



УМЕНЬШЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ ПРИ СНИЖЕНИИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАФИКА ОТПУСКА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

С.н.с. Беляев А. С.¹, м.н.с. Горбатова Е. К.¹, н.с. Мухин Н. В.¹ (ОАО "ВТИ")

АННОТАЦИЯ. Показан уровень снижения тепловых потерь тепловой сетью при снижении ее температурного графика от 150/70 до 115/70°С.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: тепловая сеть, температурный график тепловой сети, тепловые потери тепловой сети.

Снижение температурного графика тепловых сетей ТЭЦ позволяет уменьшить среднюю температуру отвода тепла из теплосилового цикла и, тем самым, повысить его к.п.д. Повышение к.п.д. цикла с большим запасом перекрывает рост затрат электрической энергии на циркуляцию теплоносителя в присоединенной тепловой сети. В общем случае следует рассматривать два варианта снижения температурного графика: для проектируемых и эксплуатируемых тепловых сетей. В первом случае в проектную документацию закладываются более энергоэффективные решения под ожидаемые тепловые и электрические нагрузки станции. Во втором случае снижение температурного графика позволит увеличить выработку электрической энергии теплофикационной турбиной без снижения отпуска тепловой энергии и увеличения расхода свежего пара, подаваемого на турбину (однако, расход топлива при этом незначительно возрастет, но возрастет в такой степени, что коэффициент использования топлива энергоблоком окажется при пониженном температурном графике тепловой сети выше).

При снижении температурного графика тепловой сети очень значимым оказывается и дополнительный фактор – снижение тепловых потерь. Тепловые потери тепловых сетей индивидуальны для каждой тепловой сети и в первую очередь зависят от ее протяженности. Тепловые потери для малых диаметров трубопроводов Ду25 – Ду50 составляют примерно 0,01% от количества передаваемого тепла для подающего и обратного трубопроводов с каждого погонного метра участка тепловой сети; для диаметров Ду150, Ду200 около 0,001% с каждого погонного метра участка тепловой сети; для диаметров Ду450 – Ду800 – 0,0001%; для еще больших диаметров – меньшие доли удельных потерь. Для действующих тепловых сетей в среднем (с учетом применяемых типов прокладок, протяженности и конфигурации тепловой сети, разных климатических условий и разных материальных характеристик) суммарные среднегодовые потери через теплоизоляционные конструкции трубопроводов тепловой сети составляют 8–25%,

в отдельных случаях из-за нехватки средств на капитальные ремонты и больше, вплоть до 50%. Снижение тепловых потерь тепловыми сетями, уменьшающее текущие тепловые нагрузки турбины, позволяет сократить расход свежего пара на турбину с сохранением электрической мощности турбины. Если уменьшение тепловых потерь происходит за счет снижения температурного графика, при котором увеличивается удельная выработка электроэнергии паром, отбираемым на теплофикацию, то, в случае сохранения электрической мощности турбины, сокращение расхода свежего пара на турбину окажется существенно более значительным.

В нашей стране для тепловых сетей ТЭЦ, как действующих, так и вновь проектируемых, принят температурный график 150/70°С. Далее в статье приведено сравнение температурных графиков 115/70 и 150/70°С.

Вне зависимости от принятого температурного графика скорости сетевой воды в трубопроводах тепловых сетей обычно не выходят из диапазона 0,1...4,0 м/с и наиболее часто находятся в диапазоне 0,8...2,2 м/с. При температурном графике 150/70°С расходы сетевой воды на каждом участке тепловой сети снижаются в 1,8 раза по сравнению с расходами при температурном графике 115/70°С. Учитывая, что площадь проходного сечения трубопроводов с уменьшением их условного диаметра на один номинал снижается в 1,2–1,6 раза, при проектировании для большинства участков тепловых сетей с температурным графиком 150/70°С принимаются меньшие на один номинал диаметры трубопроводов по сравнению с тепловыми сетями на температурный график 115/70°С. С уменьшением диаметров трубопроводов снижаются и тепловые потери от них. Уровень снижения тепловых потерь за счет уменьшения диаметров трубопровода примерно совпадает с уровнем роста потерь из-за увеличения разности температур между теплоносителем и окружающей средой при переходе от температурного графика 115/70°С к температурному графику 150/70°С на стадии проектирования. Поэтому тепловые потери в окружающую среду проектируемой тепловой сети будут примерно одинаковы для двух рассматриваемых

¹ 115280, Москва, ул. Автозаводская, 14

температурных графиков. Согласно расчетам авторов для проектируемой тепловой сети с температурным графиком 115/70°C возможно использовать такие же диаметры трубопроводов, как при температурном графике 150/70°C. Дальнейшее снижение температурного графика потребует увеличения диаметров трубопроводов. Данная причина в первую очередь и определяет нижний предел принимаемого температурного графика при проектировании ТЭЦ на уровне 115/70°C, чтобы не увеличивать металлоемкость тепловых сетей. Естественно, что снижение температурного графика тепловой сети на стадии проектирования без изменения диаметров участков трубопроводов приведет к пониженным тепловым потерям в окружающую среду.

