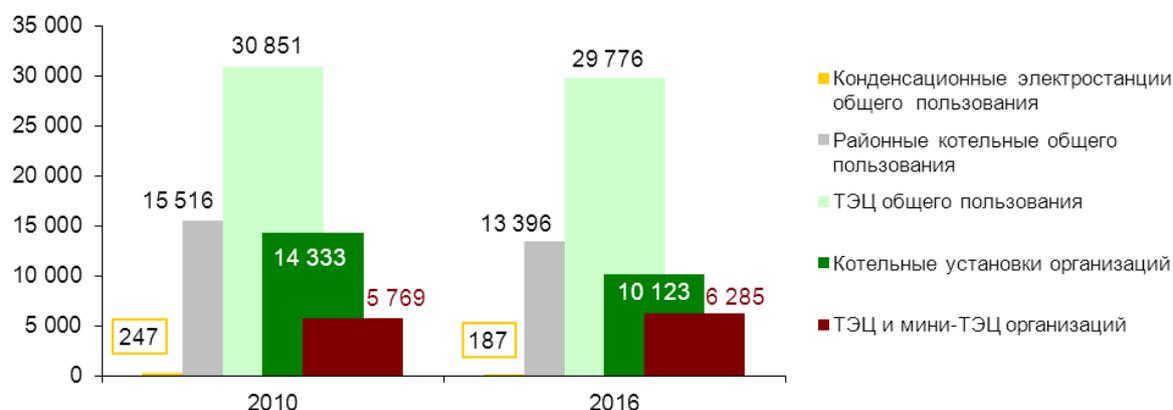


Рисунок 1.3 Производство тепловой энергии по категориям производителей, тыс. Гкал.

Источник: по данным Национального статистического комитета ³

Данные на Рисунке 1.3 показывают, что порядка 50% всей тепловой энергии вырабатывается на ТЭЦ общего пользования.

Принципиальная схема теплоснабжения состоит из трех элементов:

- производство тепловой энергии;
- транспортировка тепловой энергии;
- потребление и учет.

Каждый из этих элементов является отдельным объектом энергосбережения.

² http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/energeticheskaya-statistika/graficheskii-material-grafiki-diagrammy/dinamika-potrebleniya-teplovei-energii/index.php?sphrase_id=399905

³ http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/energeticheskaya-statistika/graficheskii-material-grafiki-diagrammy/proizvodstvo-teplovei-energii-po-kategoriyam-proizvoditelei-v-2005-i-2012-godah/index.php?sphrase_id=399905

2. Системы производства тепловой энергии для жилых зданий

Как известно, в Республике Беларусь, в отличие от большинства развитых стран мира, основное количество тепловой энергии вырабатывается центральной системой теплоснабжения. В каждом из трех ее элементов - теплоисточнике, системе транспортировки и потребителе - теряется огромное количество тепла.

Теплоисточник - это, в основном, котельные и ТЭЦ. На сегодняшний день в республике функционируют около 24 500 отопительных и отопительно-производственных котельных. Только 550 из них можно отнести к котельным средней и большой мощности (производительностью более 10 Гкал/ч), работающих с КПД 90% и более. Эти котельные производят около 20 млн Гкал тепловой энергии в виде пара и перегретой воды в год, что составляет около 24% всей произведенной тепловой энергии. Около 22 млн Гкал тепловой энергии производится на мелких котельных, работающих с КПД менее 80%. Выработанная этими котельными энергия составляет 29% всей произведенной. Остальная тепловая энергия, составляющая около 47%, вырабатывается ТЭЦ. И почти треть тепловой энергии производится на маломощных котельных с низким КПД, что приводит к значительным потерям топлива в масштабах республики. Только за счет увеличения КПД котлов малой мощности на 10% можно сберечь около 0,5 млн т условного топлива в год⁴.

В Республике Беларусь в системах центрального теплоснабжения в качестве источников тепла используются:

- ТЭЦ (теплоэлектроцентрали, обеспечивающие комбинированную выработку тепловой и электрической энергии);
- котельные установки большой мощности (вырабатывают только тепловую энергию);
- устройства, предназначенные для утилизации промышленных тепловых отходов.

ТЭЦ

Комбинированное производство тепла и электроэнергии (ТЭЦ), также называемое когенерацией, является процессом одновременного производства электрической и тепловой энергии. Это означает, что тепло, вырабатываемое для производства электроэнергии, регенерируется и используется. Процесс производства на ТЭЦ может базироваться на использовании паровых или газовых турбин, или двигателей внутреннего сгорания. Первичным источником для производства энергии может быть широкий диапазон топлив, включая биомассу, отходы и ископаемые виды топлива, а также, геотермальная или солнечная энергия. Основная задача ТЭЦ - производить энергию наиболее экономически выгодным путем. Поэтому,

⁴ <http://www.nestor.minsk.by/sn/1999/13/sn91316.htm>

комбинированное производство тепла и электроэнергии должно быть дешевле альтернативных способов. Доходность различных вариантов производства должна быть предварительно оценена для полного периода эксплуатации электростанции. ТЭЦ обычно требует больших инвестиций, чем обычные технологии производства энергии, но она потребляет меньше топлива.

В результате, ТЭЦ более дешевы в эксплуатации, чем электростанции схожей мощности. Тепло, производимое ТЭЦ, может использоваться как для централизованного теплоснабжения жилых районов, так и для промышленных нужд. Передача тепла на длинные расстояния является дорогостоящей. Поэтому лучше строить ТЭЦ близко к населенным пунктам и промышленным объектам, где тепловая энергия будет использоваться.

ТЭЦ максимально используют энергию сгорающего топлива, производя электричество и тепло с минимальными потерями. Их КПД достигает 80 - 90 процентов. В то время, как обычные конденсационные электростанции достигают КПД 35 - 40 процентов.

ТЭЦ имеют высокий уровень отказоустойчивости, позволяя не прерывать процесс производства энергии. В то же самое время, ТЭЦ высоко автоматизированы, таким образом, минимизируя число требуемого персонала и сокращая затраты на эксплуатацию и обслуживание.

