DOI 10.34660/INF.2023.45.17.068

КАРБОНАТНАЯ ЕМКОСТЬ ТРАНСПОРТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ТЭЦ

Богданов Александр Борисович
Аналитик теплофикации ТЭЦ России
Муниципальное предприятие г. Омска «Тепловая компания»
Богданова Ольга Александровна
ведущий инженер ГК «ИНТЕХ»

Теплофикация является самым эффективным технологическим способом, позволяющим 3÷4 раза снизить выбросы углекислого газа в атмосферу от паровых турбин ТЭЦ, в сравнении с теплоснабжением от котельных. «Атлас электронных графиков» ТЭЦ и тепловых сетей позволяет легко и адекватно определять выбросы углекислого газа, карбонатной емкость тепловой энергии в зависимости: от источника тепловой энергии -ТЭЦ или котельной, от диаметров трубопроводов, протяженности тепловых сетей. проектных и фактических тепловых нагрузок.

Теплофикация, энергоемкость энергии, карбонатная емкость производства, транспорта тепловой и электрической энергии ТЭЦ, декарбонизация теплоэнергетики, энергетические характеристики теплотрасс, удельные выбросы углекислого газа от загрузки трубопроводов теплосетей, предельный радиус теплоснабжения.

Тепловые сети от ТЭЦ - это «Золушка» (л-1,2), которая утилизирует до 50÷55% топлива в виде отработанного тепла паровых турбин ТЭЦ, ГРЭС, которое в любом случае выбрасывается в окружающую среду «бесплатно»! В большинстве случаях, тепла отработанного пара турбин ГРЭС, ТЭЦ так много (в десятки - сотни раз больше, чем требуется для близлежащих поселков, теплиц, оранжерей), что его вообще не требуется экономить. До тех пор, пока ГРЭС или ТЭЦ сбрасывает тепло в градирнях или реках, изолировать трубопроводы «обратки» теплосети - это видимость полезной работы, зря выброшенная деньги. Стоимость тепла отработанного пара от турбин ТЭЦ с температурой до 100°С всегда в 3÷4 раза ниже[1], чем от котельной, а от тепло

[1] Видео «На единицу тепловой энергии от ТЭЦ Дании, тратится топлива в 3÷4 раза меньше,

от ГРЭС с температурой 40°С вообще должно быть бесплатным (л-6) - лишь бы брали! Но бесконечно замотивированные менеджеры электроэнергетики и регуляторы тарифной политики не хотят в это вникать, понимать и формировать принципы экологической политики электро- и теплоэнергетики России (л-5)!

Если считать экологический ущерб не в виде процента потерь энергии, а виде приростов расходов первичного топлива (энергоемкости), или приростов карбонатной емкости, то для компенсации потерь топлива на транспорт энергии, получается абсолютно другая, противоположная, но реальная картина. С точки зрения формальных, «школьных» знаний, казалось бы, что потери энергии в тепловых сетях, равные 20%, в 2,5 раза больше, чем потери в электрических сетях, равные 8÷10%. Но конкретный численный пример показывает, что реальные затраты первичного топлива на компенсацию потерь тепловой энергии в тепловых сетях от ТЭЦ составляют 4,6÷4.8%, что в 5,6 раз ниже затрат первичного топлива на компенсацию потерь в электрических сетях, равным 26,8%! Цена ошибки формального государственного регулирования экономики энергетики со стороны федерального регулятора экологической политики при сравнении потерь энергии с потерями первичного топлива (энергоёмкости) на компенсацию потерь, составляет 5,6 крат!

Пример №1.

Сравнение показателей энергоэффективности и энергоемкости для транспорта энергии по электрическим сетям и транспорта тепловой энергии по тепловым сетям.