Уровень снижения температурного графика действующей тепловой сети будет определяться ее особенностями. Но, как показала практика, снижение температурного графика действующей тепловой сети ТЭЦ от 150/70 до 115/70°C в большинстве случаев оказывается осуществимым при умеренных капитальных затратах. Особенно большое внимание этому вопросу надо уделять станциям с высоким коэффициентом теплофикации, когда возможность дальнейшего подогрева сетевой воды паром теплофикационных отборов при снижении температуры наружного воздуха ограничивается не достижением максимума расходов пара в отборы, а предельным давлением пара в верхнем теплофикационном отборе (обычно паром отопительных отборов турбин удается нагревать сетевую воду до 115–120°C).

Снижение температурного графика на действующей тепловой сети в сравнении со снижением температурного графика на стадии проектирования приведет к большему уровню понижения тепловых потерь в связи с сохранением теплоизоляционных конструкций, выполненных для более высокотемпературного графика.

Далее представлены результаты расчетов снижения тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции проектируемыми и эксплуатируемыми тепловыми сетями при снижении температурного графика со 150/70 до 115/70°C для четырех

городов России (Ростов-на-Дону, Москва, Архангельск, Иркутск), находящихся в разных климатических условиях.

Расчетная температура наружного воздуха при выбранном температурном графике тепловой сети влияет на скорость изменения температуры теплоносителя в подающем трубопроводе. А температуры грунта и наружного воздуха определяют тепловые потери, зависящие как от абсолютных температур теплоносителя и окружающей среды, так и от перепада температур между теплоносителем и окружающей трубопроводы средой. Для выбранных городов расчетные температуры наружного воздуха, средние за отопительный сезон температуры грунта и наружного воздуха, а также продолжительности отопительного сезона различаются между собой. Параметры теплоносителя и окружающей среды, а также уровень снижения перепада температур между теплоносителем и окружающей средой для средних за отопительный сезон температур наружного воздуха при снижении температурного графика представлены в таблице 1.

Тепловые потери участка трубопроводов тепловой сети зависят как от типа прокладки, так и от диаметра трубопровода, поэтому величина тепловых потерь при транспорте тепловой энергии является индивидуальной характеристикой каждой тепловой сети, а сравнение тепловых потерь между собой даже для тепловых сетей одного региона с одинаковой присоединенной тепловой нагрузкой оказывается неравномерным.

С целью проведения оценки эффекта от снижения температурного графика тепловых сетей были выполнены расчеты снижения удельных тепловых потерь (на погонный метр) по каждому типу прокладки, для всех диаметров трубопроводов, для выбранных четырех городов России. Для сравнения эффектов для тепловых сетей в целом для этих городов было принято простое усреднение полученных значений снижения тепловых потерь для разных диаметров трубопроводов по каждому типу прокладки. Подобное усреднение примерно соответствует уровню снижения тепловых потерь для трубопроводов Ду300 надземной прокладки

Таблица 1. Средние за отопительный сезон параметры окружающей среды и теплоносителя при температурных графиках 150/70 и 115/70°C.

Город	Расч. темп. наруж. возд., °C [1]	Ср. темп. наруж. возд. за отопит. сезон, °C [1]	Ср. темп. грунта за отопит. сезон (на глубине 0,8 м), °C	Средняя температура сетевой воды (в прямом, обратном трубопроводе и в среднем между ними) за отопит. сезон, °C						Снижение перепада температур между т/н* и окружающей средой, %	
				150/70°C			115/70°C				
				Пр.	Обр.	Ср.	Пр.	Обр.	Ср.	т/н* – воздух	т/н* – грунт
Ростов-на-Дону	-22	-1,1	7,4	85,9	47,7	66,8	69,2	47,7	58,5	12,2	14,0
Москва	-26	-3,6	5,0	87,6	48,4	68,0	70,5	48,4	59,5	11,9	13,5
Архангельск	-31	-4,7	3,5	84,1	47,1	65,6	67,9	47,1	57,5	11,5	13,0
Иркутск	-37	-8,9	2,0	87,4	48,3	67,9	70,3	48,3	59,3	11,2	13,1

* т/н – теплоноситель

и Ду200 подземной прокладки (канальной и бесканальной). Принимая во внимание, что участки тепловых сетей указанных диаметров часто имеют наибольшую долю в материальной характеристике тепловых сетей ТЭЦ, можно считать, что принятое усреднение является достаточно показательным и информативным.

Оценка уменьшения тепловых потерь проводилась для двух вариантов:

1. Снижение температурного графика эксплуатируемых тепловых сетей без изменения тепловой изоляции, подобранной на высокотемпературный режим (вследствие чего тепловые потери после снижения температурного графика оказываются ниже нормативных).

2. Снижение температурного графика новых проектируемых тепловых сетей с гипотетическим допущением о равенстве диаметров трубопроводов между собой всех участков тепловой сети для обоих температурных графиков (при этом потери соответствуют значениям, регламентируемым нормативными документами).

С повышением температуры теплоносителя тепловые потери от трубопроводов растут. Поэтому нормы допустимых тепловых потерь при более высоких температурах теплоносителя устанавливаются такие, чтобы рост потерь не оказался слишком высоким, и, соответственно, для обеспечения норм требуются теплоизоляционные конструкции с более высокими термическими сопротивлениями. В связи с этим при снижении температурного графика тепловых сетей, спроектированных под

высокотемпературный график, их тепловые потери оказываются ниже нормативных.