Производство электричества и тепла могут быть легко приведены в соответствие с уровнем потребления, который может изменяться очень быстро.

В комбинированном производстве тепловой и электрической энергии может использоваться широкий спектр видов топлива, включая низкокалорийное и влажное, например, промышленные отходы и биотопливо. Оптимальная комбинация различных видов топлива определяется для каждой ТЭЦ в отдельности, в зависимости от местной ситуации с топливом. Обычно используются следующие виды топлива: природный газ, уголь, промышленные газы, торф и другие виды возобновляемых ресурсов (например, отходы деловой древесины, муниципальные отходы и древесная щепа). Мазут используется в небольших количествах, обычно в качестве подсветки для других топлив.

Традиционно, использование биотоплива при когенерации, связано с технологическими процессами лесной промышленности. По многим причинам, ТЭЦ - идеально подходит для использования биотоплива. Поскольку их теплотворная способность низка, а транспортировка дорогостояща, они имеют тенденцию быть местными видами топлива.⁵

Котельные большой мощности

Котельные большой мощности применяются для обеспечения потребителей централизованным теплоснабжением, для отопления

⁵ <http://www.combienergy.ru/stat/966-TEC-nadejnyy-istochnik-proizvodstva-energii>

промышленных предприятий и жилого фонда. Мощность таких систем может достигать отметки в десятки МВт.⁶

Основная особенность котельных большой мощности заключается в сфере их использования. Они возводятся для обеспечения теплом и горячим водоснабжением комплексов зданий, микрорайонов или даже районов. С точки зрения экономической выгоды, их эксплуатация, разумеется, куда более рентабельна, чем применения котельных малой или средней мощности: они обладают более высоким КПД, меньше загрязняют окружающую среду, имеют более низкий расход топлива, проще в обслуживании, требуют для работы меньший штат персонала. Вместе с тем, они могут быть полностью оснащены приборами автоматизации и контроля, что в сочетании с соблюдением правил делает их достаточно безопасными и надёжными. Кроме того, строительство одной высокомошной котельной обходится значительно дешевле, чем конструирование нескольких менее мощных котельных.

Допускается использование в котельных большой мощности водогрейных котлов мощностью до 60 МВт и паровых до 35 т/ч.

Разумеется, наиболее эффективной установкой для обеспечения теплом и ГВС целых районов является теплоэлектроцентраль ТЭЦ, способная единовременно вырабатывать не только тепло, но и электрическую энергию.

В настоящее время котельные большой мощности обеспечивают теплом около 40% населения; остальные получают теплоснабжение от ТЭЦ и автономных котельных.

Виды котельных большой мощности

По своей классификации они не отличаются от других разновидностей тепловых установок. Выделяют:

- отдельно стоящие стационарные или блочно-модульные котельные;
- пристроенные к отапливаемому объекту;
- встроенные в отапливаемый объект;
- крышные котельные.

Также они могут быть исключительно отопительными, исключительно производственными или комбинированными — отопительно-производственными, что весьма выгодно для предприятий, на которых постоянно работают люди, и которые имеют рядом относящиеся к производству жилые здания.

Большой популярностью сегодня пользуются блочно-модульные котельные большой мощности, весьма дешёвые в производстве, простые в эксплуатации и при желании транспортабельные. Они собираются на заводе, доставляются к месту установки в практически готовом виде и требуют всего несколько дней на монтаж и пусконаладочные работы.

⁶ <https://www.kotel-modul.ru/useful/ku-bolshoy-moshchnosti-i-ikh-osobennosti>

Утилизация промышленных тепловых отходов

Утилизация промышленных тепловых отходов, рассматривается как метод оптимизации работы оборудования на предприятии и повышения рентабельности за счет снижения затрат на технологический нагрев. Ввиду вышеперечисленного данный метод малоэффективен для использования в сетях централизованного отопления жилых зданий.

Основными видами топлива для котельных и ТЭЦ являются:

- дрова (высушенная древесина);
- торф топливный;
- брикеты и полубрикеты торфяные;
- уголь;
- топочный мазут;
- газ природный, включая попутный.

Удельная теплота сгорания топлива:⁷

- Высушенная древесина - 14,24 МДж/кг;
- Торф (W=40%) – 12,10 МДж/кг;
- Торф брикеты (W=15%) – 17,58 МДж/кг;
- Уголь - 27,26 МДж/кг;
- Мазут – 40.61 МДж/л;
- Газ природный - 33,50 МДж/м³.

Рыночные цены на топливо на май 2018 года:

- Дрова – 3,80 BYN/м³=7,6 BYN/т (плотность древесины 500кг/м³)⁸
- Торф (W=40%) – 7 BYN/т⁹
- Торф брикеты (W=15%) – 70 BYN/т¹⁰
- Уголь - 1100¹¹ рос руб/т=36,22 BYN/т (по курсу НБРБ на 19.04.2018)¹²
- Мазут топочный 100, 3,00%, зольный, 25*С - 2400¹³ рос руб/т=79,02 BYN/т (по курсу НБРБ на 19.04.2018)
- Газ - 143,54¹⁴ \$/тыс м³ = 0,29 BYN/ м³ (по курсу НБРБ на 19.04.2018)

⁷ <http://ecoles-nn.ru/tablitza-teplotvornosti/>

⁸ <https://krovli.club/strojmaterialy/plotnost-drevesiny>

⁹ <https://www.pulscen.by/price/410705-torf>

¹⁰ <https://flagma.by/torfyanoy-briket-so1191489-1.html>

¹¹ <http://prominvest19.ru/price>

¹² <https://www.nbrb.by/>

¹³ https://www.neft-product.ru/price_product_search-637-1.html

¹⁴ <https://www.sb.by/articles/stoimost-rossiyskogo-gaza-dlya-belarusi-v-2018-godu-snizitsya.html>

