

А.Ю. Сейфуллин // *Агроинженерия*. – 2020. – № 4(98). – С. 46–54. – DOI 10.26897/2687-1149-2020-4-46-54.

6. Гусаров, В. А. Перспективы распределенной энергетики / В.А. Гусаров // *Вестник ВИЭСХ*. – 2016. – № 3(24). – С. 77–83.

**Гаркуша К.Э., к.т.н., доцент,
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь
РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
БИОМАССЫ**

Проект централизованного теплоснабжения на биомассе (ВДНР) реализуется Всемирным банком в Республике Беларусь с 2014 года. Он направлен на повышение энергоэффективности систем централизованного теплоснабжения и расширение использования древесной биомассы для замещения природного газа при производстве тепловой и электрической энергии в городах и поселках страны. Проект предполагает строительство 17 котельных и 3 мини-ТЭЦ общей установленной тепловой мощностью 321,65 МВт (из них 175,4 МВт на древесной щепе) и электрической мощностью 3,61 МВт.

Компонент, связанный с производством теплоты на биомассе, включает в себя установку котлов или мини-ТЭЦ, которые работают на древесной щепе или древесных отходах в качестве основного топлива, проектирование и строительство котельных, котлов и вспомогательного оборудования, закупку и установку оборудования для производства древесной щепы и складов для хранения топлива из биомассы.

Компонент, связанный с повышением энергоэффективности систем теплоснабжения, включает в себя реструктуризацию тепловых сетей с заменой устаревших трубопроводов ПИ-трубами и оптимизацию их длины, модернизацию или установку индивидуальных тепловых пунктов, что позволит снизить потребление тепловой энергии в зданиях до 25 процентов, а также модернизацию газовых котлов, которые служат для покрытия пиковых нагрузок.

Для мониторинга достижения прогнозируемой экономии энергии за счет замещения импортируемого газа в течение жизненного цикла проекта (20 лет) составлена Матрица результатов, в которой для каждой котельной или Мини-ТЭЦ обозначена цель – выработка теплоты в МВт·ч за весь период. Мониторинг проводится 2 раза в год, а результаты сравниваются с прогнозными показателями за год.

К началу 2021 года были завершены и введены в эксплуатацию 13 объектов, 5 объектов находились в стадии реализации, а на оставшиеся 2 объекта были заключены контракты.

Мониторинг выработки теплоты на внедренных объектах показал, что не все из них произвели заявленное в технико-экономическом обосновании на строительство (ТЭО) количество теплоты, и не все достигли промежуточных целей проекта.

Для установления причин невыполнения показателей проведены независимый анализ отчетов по ТЭО и оценка эксплуатационной эффективности трех котельных на биомассе, расположенных в Минской области, и двух котельных, расположенных в Могилевской области.

Рассмотрим характерные факторы, которые повлияли на выработку теплоты:

1. Погодные условия.

Нагрузки новых котельных на щепе определялись для погодных условий, взятых по строительным нормам [1]. Фактическая же средняя температура наружного воздуха $t_{н\text{ср}}$ в отопительные периоды 2019 – 2020 гг. оказалась значительно выше нормируемой. Для определения этой температуры можно воспользоваться данными о средних месячных температурах интересующего города из сайта <http://weatherarchive.ru/Pogoda/>.

Рассмотрим влияние погодных условий для выработки котельной агрогородка Кадино, расположенного в Могилевском районе. Климатические параметры наружного воздуха возьмем по г. Могилев. При расчете $t_{н\text{ср}}$ продолжительность отопительного периода примем по нормам [1] 200 суток.

Среднее значение $t_{н\text{ср}}$ за указанный период составляет + 2,7 °С, в то время, как $t_{н\text{ср}}$ в нормах [1] минус 1,5 °С (расчет представлен в табл. 1). В таблице: $t_{вн}$ – температура внутреннего воздуха, °С; $t_{н}$ – среднемесячная температура наружного воздуха, °С; T – продолжительность отопительного периода в конкретный месяц, сут.