Усредненные нормативные потери для тепловых сетей, спроектированных для температурного графика 115/70°C, и для тепловых сетей, спроектированных для температурного графика 150/70°C, но эксплуатирующихся при пониженном температурном графике 115/70°C без замены теплоизоляционных конструкций, продемонстрированы для разных типов прокладки на рисунках 1–3. Для рабочих эксплуатационных условий по температурному графику 115/70°C уровень теплозащитных свойств теплоизоляционных конструкций, спроектированных для температурного графика 150/70°C, оказался выше уровня теплозащитных свойств теплоизоляционных конструкций, спроектированных для температурного графика 115/70°C, в среднем примерно на 5%.

В таблице 2 и на рис. 4 показан уровень снижения тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции тепловой сети за отопительный период (в процентах от величины тепловых потерь при температурном графике 150/70°C) при переходе с графика 150/70°C на график 115/70°C для эксплуатируемой тепловой сети.

В итоге при снижении температурного графика со 150/70 до 115/70°C тепловые потери в среднем для выбранных городов уменьшатся по сравнению с режимом работы тепловой сети по графику 150/70°C: для надземной прокладки – на 12,9%, для канальной – на 14,9%, для бесканальной – на 14,9%, усреднено для всей сети – на 14,3%.

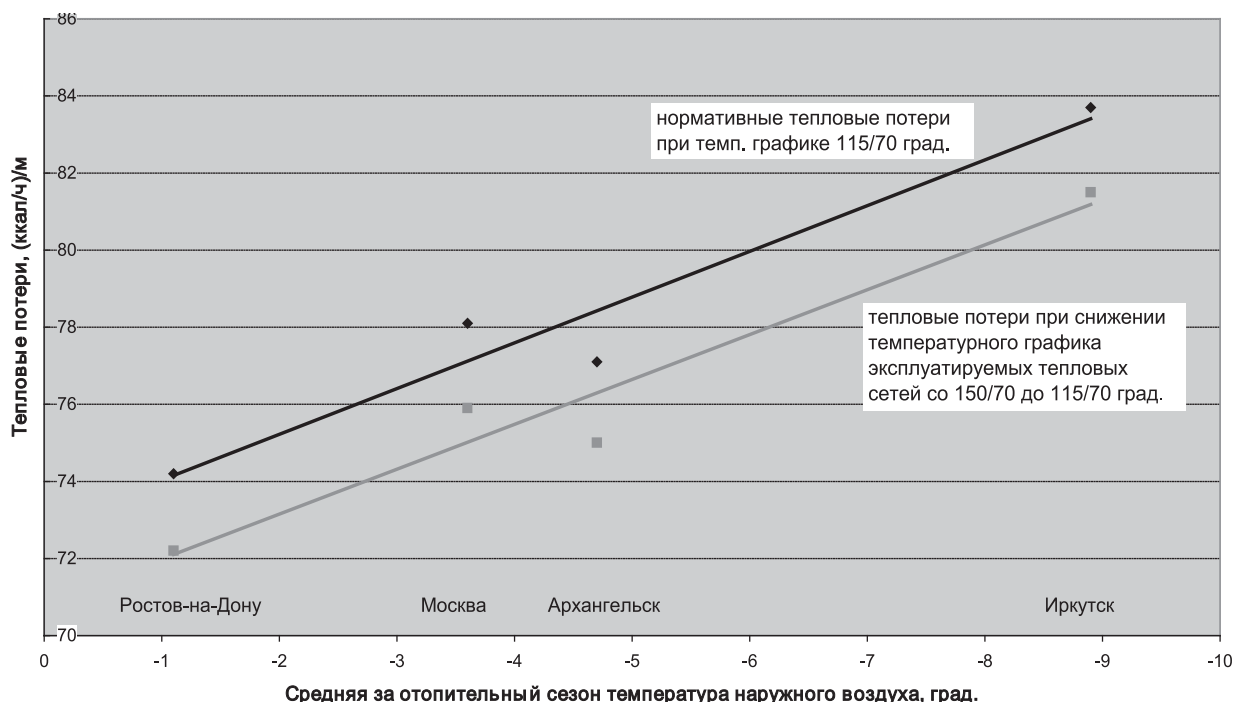


Рис. 1. Сравнение средних за отопительный период усредненных для всех диаметров трубопроводов надземной прокладки нормативных тепловых потерь при работе этих участков с теплоносителем по температурному графику 115/70°C для двух случаев: 1. Теплоизоляционные конструкции проектировались для температурного графика 115/70°C. 2. Теплоизоляционные конструкции проектировались для температурного графика 150/70°C (приведенные графики примерно соответствуют нормативным тепловым потерям участка надземной прокладки Ду300).