Таблица 1.1. – Стоимость 1МДж энергии

Вид топлива	Удельная теплота сгорания топлива, МДж/ед	Рыночные цены на топливо, BYN/ед	Стоимость 1 МДж теплоты, BYN
Дрова	14,24	7,6	0,5337
Торф	12,1	7	0,5785
Торфяные брикеты	17,58	70	3,9818
Уголь	27,26	36,22	1,3287
Мазут	40,61	79,02	1,9458
Природный газ	33,5	0,29	0,0087

Источник: собственная разработка автора на основании [6. 7. 8. 9. 10. 11]

Усредненный КПД различных систем выработки тепла с применением различных видов топлива приведен на рисунке 2.1. Данные диаграммы показывают, что с 2010-ого по 2016-ый годы эффективность выработки тепла путем сжигания различных видов топлива неуклонно растет. Это свидетельствует о серьезной работе, проводимой в области энергосбережения и энергоэффективности в республике, а также постоянной модернизации систем выработки тепловой энергии.

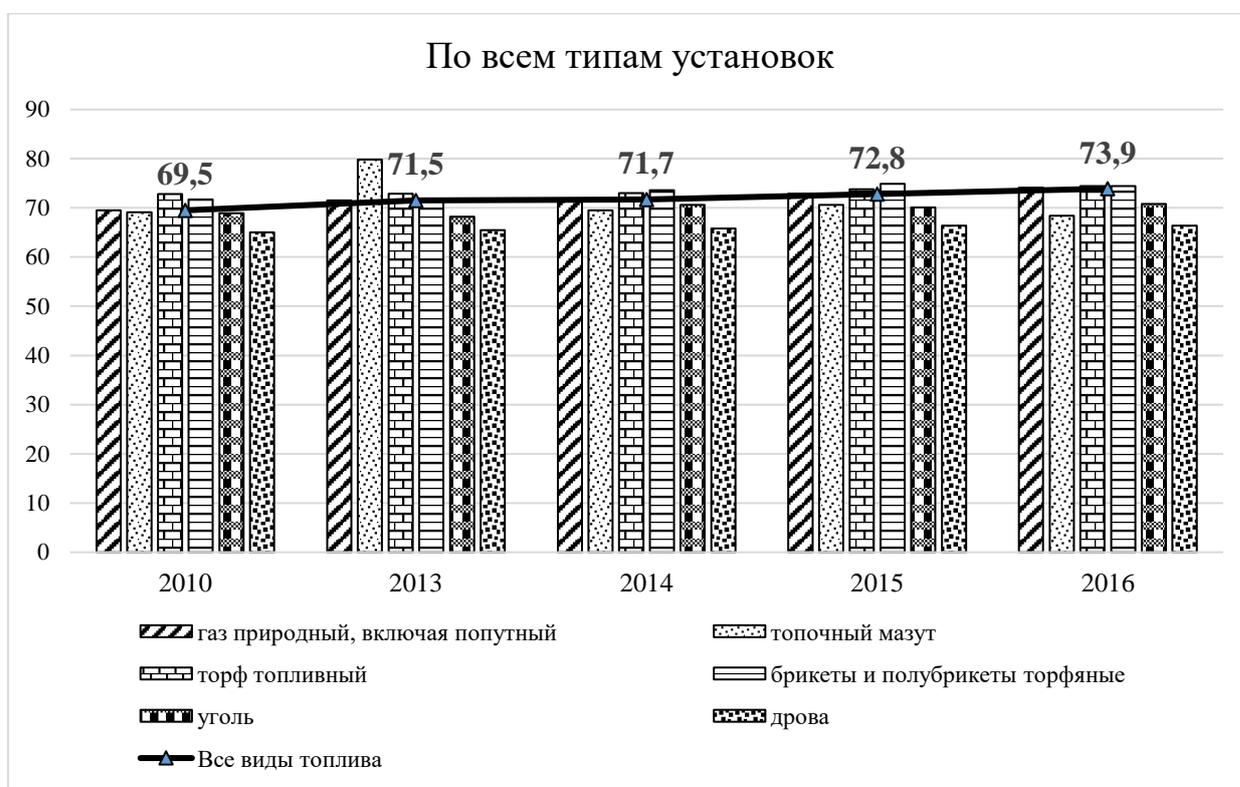


Рисунок 2.1 Усредненная эффективность выработки тепла по всем видам установок, %.

Источник: собственная разработка автора по данным Национального статистического комитета [2]

Эффективность выработки тепла на ТЭЦ общего пользования в процентах показано на рисунке 2.2.