Потери энергии и потери топлива для ТЭЦ и котельной	**Энергоэффективность, в виде потерь энергии в сетях %**	**Энергоёмкость, в виде потери первичного топлива для компенсации потерь энергии в сетях**	**Кратность ошибки регулятора**
А) Электрические сети России	8÷10%	10/0,373=26,8%	26,8/4,8 = 5,6
Б) Тепловые сети от обычной котельной России	20%	20*1,2=22%	
В) Тепловые сети от турбин ТЭЦ Дании:			
– зимой $b_{тэ}^{тэц}$=165/3 =55кг.у.т/Гкал	14%	14%*55/165=4,6%	
– осень, весна, лето $b_{тэ}^{тэц}$=165/4=42кг.у.т/Гкал	20%	20%*45/165=4,8%	

чем от ТЭЦ России». https://yadi.sk/i/HO1ow0EKWijMN

Первоначально данная статья предназначалась для того, чтобы оценить именно энергоемкость транспорта тепловой энергии: а) от «альтернативной котельной», сжигающей первичное топливо в котлах с энергоемкостью 165÷175кг.у.т/Гкал, и б) от паровых турбин ТЭЦ с энергоемкостью 30÷70 кг.у.т./Гкал. Но после объявления решения о необходимости разработки мероприятий по декарбонизации энергетики, с учетом климата России (л-1,3,4), актуальность оценки карбонатных выбросов от транспорта тепловой и электрической энергии стала еще значимее.

Энергоемкость и карбонатная емкость транспорта тепловой энергии?

Парадокс, но из-за недостоверной статистической отчетности по экономичности работы ТЭЦ (л-6) до настоящего времени ни производители тепла, ни регуляторы тарифной политики, ни транспортировщики тепловой энергии, ни, тем более, регуляторы экологической политики практически не знают и не владеют самым главным, реально измеряемым показателем «качество энергоемкости транспорта энергии», и, тем более, реальной «карбонатной емкостью производства и транспорта тепловой энергии по тепловым сетям».

Теплофикация – неразрывное производство электрической и тепловой энергии, в едином технологическом цикле, с неразрывным потреблением тепла отработанного пара, (газа) от паровых и газовых турбин ТЭЦ.

Удельная энергоемкость транспорта тепловой энергии – затраты топлива на первичном источнике энергии для компенсации: а) тепловых потерь через тепловую изоляцию трубопроводов; б) потерь электроэнергии для сетевых, перекачивающих, подпорных насосов, установленных на ТЭЦ, котельных; отнесенных на единицу транспортируемой тепловой энергии на 1 км теплотрассы $U_{тр.}$ [кг.у.т./Гкал*км]

Карбонатная емкость транспорта тепловой энергии на единицу тепловой энергии— это количество углекислого газа, выделяемого в атмосферу при сжигании топлива на источнике тепловой и электрической энергии, необходимого для компенсации потерь топлива на транспорт тепловой энергии, равное произведению углеродного эквивалента условного топлива Kco_2=3,28 на энергоемкость транспорта одной единицы тепловой энергии Bco_2=3,28*$U_{тр.}$ [кг CO_2/Гкал]

Предельная пропускная мощность (ППМ) теплотрассы - пропускная мощность теплотрассы заданного диаметра труб [Гкал/час] при: а) расчетной температуре наружного воздуха; б) минимальной энергоемкости транспорта тепла (скорость сетевой воды 2м/сек); в) при разнице температур «прямая – обратка» Δt=(t1-t2)=75°C существующего (150/70)°C либо перспективного (115/40)°C графика теплосети.

Заданный предельный радиус теплоснабжения - радиус действия тепло-

вых сетей, определенный заданным пределом потерь топлива, карбонатной емкостью 1÷6%, при транспорте тепловой энергии $R_{пред}^{1-6\%}$. Например, заданный суммарный предел потерь энергии от источника энергии по магистральным, распределительным, квартальным сетям до конечного потребителя не должен превышать 6% энергии, производимой альтернативной котельной 165*0,06 = 9,9кг.у.т/Гкал (см п.9-10 табл.1)

Применение понятия ППМ для конкретного диаметра трубопровода совместно с климатическим показателем ЧЧИМ (число часов использования заявленной мощности) как лакмусовая бумажка позволяет выявить коренные причины низкой пропускной способности теплотрасс и разработать конкретные технические, организационные и законодательные мероприятия по повышению эффективности использования существующих магистральных и распределительных трубопроводов сетевой воды от ТЭЦ, котельных к конечным потребителям.