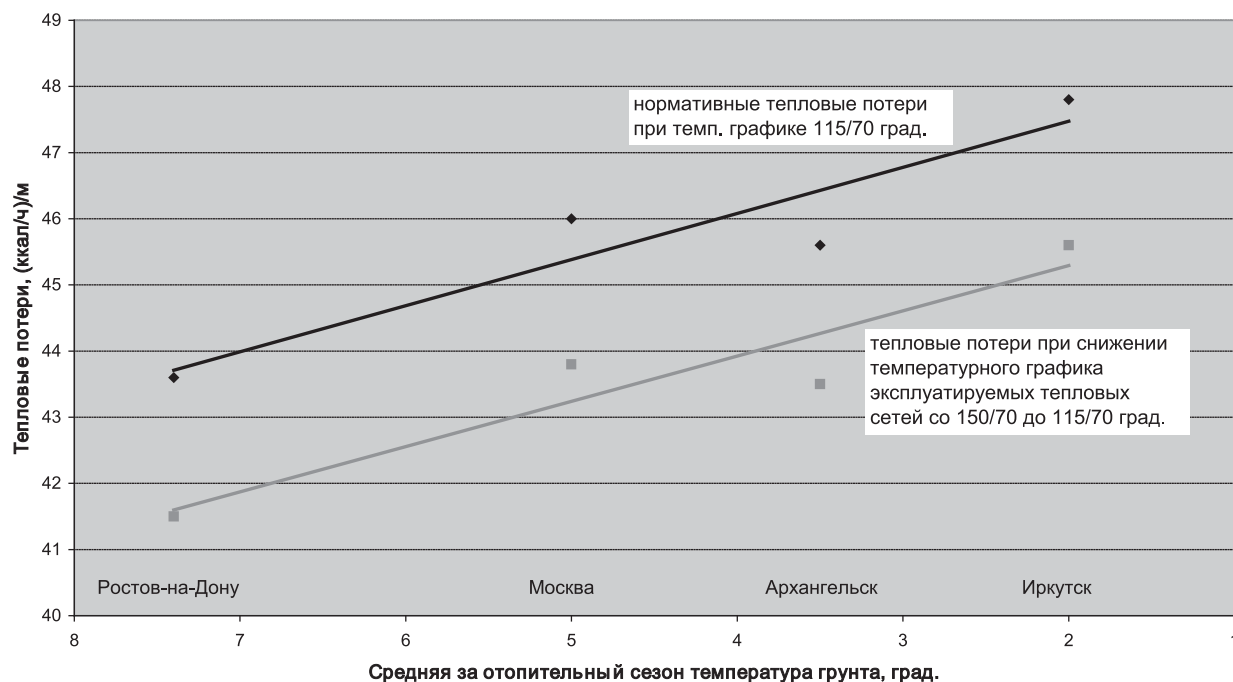


Рис. 2. Сравнение средних за отопительный период усредненных для всех диаметров трубопроводов канальной прокладки нормативных тепловых потерь при работе этих участков с теплоносителем по температурному графику 115/70°C для двух случаев: 1. Теплоизоляционные конструкции проектировались для температурного графика 115/70°C. 2. Теплоизоляционные конструкции проектировались для температурного графика 150/70°C (приведенные графики примерно соответствуют нормативным тепловым потерям участка надземной прокладки Ду200).

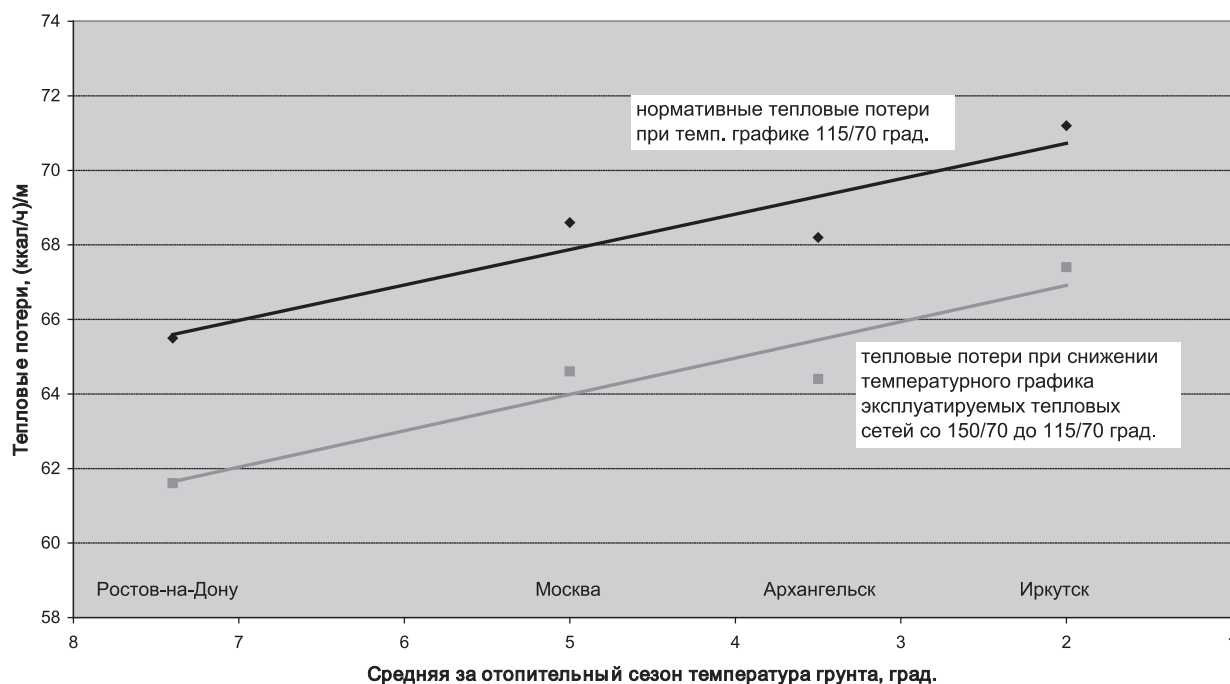


Рис. 3. Сравнение средних за отопительный период усредненных для всех диаметров трубопроводов бесканальной прокладки нормативных тепловых потерь при работе этих участков с теплоносителем по температурному графику 115/70°C для двух случаев: 1. Теплоизоляционные конструкции проектировались для температурного графика 115/70°C. 2. Теплоизоляционные конструкции проектировались для температурного графика 150/70°C (приведенные графики примерно соответствуют нормативным тепловым потерям участка надземной прокладки Ду200).