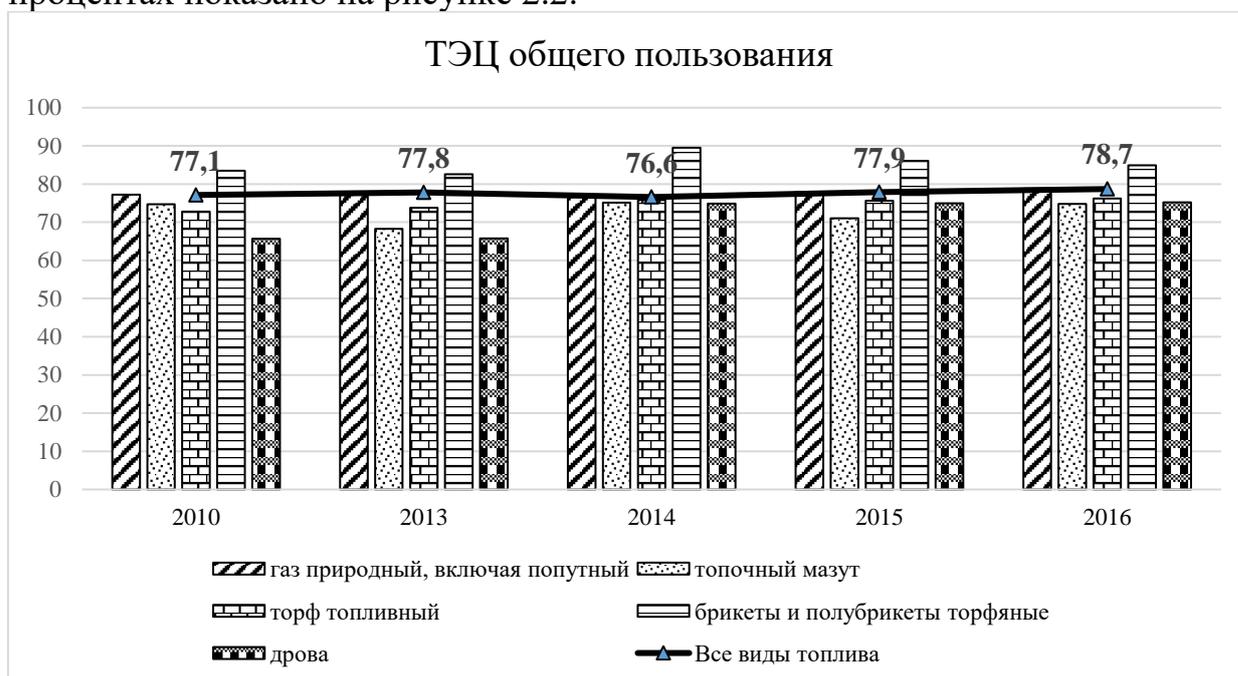


Рисунок 2.2 Эффективность выработки тепла на ТЭЦ, %.

Источник: Собственная разработка автора по данным Национального статистического комитета [2]

На рисунке 2.3 показана эффективность выработки тепла на ТЭЦ и мини ТЭЦ организаций в процентах.

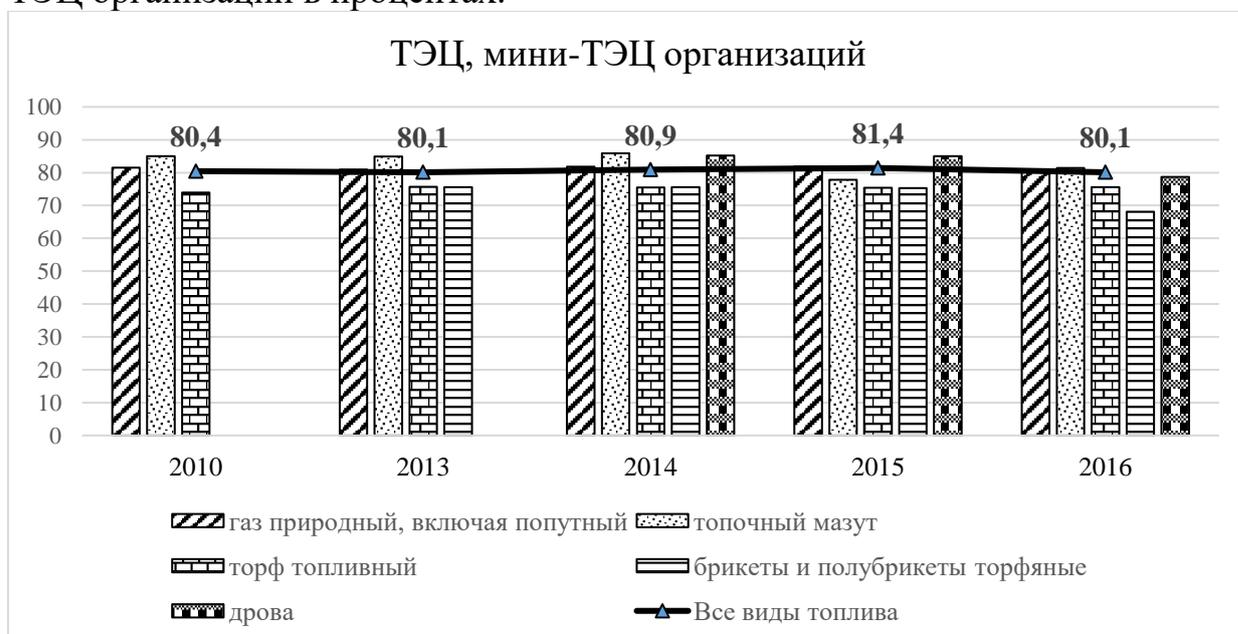


Рисунок 2.3 Эффективность выработки тепла на ТЭЦ и мини ТЭЦ организаций, %.

Источник: собственная разработка автора по данным Национального статистического комитета [2]

По данным Национального статистического комитета эффективность выработки тепла на районных котельных общего пользования представлена на рисунке 2.4.