Пример №2 Определить эффективность использования Кировской районной котельной г. Омска тепловой мощностью 585 Гкал/час с годовым отпуском 1300тыс./Гкал и Предельным фактическим максимумом 400Гкал/час. Теплосеть состоит из 2хДу600мм, + 1хДу800мм. Климатический $ЧЧИМ_{50\%}$ для Омска составляет 3450час/год.

Решение: а) Годовой расчетный отпуск тепла Qгод=3450*585 =2018тыс. Гкал/год. Загруженность котельной 1300/2018=64% 1) Котельная загружена только на 64% от ее мощности, но по факту не обеспечивается пропуск тепловыми сетями. 2) Реальный факт максимума тепловой мощности составляет 1300/3450=382Гкал/час~~400Гкал/час. На первоначальный взгляд, кажется, что для обеспечения 100% пропуска мощности котельной требуется новая теплотрасса мощностью 585-400=185Гкал/час (Ду700мм). Однако, квалифицированный расчет ППМ теплотрасс (рис.1) 2*Ду600мм = 2*153 =306Гкал/ч + 1*Ду800мм=271Гкал/час. Итого, сумма 577Гкал/час показывает, что дополнительная теплотрасса не нужна! Требуется безусловное выполнение температурного графика 150/70°С как от источника тепла по «прямой», так и от потребителя тепла по «обратке».

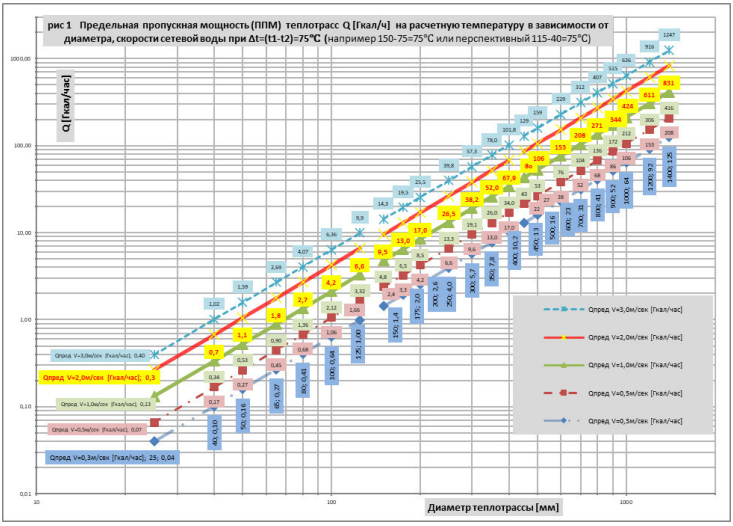

Рисунок 1. *Предельная пропускная мощность теплотрасс*

Универсальные энергетические характеристики (УЭХ) трубопроводов теплотрасс.

Некоторые промежуточные результаты расчета энергетических характеристик теплотрасс для шести типоразмеров диаметров трубопроводов приведены в таблице 1. Расчеты характеристик теплотрасс представлены в «Атласе электронных графиков энергетических характеристик теплотрасс» в виде порядка двадцати-тридцати уникальных, всеобъемлющих графиков. В данной статье приведены только 4 из 20÷30 графикоф, которые могут быть доработаны по заказу (рис.1-4).