При выборе температурного графика и требуемых теплозащитных свойств теплоизоляционных конструкций на стадии проектирования потери при графике 115/70°C по сравнению с потерями при графике 150/70°C для тепловых сетей с одинаковыми материальными характеристиками

окажутся ниже в следующих соотношениях: для участков надземной прокладки на 10,5%, канальной — на 11,0%, бесканальной — на 9,3% (проценты взяты от величины тепловых потерь при графике 150/70°C). Усредненный по всем типам прокладок уровень снижения тепловых потерь всей тепловой

Таблица 2. Снижение тепловых потерь при переводе эксплуатируемой тепловой сети на пониженный температурный график без изменения тепловой изоляции для разных городов России.

Город	Продолжительность отопит. сезона, сут.	Расч. темп. наружного воздуха, °С	Ср. темп. наружного воздуха за от. сезон, °С	Ср. темп. грунта за от. сезон, °С	Средняя температура сетевой воды за отопительный сезон, °С			
					150/70°С		115/70°С	
					Прямая	Обратная	Прямая	Обратная
Ростов-на-Дону	175	-22	-1,1	7,4	85,9	47,7	69,2	47,7
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>надземной прокладки</u> , %							13,4	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>канальной прокладки</u> , %							15,6	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>бесканальной прокладки</u> , %							15,5	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>по всем типам прокладки</u> , %							14,8	
Москва	213	-26	-3,6	5,0	87,6	48,4	70,5	48,4
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>надземной прокладки</u> , %							13,2	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>канальной прокладки</u> , %							15,1	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>бесканальной прокладки</u> , %							15,1	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>по всем типам прокладки</u> , %							14,5	
Архангельск	251	-31	-4,7	3,5	84,1	47,1	67,9	47,1
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>надземной прокладки</u> , %							12,7	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>канальной прокладки</u> , %							14,5	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>бесканальной прокладки</u> , %							14,5	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>по всем типам прокладки</u> , %							13,9	
Иркутск	241	-37	-8,9	2,0	87,4	48,3	70,3	48,3
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>надземной прокладки</u> , %							12,4	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>канальной прокладки</u> , %							14,5	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>бесканальной прокладки</u> , %							14,5	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>по всем типам прокладки</u> , %							13,8	

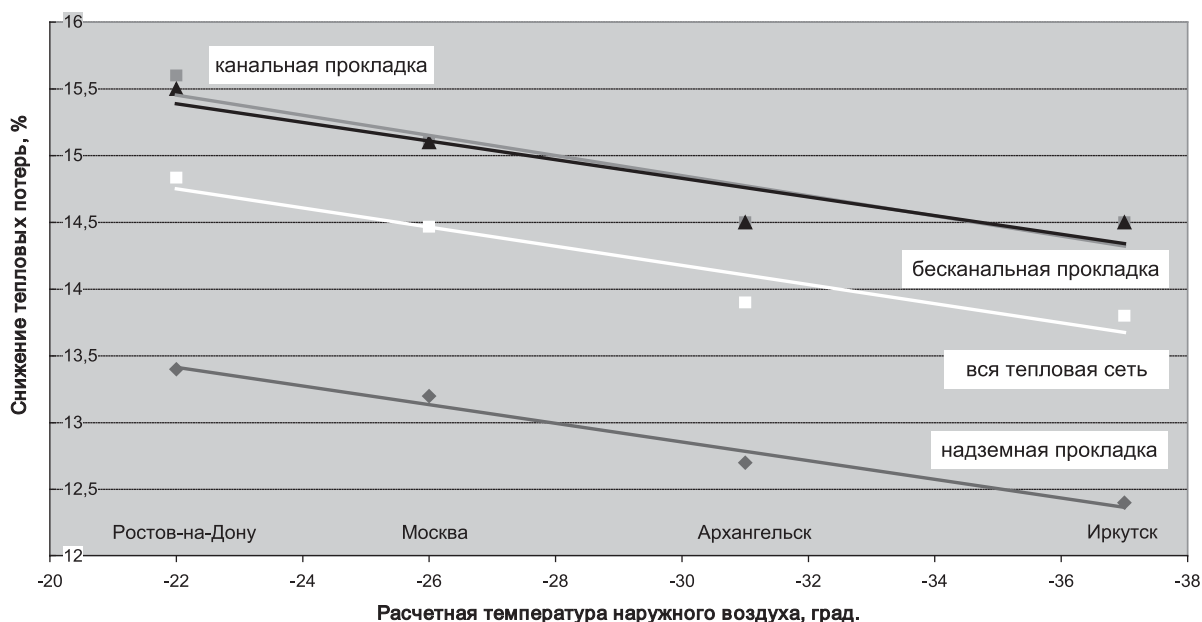


Рис. 4. Уменьшение тепловых потерь при снижении температурного графика эксплуатируемой тепловой сети со 150/70°С до 115/70°С без изменения теплоизоляционных конструкций для разных городов России.