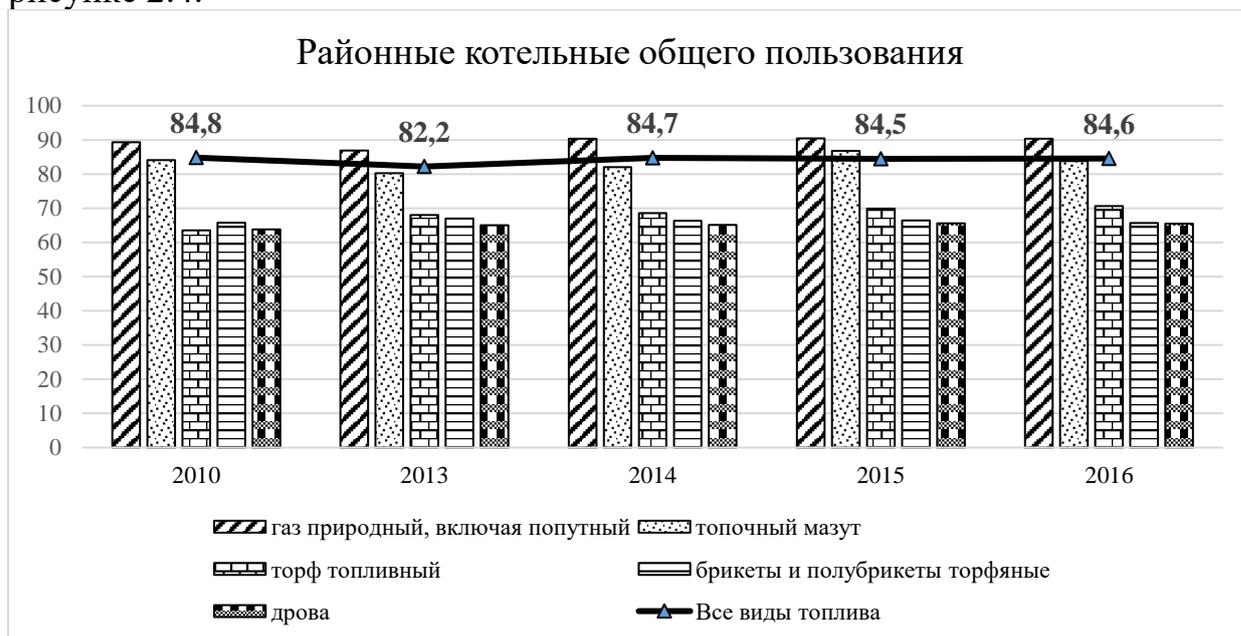


Рисунок 2.4 Эффективность выработки тепла на районных котельных, %.

Источник: собственная разработка автора по данным Национального статистического комитета [2]

Эффективность выработки тепла на котельных установках организаций в процентах отображена на рисунке 2.5.

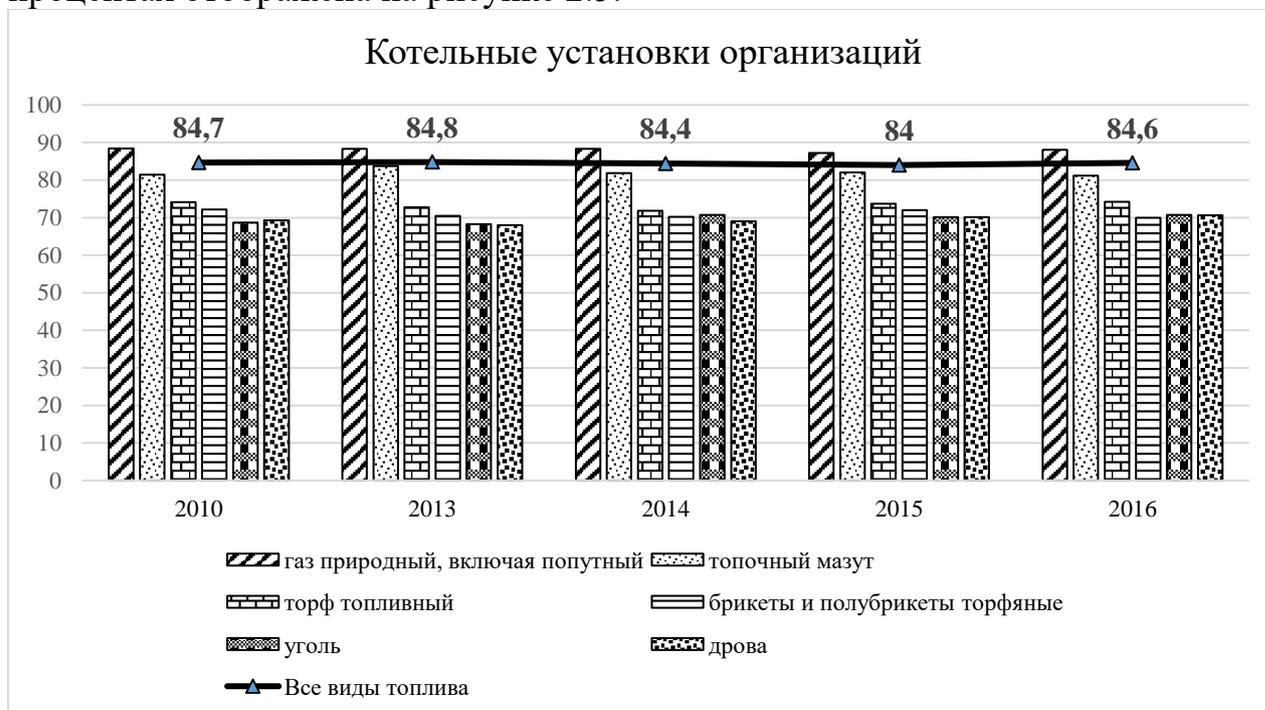


Рисунок 2.5 Эффективность выработки тепла на котельных установках организаций, %.

Источник: собственная разработка автора по данным Национального статистического комитета [2]

Исходя из приведенных выше данных на данный момент с текущими ценами на энергоносители, наиболее эффективным с точки зрения экономичности является выработка тепла при сжигании природного газа на районных котельных. Необходимо отметить, что стоимость природного газа имеет постоянную тенденцию к росту. Министерство энергетики Республики Беларусь также рассматривает варианты снижения потребления природного газа за счет энергоэффективных мероприятий и отмечает в своей статистике, что на 2016 год снижение потребления природного газа составило 1,7 млрд.куб.м.¹⁵, что показано на рисунке 2.6.



Рисунок 2.6 Потребление газа энергоснабжающими организациями ГПО «Белэнерго», млрд.куб.м

Источник: По данным Министерства энергетики Республики Беларусь [13]

Энергоэффективные здания с технологическим оборудованием, способным проводить тепловую энергию, являются одним из вариантов поддержки тенденции к снижению потребления природного газа, который на данный момент является наиболее экономически выгодным вариантом производства тепловой энергии, хоть и не самым экологичным.