На графиках рис 1,2,3,4 и в таблице1 наглядно видно, как изменяются основные показатели работы тепловых сетей в широчайшем диапазоне диаметров трубопроводов теплотрасс от 25 мм до 1400 мм: расходы сетевой воды, тепловые нагрузки, потери напора, мощность сетевых насосов, потери температур сетевой воды «прямой» и «обратки». Но самыми информативными, уникальными, ранее недоступными для конкретного анализа и принятия решений по эффективности являются графики: транспорта тепла по тепловым сетям (см. пример №3); энергоемкости транспорта тепла (табл.1, поз.8), карбонатной емкости (табл.1, поз.8.1); предельного радиуса теплоснабжения от котельных (поз.9 табл.1) и от паровых турбин ТЭЦ (табл.1, поз 15).

Пример №3. Определить, как изменяются удельные выбросы углекислого газа в атмосферу при снижении в 2 ÷ 4 раза тепловой нагрузки потребителей теплосетей: Ду900мм, Ду300мм и Ду50мм.

Решение по рис.1 и рис.2	**Расход воды G, м³/час**	**Пропуск тепла Q, Гкал/час**	**Энергоемкость B, кг.у.т/Гкал на 1км**	**Карбонатная емкость 3,28*B, кгCO_2 кг/Гкал на 1 км**
Ду900мм 2,0м/сек	4581	343,6	0,39 - 100%	1,28
50% 1,0м/сек	2290	171,9	0,51 - 131%	1,67
25% 0,5м/сек	1147	86,1	0,95 - 244%	3,12
Ду300мм 2,0м/сек	509,8	38,17	1,59 – 100%	5,21
50% 1,0м/сек	254,7	19,1	2,09 – 131%	6,86
25% 0,5м/сек	127,5	9,56	3,95 - 248%	12,96
Ду50мм 2,0м/сек	14,14	1,06	19,34 – 100%	63,4
50% 1,0м/сек	7,07	0,53	28,46 – 147%	93,3
25% 0,5м/сек	3,5	0,27	54,35 – 281%	178,2

Выводы из примера 3.

1. Применение уникальных показателей: а) удельная энергоемкость транспорта и б) удельная карбонатная емкость транспорта позволяет проводить конкретный, качественно-количественный анализ эффективности транспорта сетевой воды (пара) для любого конкретного участка теплосети от источника тепла до конечного потребителя;
2. При снижении потребления тепловой энергии в 2÷4 раза карбонатная емкость транспорта возрастает до 150÷280%
3. Разница между максимальным (54 кг.у.т/Гкал) и минимальным (0,39 кг.у.т/Гкал) значениями энергоемкости может достигать 140 крат. Регулирование экономической, экологической и тарифной политикой снижения карбонатного воздействия на окружающую среду необходимо проводить только по маржинальным издержкам (л-1). Регулирование экономической и экологической политики на основе усредненных показателей энергоемкости и карбонатной емкости недопустимо!