сети при снижении температурного графика без изменения диаметров трубопроводов на стадии проектирования – 10,3%. Результаты представлены в таблице 3 и на рис. 5.

Сравнение уровней уменьшения тепловых потерь при снижении температурного графика для

двух рассматриваемых вариантов (проектируемых тепловых сетей и уже действующих) приведено на рис. 6.

Таким образом, средний уровень снижения тепловых потерь при снижении температурного графика со 150/70 до 115/70°С для действующей

Табл. 3. Снижение нормативных тепловых потерь тепловой сети для температурного графика 115/70° по сравнению с графиком 150/70°С при одинаковых диаметрах трубопроводов.

Город	Продолжительность отопит. сезона, сут.	Расч. темп. наружного воздуха, °С	Ср. темп. наружного воздуха за от. сезон, °С	Ср. темп. грунта за от. сезон, °С	Средняя температура сетевой воды за отопительный сезон, °С			
					150/70°С		115/70°С	
					Прямая	Обратная	Прямая	Обратная
Ростов-на-Дону	175	-22	-1,1	7,4	85,9	47,7	69,2	47,7
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>надземной прокладки</u> , %							11,0	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>канальной прокладки</u> , %							11,5	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>бесканальной прокладки</u> , %							9,6	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>по всем типам прокладки</u> , %							10,7	
Москва	213	-26	-3,6	5,0	87,6	48,4	70,5	48,4
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>надземной прокладки</u> , %							10,7	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>канальной прокладки</u> , %							11,1	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>бесканальной прокладки</u> , %							9,4	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>по всем типам прокладки</u> , %							10,4	
Архангельск	251	-31	-4,7	3,5	84,1	47,1	67,9	47,1
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>надземной прокладки</u> , %							10,3	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>канальной прокладки</u> , %							10,7	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>бесканальной прокладки</u> , %							9,0	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>по всем типам прокладки</u> , %							10,0	
Иркутск	241	-37	-8,9	2,0	87,4	48,3	70,3	48,3
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>надземной прокладки</u> , %							10,1	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>канальной прокладки</u> , %							10,8	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>бесканальной прокладки</u> , %							9,2	
Усредненный уровень снижения тепловых потерь <u>по всем типам прокладки</u> , %							10,0	

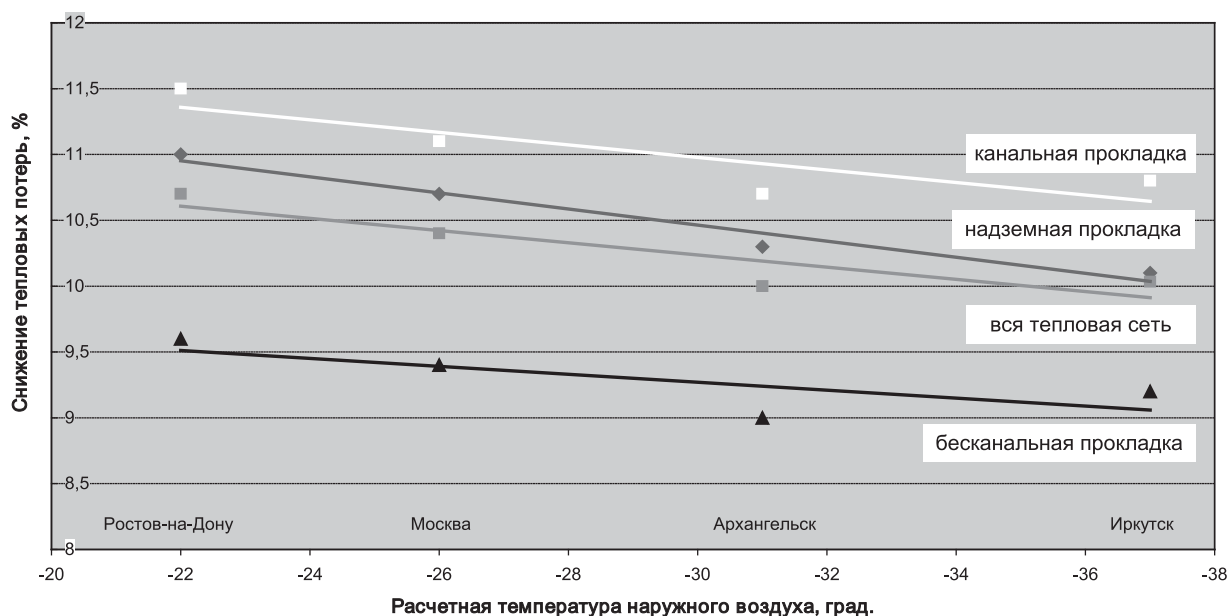


Рис. 5. Уменьшение тепловых потерь тепловой сети при снижении температурного графика со 150/70°С до 115/70°С на стадии проектирования без изменения диаметров трубопроводов для разных городов России.