¹⁵ http://minenergo.gov.by/o_ministerstve/infografika/

3. Системы транспортировки тепловой энергии до жилых зданий

Вторая составляющая системы - транспорт и распределение тепла - осуществляется по магистральным и внутриквартальным тепловым сетям с помощью насосных станций и тепловых сетей, центральных и индивидуальных тепловых пунктов. Потери тепла при транспортировке составляют до 25%, при эксплуатации жилищно-коммунальными службами (вследствие плохой теплоизоляции, высокого теплоизлучения самих труб, бесканальной прокладки трубопроводов) - доходят до 50%. Это десятки миллионов долларов ежегодных потерь, не говоря уже о тех неудобствах, с которыми сталкиваются потребители [4].

Тепловые сети являются важным элементом системы снабжения бытовых и производственных помещений энергией посредством передачи горячих растворов по каналам труб. Транспортировка тепловой энергии должна быть просчитана с учетом минимизации потерь, по кратчайшему пути прокладки коммуникаций, для баланса финансовых затрат на монтаж, эксплуатационное обслуживание и эффективность, долговечность работы. Разработка проекта должна заканчиваться его безупречной реализацией, а также тестированием всех систем на прочность.¹⁶ Обычно тепловая энергия, переданная котельной теплоносителю, поступает в теплотрассу и следует на объекты потребителей. Величина КПД данного участка обычно определяется следующим:

- КПД сетевых насосов, обеспечивающих движение теплоносителя по теплотрассе;
- потерями тепловой энергии по длине теплотрасс, связанными со способом укладки и изоляции трубопроводов;
- потерями тепловой энергии, связанными с правильностью распределения тепла между объектами-потребителями, т.н. гидравлической настроенностью теплотрассы;
- периодически возникающими во время аварийных и нештатных ситуаций утечками теплоносителя.

При разумно спроектированной и гидравлически налаженной системе теплотрасс, удаление конечного потребителя от участка производства энергии редко составляет больше 1,5-2 км и общая величина потерь обычно не превышает 5-7%. Однако:

- использование сетевых насосов с низким КПД практически всегда приводит к значительным непроизводительным перерасходам электроэнергии.
- при большой протяженности трубопроводов теплотрасс значительное влияние на величину тепловых потерь приобретает качество тепловой изоляции теплотрасс.
- гидравлическая налаженность теплотрассы является основополагающим фактором, определяющим экономичность ее

¹⁶ <http://remenergo.net/transportirovka-teplovoj-energii>

работы. Подключенные к теплотрассе объекты теплопотребления должны быть правильно шайбированы таким образом, чтобы тепло распределялось по ним равномерно. В противном случае тепловая энергия перестает эффективно использоваться на объектах потребления и возникает ситуация с возвращением части тепловой энергии по обратному трубопроводу на котельную. Помимо снижения КПД котлоагрегатов это вызывает ухудшение качества отопления в наиболее отдаленных по ходу теплосети зданиях.

- если вода для систем горячего водоснабжения подогревается на расстоянии от объекта потребления, то трубопроводы трасс обязательно должны быть выполнены по циркуляционной схеме. Присутствие тупиковой схемы фактически означает, что около 35-45% тепловой энергии, идущей на нужды ГВС, затрачивается впустую.

Для производства плановых ремонтных работ требуется ежегодное отключение теплосетей для профилактического ремонта, разбивающего год на два сезона - отопительный и "неотапливаемый". Отопительный сезон в приказном порядке заканчивается 15 мая и начинается, также невзирая на мнения и погоду, в октябре. Испытания теплосетей проводятся "вслепую", т. е. прежде чем обнаружится прорыв, ремонтные службы разрывают большой участок трубопровода, отключая водоснабжение на длительный срок, а в некоторых случаях - на целое лето. Продолжая регулярно оплачивать счета за коммунальные услуги по горячему водоснабжению, потребители вынуждены ежедневно самостоятельно греть воду.

В целом по стране, ежегодно предприятиями ЖКХ и «Белэнерго» с применением ПИ-труб осуществляется замена 700-800 км тепловых сетей. И если в 2009-м году объем тепловых потерь в сетях составлял 22%, то на 2014 год этот показатель снизился до 18% (с учетом эксплуатации и старых, и новых ПИ-трубопроводов). Для сравнения: если при эксплуатации ПИ-труб тепло потери составляют 5–7%, то при эксплуатации старых труб, как правило, они превышают 20%. Полная замена теплосетей обеспечит снижение тепловых потерь в сетях до 12-14%.

В 2014-м году проходил семинар «Эффективное теплоснабжение: модернизация трубопроводов тепловых сетей. Опыт применения ПИ-труб: проблемы и перспективы». Все участники семинара отметили, что использование ПИ-труб – однозначно верная практика, поскольку при соблюдении всех требований к организации производственного процесса, выполнении правил монтажа и условий эксплуатации ПИ-трубопроводы отличаются надежностью и долговечностью (фактический срок их службы в 2-3 раза выше, чем у традиционных), дают возможность сократить эксплуатационные затраты в 3,5-4 раза, поскольку практически не требуют обслуживания. Кроме того, ПИ-трубопроводы не требуют применения железобетонного канала для прокладки. А главное – позволяют значительно снизить объем тепло потерь благодаря наружному слою изоляции,

обладающему низким показателем теплопроводности и препятствующему коррозии. При реконструкции теплосети и замене «традиционных» труб на предварительно изолированные только на 1000 м ПИ-трубопровода можно сэкономить 4-5 тыс. долларов США (в зависимости от диаметра трубы). По оценкам специалистов, на сегодняшний день с учетом проложенных ранее ПИ-труб Беларусь ежегодно экономит свыше 30 млн долларов. К тому же, за 17 лет эксплуатации с ПИ-трубами практически не возникало инцидентов, они, как правило, находятся в хорошем состоянии, что подтверждается системой контроля.