Годовое теплотребление на отопление, обеспечиваемое котлами на биомассе, в агрогородке Кадино согласно ТЭО составляет 7577 Гкал. При корректировке этого значения относительно средней температуры 2019 – 2020 гг. получим $Q_0 = 7577 \cdot (18 - 2,7) / (18 - (-1,5)) = 5945$ Гкал. Разница в расчетной и фактической выработке $\Delta Q_0 = 7577 - 5945 = 1632$ Гкал, что составляет 21,5 %; от общей выработки котельной (с учетом системы ГВС) – 18,7 %.

Таблица 1 – Климатические данные за 2019 – 2020 гг. для г. Могилев

Месяцы	$t_{\text{вн.}}$ °C	$t_{\text{н.}}$ °C	T , сут	$t_{\text{н.}}$ °C	T , сут	$t_{\text{н.}}$ °C	T , сут	
		СНБ		2019		2020		
январь	18	-6,8	31	-6,05	31	0,43	31	
февраль	18	-5,8	28	-1,43	28	1,41	29	
март	18	-1,1	31	4,4	31	3,45	31	
апрель	18	5,7	21	7,23	21	5,85	21	
октябрь	18	5,0	28	8,98	28	10,14	28	
ноябрь	18	-0,1	30	3,33	30	3,02	30	
декабрь	18	-4,6	31	1,67	31	-1,29	31	
год	$t_{\text{ср}}$	- 1,5	200	2,3	200	3,1	201	
$t_{\text{ср}}$ за отопительный период 2019 – 2020 гг.							2,7 °C	

Для других котельных, несмотря на различие в мощностях, процентное отношение влияния погодных условий практически совпадает с вышеприведенным.

2. Ошибки расчетов в ТЭО. В качестве исходных данных для расчета принимались договорные нагрузки на отопление и горячее водоснабжение (ГВС) существующих объектов без учета снижения тепловых мощностей в процессе эксплуатации, летние нагрузки ГВС завышались. При этом не учитывалась величина годового производства теплоты котельными в период, предшествовавший составлению отчета ТЭО. Поэтому выработка некоторых котельных была завышена на величину от 5,0 до 18,0 %.

3. Неприсоединение потребителей. В связи со строительством новых котельных на биомассе в ТЭО были учтены, как существующие, так и перспективные тепловые нагрузки. К перспективным объектам относятся новые жилые дома, которые должны были быть построены к концу строительства котельных. Также в ряде населенных пунктов централизованные системы ГВС в многоквартирных

жилых домах отсутствовали, а жители пользовались индивидуальными источниками горячей воды. Поэтому к перспективной отнесена также нагрузка ГВС таких домов.

В результате часть домов не была введена в строй, часть новых домов была оснащена индивидуальными котлами в квартирах, а большая часть жителей, у которых уже были установлены собственные водонагреватели, отказались от услуг ГВС, что повлекло за собой невыполнение цели по выработке теплоты на 10,0–15,0 %.

4. Отказ административных и общественных зданий от услуг ГВС. Часть административных зданий и некоторых учреждений образования отказалась от централизованного ГВС, что снизило выработку теплоты на 2,8–6,8 %.

5. Снижение выработки теплоты в 2020–2021 году из-за пандемии. К объектам, которые «пострадали» от коронавирусной инфекции, относятся санатории, физкультурно-оздоровительные комплексы, сдаваемые в аренду предприятия общественного питания. Недозагрузка таких объектов оценивается величиной от 9,0 до 10,0 %.

К другим причинам, оказавшим влияние на невыполнение целей проекта, относятся: снижение фактической отопительной нагрузки существующих потребителей за счет утепления жилых домов, самостоятельной замены окон жильцами, установки приборов автоматического регулирования; сокращение плановых потерь в тепловых сетях; отсутствие технической возможности подключения систем ГВС из-за ненадлежащего состояния оборудования и инженерных систем внутри зданий; ремонты тепловых сетей с отключением потребителей в летний период; капитальные ремонты в общественных зданиях; неиспользование систем приточной вентиляции в зимний период и пр.

К объективным причинам снижения выработки теплоты новыми котельными на биомассе можно отнести климатические факторы и ситуацию с пандемией Covid-19. Остальные факторы должны были быть учтены при планировании тепловых нагрузок и составлении ТЭО.

Список используемых источников

1. СНБ 2.04.02-2000 Строительная климатология / Министерство архитектуры и строительства РБ – Минск, 2001.