щих тепловых сетей составит 14,3% от величины тепловых потерь при графике 150/70°С, а для проектируемых сетей (т.е. при выборе их температурного графика на стадии проектирования) – 10,3%. При этом отметим, что проведенное сравнение для проектируемых сетей выполнено

в предположении неизменности диаметров трубопроводов. Если не учитывать предлагаемую авторами концепцию повышения скоростей теплоносителя тепловых сетей при переходе от температурного графика 150/70°С к графику 115/70°С проектировщику потребуется увели-

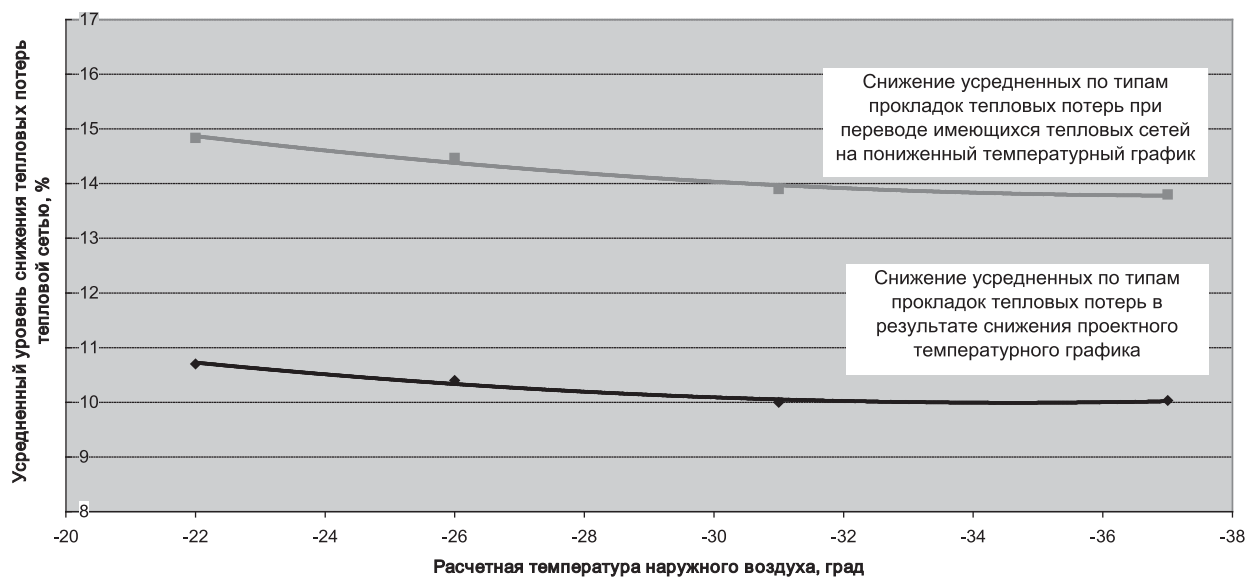


Рис. 6. Сравнение уровня уменьшения усредненных по типам прокладок тепловых потерь при снижении температурного графика со 150/70 до 115/70°C при проектировании тепловых сетей и при переводе на новый температурный график действующих тепловых сетей без изменения их теплоизоляционных конструкций.

Таблица 4. Средние за отопительный сезон удельные часовые потери тепловой энергии трубопроводами при температурном графике 150/70°C для климатических условий Москвы.

Ду	Уд. потери*, (ккал/ч)/м			Изменение условного диаметра	Снижение потерь, %			
	Надземная	Канальная	Бесканальная		Надземная	Канальная	Бесканальная	В среднем
25	25,5	20,0	27,0	-	-	-	-	-
32	-	21,6	29,2	32 → 25	-	7,4	7,5	7,5
40	28,6	23,2	31,2	40 → 32	-	6,9	6,4	6,7
50	32,4	25,6	34,4	50 → 40	11,7	9,4	9,3	10,1
70	37,4	29,2	40,4	70 → 50	13,4	12,3	14,9	13,5
80	40,4	31,4	44,4	80 → 70	7,4	7,0	9,0	7,8
100	44,0	33,8	49,0	100 → 80	8,2	7,1	9,4	8,2
125	49,2	39,0	55,2	125 → 100	10,6	13,3	11,2	11,7
150	52,5	42,0	61,8	150 → 125	6,3	7,1	10,7	8,0
175	58,1	46,8	69,0	175 → 150	9,6	10,3	10,4	10,1
200	63,8	51,6	76,2	200 → 175	8,9	9,3	9,4	9,2
250	73,4	59,8	89,2	250 → 200	13,1	13,7	14,6	13,8
300	87,5	66,6	101,4	300 → 250	16,1	10,2	12,0	12,8
350	101,9	74,2	113,4	350 → 300	14,1	10,2	10,6	11,7
400	111,9	80,8	124,8	400 → 350	8,9	8,2	9,1	8,7
450	120,9	87,8	136,0	450 → 400	7,4	8,0	8,2	7,9
500	131,4	95,0	149,0	500 → 450	8,0	7,6	8,7	8,1
600	149,5	108,8	172,0	600 → 500	12,1	12,7	13,4	12,7
700	167,4	121,0	192,6	700 → 600	10,7	10,1	10,7	10,5
800	185,4	134,2	216,0	800 → 700	9,7	9,8	10,8	10,1
900	202,5	148,0	238,8	900 → 800	8,4	9,3	9,5	9,1
1000	221,7	161,2	262,6	1000 → 900	8,7	8,2	9,1	8,6
1200	257,7	189,8	309,4	1200 → 1000	14,0	15,1	15,1	14,7
1400	293,8	215,0	357,8	1400 → 1200	12,3	11,7	13,5	12,5
Средние изменения, %					10,5	9,8	10,6	10,4

* – тепловые потери в сумме от подающего и обратного трубопроводов на погонный метр; по нормам для теплопроводов, спроектированных в период с 2004 г. и работающих более 5000 ч/год.