В нормативных документах закреплён срок эксплуатации ПИ-труб в 30 лет, хотя в некоторых источниках утверждается, что они могут работать и 50 лет.¹⁷ Результатом планомерной замены трубопроводов на предварительно изолированные стали цифры, приведенные в данных Электроэнергетического совета СНГ. Потери в тепловых сетях Республики Беларусь на сегодняшний день составляют 9,16% что более чем в 2 раза ниже чем в 2009 году.¹⁸

17

https://energobelarus.by/articles/tekhnologii/primenenie_pi_trub_v_belarusi_effektivnaya_modernizatsiya_ili_beg_s_prepyatstviyami/

¹⁸ http://minenergo.gov.by/o_ministerstve/infografika/

4. Учет расхода тепловой энергии жилых зданий

Снижение потребления тепловой энергии, как зданием, так и системами инженерного оборудования особенно важно при ограниченных в Республике Беларусь запасах природных топливно-энергетических ресурсах и росте мировых цен на них.¹⁹

Доля расходуемых энергоресурсов на отопление зданий составляет более 35% топливно-энергетического баланса Беларуси. Это обуславливает необходимость в создавшейся ситуации, прежде всего, снижать основные составляющие общих расходов теплоты отапливаемых зданий, доля которых по²⁰ в общем резерве снижения расходов топливно-энергетических ресурсов для зданий представлены на рисунке 4.1

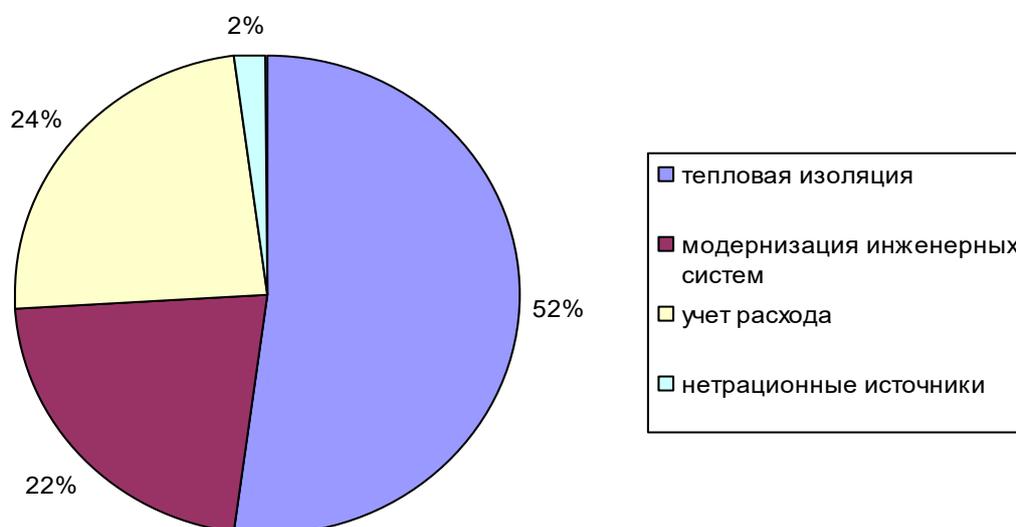


Рисунок 4.1 Источники энергосбережения в жилых и общественных зданиях
Источник: По данным Министерства энергетики Республики Беларусь [18]

Нормативно-законодательная база Республики Беларусь²¹ предусматривает два варианта организации индивидуального учета в жилых домах в зависимости от разводки труб системы отопления. При горизонтальной (поквартирной) разводке для индивидуального учета в большинстве случаев применяются квартирные счетчики тепла, а в системах с вертикальной разводкой используются радиаторные счетчики-

¹⁹ <http://jreomos.komplat.by/userfiles/doc/%D0%98%D0%9F%D0%A3.doc>

²⁰ Колесников А.И. Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях / А.И. Колесников, М.Н. Федоров, Ю.М. Варфоломеев – М.: ИНФРА-М, 2005, – 124 с.;

²¹ «Методические рекомендации» разработанные «Институтом «Белжилпроект» и утвержденные приказом Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь от 30.08.2011 № 116

распределители. При этом в обоих случаях обязательным элементом является общедомовой (групповой) счетчик тепла на отопление, по показаниям которого производятся расчеты с поставщиком тепловой энергии. Индивидуальный (квартирный) учет тепла в сочетании с индивидуальным регулированием в жилых домах дает возможность экономить тепловую энергию в квартирах от 5 до 30% и оплачивать в соответствии с ее фактическим потреблением.

Заинтересованность в экономном расходовании теплоэнергии будет расти по мере увеличения ее стоимости для населения. На сегодняшний день тарифы для населения не отражают реальной стоимости энергии. По этой причине внедрение поквартирного учета продвигается медленно. Потребителю нужен стимул, желательно выраженный в конкретной сумме денежных знаков. Очередное повышение тарифа на отопление произошло с 1 января 2018 года – до 16.9259 рублей за Гкал. При этом экономически обоснованные затраты на производство 1 Гкал составляют 81.4200 рублей. Таким образом, жители оплачивают 20,79% от потребленного тепла.

5. Выработка тепловой энергии внутри дома

Учитывая современные тенденции по повышению энергоэффективности домов, рассчитаем стоимость одной Гкал тепла вырабатываемой пилотными энергоэффективными зданиями в городах Гродно, Минск и Могилев.

Таблица 5.1. – Стоимость 1 Гкал тепловой энергии, выработанной энергоэффективным домом

	Гродно	Минск	Могилев
Годовая выработка тепловой энергии, Гкалл	668,96	370,28	721,4
Общая площадь, м ²	9896	9209	13889
Выработка энергии на 1 м ²	0,07	0,04	0,05
Единоновременные первоначальные затраты, дол США	951 495,83	653 826,11	1 344 496,65
Стоимость обслуживания, дол. США	17079,3675	13231,455	19 232,04
Стоимость 1Гкалл без учета инвестиционной составляющей, дол. США	25,5312	35,7336	26,6593
Стоимость 1Гкалл с учетом инвестиционной составляющей, 15лет амортизация, дол. США	120,3546	153,4511	150,9082
Стоимость 1Гкалл без учета инвестиционной составляющей, руб	51,3	71,8	53,57
Стоимость 1Гкалл с учетом инвестиционной составляющей, 15лет амортизация, руб	241,83	308,33	303,22

Источник: по данным: отчет Сравнительный анализ экономической эффективности проектных решений, заложенных в проектно-сметной документации для трех пилотных зданий, Голубова О.С.