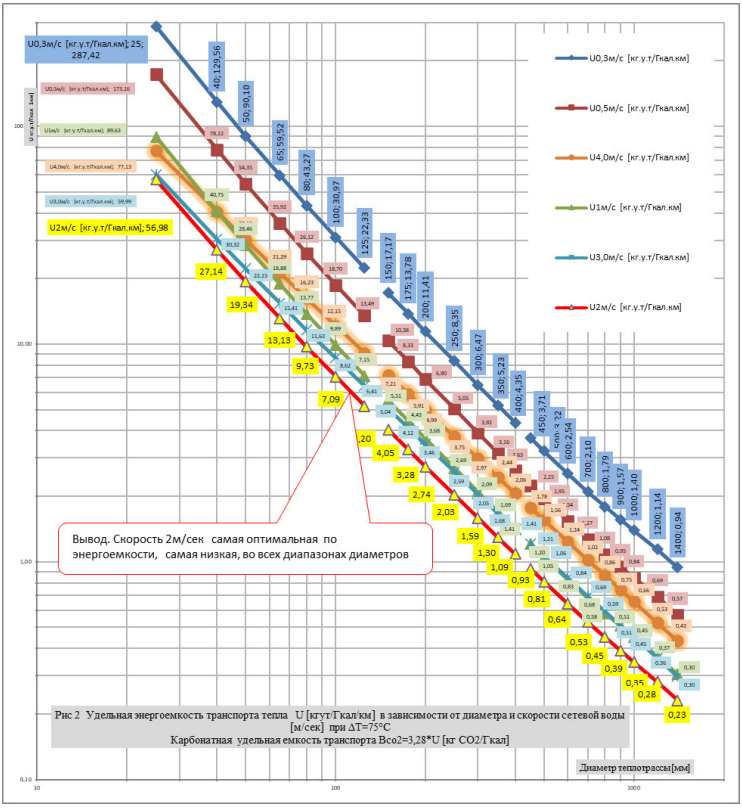

Рис 2 Удельная энергоемкость транспорта тепла U [кгут/Гкал/км] в зависимости от диаметра и скорости сетевой воды [м/сек] при ΔT=75°C
Карбонатная удельная емкость транспорта Всо2=3,28*U [кг СО2/Гкал]

Рисунок 2. *Удельная энергоемкость, карбонатная емкость транспорта тепла*

Таблица 1.

Выборочные результаты расчетов энергетических характеристик тепловых сетей.

Наименование показателя	Единица измерения	Диаметр теплотрассы Ду, мм					
		50	150	300	450	900	1400
1. Расход сетевой воды при экономически обоснованной скорости 2м/сек	т/час	14.14	127,2	509,8	1145	4581	11084
2. Предельная пропускная мощность ППМ по графику теплосети 150/75°С	Гкал/ч	1,06	9,54	38,17	85,89	343,6	831,3
3. Потери давления ΔН на 1 км трассы	кгс/см^2	30,7	7,77	3,27	1,97	0,828	0,477
4. Мощность сетевого насоса на 1км трассы, с запасом 20÷30% на местные потери	кВт/1км	17,98	41.0	68,95	93,45	157,2	218,9

5. Потери тепла через теплоизоляцию на 1км		% на1км	8,17%	1,56%	0,59	0,34%	0,14%	0,09%
6. Падение температуры сетевой воды	«обратка» ΔT, °C	°C/1км	2,09	0,42	0,16	0,09	0,042	0,025
	«прямая» ΔT, °C	°C/1км	4,05	0,75	0,28	0,16	0,065	0,039
	суммарно ∑ΔT, °C	°C/1км	6,14	1,17	0,44	0,25	0,107	0,064
А) Теплоснабжение от котельной с удельным расходом топлива 165кг.у.т/Гкал								
7.Топливо для компенсации потерь	на тепло ТЭ	кг.у.т/1км	14.3	24,5	37	47,7	80,5	117,2
	на электроэнергию ЭЭ	кг.у.т/1км	6.2	14.1	23.75	32,2	54,1	75,4
	суммарно ∑ (ТЭ+ЭЭ)	кг.у.т/1км	20,5	38,6	60,75	79,9	134,6	192,6
	Доля топлива на ЭЭ от суммы	%	30,2	36,5	39,1	40,3	40,2	39,2
8. Удельная энергоемкость транспорта на 1км теплотрассы. V= 2м/сек $U^{2м/сек}$ (рис 2)		кг.у.т/ Гкал1км	19,34	4,05	1,59	0,93	0,39	0,232
8.1. Удельная карбонатная емкость транспорта тепла на 1 км теплотрассы 3,28* $U^{2м/сек}$		кг.CO2/1км	63,4	13,3	5,2	3,05	1,28	0,76
9. Принятый уровень допустимых потерь топлива 4% (6,6 кг.у.т/Гкал)		% кг.у.т/Гкал	4% 6,6	4% 6,6	4% 6,6	4% 6,6	4% 6,6	4% 6,6
Предельный радиус теплоснабжения $R_{пред}^{4\%}$ при допустимом уровне потерь 4% (6,6кг.у.т/ Гкал)		км	0,34	1,63	4,15	7,09	16,83	28.49
10. Принятый переменный уровень допустимых потерь топлива 1%÷6% на $R_{пред}^{1-6\%}$ км		% кг.у.т/Гкал	6% 9,9	4% 6,6	3% 4,95	2% 3,3	1% 1,65	1% 1,65
Предельный радиус теплоснабжения $R_{пред}^{1-6\%}$ при теплоснабжении от котельной		км	0,51	1,63	3,11	3,55	4,21	7,12
11. Энергоемкость транспорта ΔUтран на расстоянии $R_{пред}^{1-6\%}$км от котельной кг.у.т/ Гкал		кг.у.т/Гкал	5,1	10,8	15,4	11,7	6,9	11,8
Карбонатная емкость потерь тепла3,28* ΔUтран		кг.CO2/Rкм	16,7	35,4	50,5	38,3	22,6	38,7
12. Энергоемкость тепла к конечному потребителю Uпотреб при исходной на Uкот= 165кг.у.т/Гкал		кг.у.т/Гкал	170,1	175,8	180,4	176,7	171,9	176,8
13. Удельная карбонатная емкость тепла у конечного потребителя Uпотреб		кг.CO2/Rкм	558	576	592	580	564	580
Б) Теплоснабжение от турбин ТЭЦ с расходом топлива 165/3=55кг.у.т/Гкал								
14. Коэффициент равенства затрат первичного топлива на транспорт тепла Котельной и ТЭЦ		Крав	1,87	1,73	1,68	1,66	1,66	1,68
15. Предельный радиус теплоснабжения $R_{пред}^{1-6\%}$ при теплоснабжении от паровых турбин ТЭЦ		$R_{пред}$ км	0,96	2,82	5,24	5,89	7,00	11.98