чить диаметры большинства трубопроводов тепловой сети на один номинал, а при обратном переходе, т.е. при первоначальном расчете варианта 115/70°C, наоборот, уменьшить на один номинал.

Для климатических условий Москвы проектирование тепловой сети на температурный график 115/70 вместо 150/70°C без изменения диаметров трубопроводов снижает тепловые потери тепловой сети в среднем на 10,4% (см. таблицу 3). Но после увеличения диаметров трубопроводов для снижения скоростей теплоносителя (и соответствующего снижения гидравлических потерь) тепловые потери возрастут. Уровень роста тепловых потерь из-за увеличения диаметра на один номинал примерно совпадает с указанным уровнем снижения тепловых потерь. Поэтому для тепловой сети, проектируемой на определенную расчетную тепловую нагрузку, ее тепловые потери в среднем за отопительный период окажутся примерно одинаковыми как для температурного графика 115/70°C, так и для температурного графика 150/70°C.

В таблице 4 показан уровень снижения тепловых потерь при температурном графике 150/70°C для климатических условий Москвы в случае уменьшения диаметров трубопроводов на один номинал. При расчете использовались нормативные потери для теплопроводов, спроектированных в период с 2004 г. и работающих более 5000 часов в году. В среднем, уменьшение всех диаметров участков трубопроводов тепловой сети на один номинал дает снижение тепловых потерь на 10,4%.

Если принять среднюю за отопительный сезон величину тепловых потерь эксплуатируемой тепловой сети за 15% от величины транспортируемой тепловой энергии, то снижение температурного графика действующей тепловой сети со 150/70 до 115/70°C позволит сэкономить 2,1% транспортируемой тепловой энергии. Следует обратить внимание на то, что принятый уровень тепловых потерь (15%) относится не к среднегодовым условиям, а только к отопительному периоду. Поэтому принятую величину не следует воспринимать, как завышенную.

В то же время переход на пониженный температурный график связан с увеличением расхода сетевой воды. В связи с этим возрастут гидравлические потери и уровни давления в подающих трубопроводах, потребуются новая наладка тепловой сети, замена автоматики тепловых пунктов. Также может потребоваться перекладка отдельных участков тепловой сети, замена сетевых насосов, установка вдоль тепловой сети дополнительных подкачивающих насосов. Поэтому для принятия окончательного решения о целесообразности перевода работающей тепловой сети на пониженный температурный график необходима организация специальных работ по разработке требуе-

мого комплекса мероприятий и оценке объемов предстоящих работ и затрат. В отдельных случаях, когда тепловые сети проектировались с учетом перспективного роста отапливаемых районов и количества потребителей, переход с температурного графика 150/70 на 115/70°C может оказаться полностью беззатратным, если не считать стоимость самих наладочных работ, требующихся и без изменения температурного графика. Например, подобная ситуация возникла на Каширской ГРЭС.

Во многих случаях объемы работ и соответствующих капитальных затрат могут оказаться не просто приемлемыми, но и необходимыми. В случае тепловой сети, присоединенной к ТЭЦ, снижение температурного графика не только уменьшает тепловые потери тепловой сети, но, в первую очередь, повышает экономичность ТЭЦ и позволяет увеличить выработку электрической энергии на имеющемся оборудовании без снижения отпуска тепловой энергии при примерно прежних затратах топлива. При этом выработка дополнительной электроэнергии на порядки превосходит рост затрат электроэнергии на транспорт сетевой воды. Для крупных городов это может оказаться определяющим аргументом в пользу снижения температурного графика.

Выводы

1. Уровень уменьшения тепловых потерь при понижении температурного графика действующей тепловой сети со 150/70 до 115/70°C в среднем составляет 14,3% от уровня тепловых потерь при графике 150/70°C и изменяется в зависимости от климатических условий и материальных характеристик тепловых сетей. Уровень экономии тепловой энергии составляет примерно 2,1% за отопительный период.

2. Тепловые потери через теплоизоляционные конструкции проектируемых тепловых сетей примерно одинаковы для температурных графиков 150/70°C и 115/70°C. В случае принятия концепции повышения скоростей теплоносителя тепловых сетей снижение температурного графика со 150/70 до 115/70°C на стадии проектирования ТЭЦ позволит снизить тепловые потери тепловых сетей в среднем на 10,3%.

3. Пониженный температурный график тепловой сети ТЭЦ повышает экономичность электростанции. Для действующей ТЭЦ снижение температурного графика тепловой сети может позволить снять или смягчить ограничение по выработке электроэнергии в случае наличия такого ограничения.

Литература

1. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети. 7-е изд. – М.: Издательство МЭИ, 2001.