Данный расчет показывает стоимость 1Гкал тепла с учетом инвестиционной составляющей и без нее.

Необходимо отметить, что выработка тепловой энергии энергоэффективными домами проекта является дополнительной к используемой тепловой энергии из центральных источников, то есть не обеспечивает полного объема необходимой к потреблению тепловой энергии.

Заключение

Цель повышения энергоэффективности системы отопления в целом должна быть достигнута комплексным походом на всех этапах производства, транспортировки, распределения и учета тепловой энергии. Сложность состоит в том, что отсутствует доступ к информации о потерях, снижению эффективности и отдачи производства, транспортировки, распределения и учета тепловой энергии.

Наилучшим методом выработки тепла является сжигание природного газа на районных котельных, однако при выработке тепловой энергии на ТЭЦ наблюдается не значительное уменьшение КПД при дополнительной выработке электроэнергии, что является более экономически выгодным.

Для минимизации потерь тепла при доставке потребителю, необходимо модернизировать тепловые сети и использовать предварительно изолированные трубы, которые позволяют сократить затраты на обслуживание сетей при повышении уровня теплоизоляции.

Для наилучшего учета данных о потреблении тепловой энергии целесообразно устанавливать приборы учета тепла на вырабатывающей станции, промежуточных распределительных узлах и у конечных потребителей. Организация учета расходов теплоты в каждой квартире способствует тому что жители начинают экономить, что в свою очередь приводит к снижению расходов теплоты здания в целом.

Реальными преимуществами локального производства тепла перед системой центрального отопления являются: значительное снижение потребления топлива либо использование возобновляемого источника; возможность автоматического регулирования подачи тепла в зависимости от погоды или по времени; возможность регулирования подачи тепла в различные помещения здания, исключение перебоев в обеспечении горячей водой, связанных с ежегодным ремонтом тепловых сетей.

В соответствии с стратегией развития строительной отрасли на 2018-2030 годы одним из видений будущего развития промышленности строительных материалов является децентрализация теплоснабжения, увеличение спроса на локальные и автономные системы теплоснабжения жилых и нежилых помещений (локальные котельные и индивидуальные тепловые коллекторы), рекуперация тепла, использование возобновляемых источников энергии. Данная тенденция будет усиливаться по мере ликвидации перекрестного субсидирования в сфере жилищно-коммунальных услуг; обеспечения свободного ценообразования и формирование конкуренции поставщиков в данном сегменте; реализации программ государственной поддержки реализации мероприятий энергосбережения.

Традиционно принято считать, что локальные отопительные системы подходят только для малого домостроения. Однако результаты пилотных проектов ПРООН/ГЭФ многоэтажных жилых домов в Могилеве, Гродно и

Минске показывают, что применение тепловых насосов, системы рекуперации, системы серых стоков, солнечных гелиоколлекторов отлично вписываются в условиях массового потребления и являются энергоэффективным дополнением к центральному источнику тепловой энергии. Замещение потребления энергии для дома в Гродно составляет 9% для отопления и 22% для горячего теплоснабжения, Минске - 26% для отопления и 71% для горячего теплоснабжения, Могилеве - 33% для отопления и 38% для горячего теплоснабжения.

Хотя энергоэффективные дома, добывающие тепло из альтернативных источников экономически не выгодны при текущих ценах на тепловую энергию и с учетом уже имеющихся тепловых сетей, они являются более экологическими, а также повышают комфорт проживания жильцов. Таким образом рост использования локальных источников жизнеобеспечения зданий и сооружений может изменить подходы по строительству объектов инженерной инфраструктуры, в первую очередь, водо- и теплоснабжения.

Список использованных источников

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%B0%D0%B1%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5>
2. http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/energeticheskaya-statistika/graficheskii-material-grafiki-diagrammy/dinamika-potrebleniya-teplovei-energii/index.php?sphrase_id=399905
3. http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/energeticheskaya-statistika/graficheskii-material-grafiki-diagrammy/proizvodstvo-teplovei-energii-po-kategoriyam-proizvoditelei-v-2005-i-2012-godah/index.php?sphrase_id=399905
4. <http://www.nestor.minsk.by/sn/1999/13/sn91316.htm>
5. <http://www.combienergy.ru/stat/966-TEC-nadejnyy-istochnik-proizvodstva-energii>
6. <https://www.kotel-modul.ru/useful/ku-bolshoy-moshchnosti-i-ikh-osobennosti>
7. <http://ecoles-nn.ru/tablitsa-teplotvornosti/>
8. <https://krovli.club/strojmaterialy/plotnost-drevesiny>
9. <https://www.pulscen.by/price/410705-torf>
10. <https://flagma.by/torfyanoy-briket-so1191489-1.html>
11. <http://prominvest19.ru/price>
12. <https://www.nbrb.by/>
13. https://www.neft-product.ru/price_product_search-637-1.html
14. <https://www.sb.by/articles/stoimost-rossiyskogo-gaza-dlya-belarusi-v-2018-godu-snizitsya.html>
15. http://minenergo.gov.by/o_ministerstve/infografika/
16. <http://remenergo.net/transportirovka-teplovoj-energii>
17. https://energobelarus.by/articles/tekhnologii/primenenie_pi_trub_v_belarusi_effektivnaya_modernizatsiya_ili_beg_s_prepyatstviyami/
18. http://minenergo.gov.by/o_ministerstve/infografika/
19. <http://jreomos.komplat.by/userfiles/doc/%D0%98%D0%9F%D0%A3.doc>
20. Колесников А.И. Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях / А.И. Колесников, М.Н. Федоров, Ю.М. Варфоломеев – М.; ИНФРА-М, 2005, – 124 с.;
21. «Методические рекомендации» разработанные «Институтом «Белжилпроект» и утвержденные приказом Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь от 30.08.2011 №116