16. Энергоемкость транспорта тепла U на 1км	кг.у.т/Гкал	7,90	5.58	4.26	2,87	1,43	1,42
17. Энергоемкость транспорта ΔUтран на расстоянии $R_{пред}$ км от ТЭЦ кг.у.т/Гкал	кг.у.т/Гкал	7,6	15,7	22,3	16,9	10,0	17
18. Энергоемкость тепла к конечному потребителю Uпотреб при исходной на Uтэц=55кг.у.т/Гкал	кг.у.т/Гкал	62,6	70,7	77,3	71,9	65	72
19. Карбонатная емкость тепла для конечного потребителя Uпотреб при исходной $U_{ТЭЦ}$= 55кг.у.т/Гкал	кг.CO2/Rкм	205	232	254	236	213	236

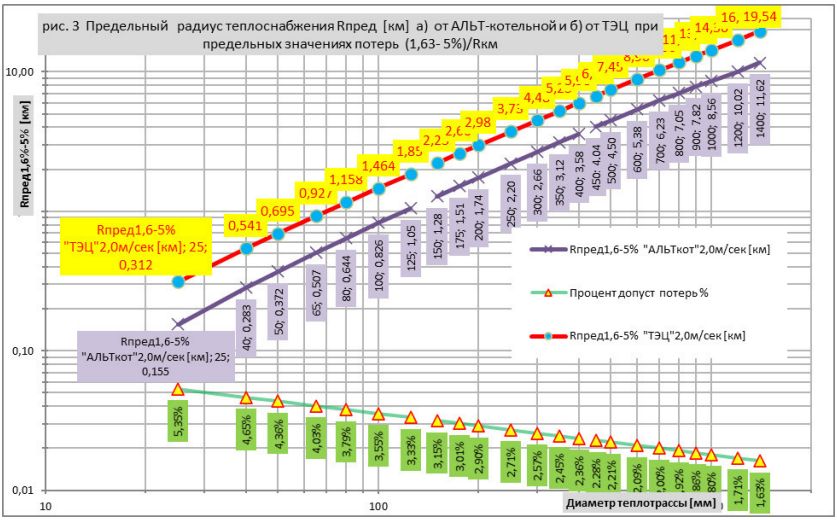

Рисунок 3. *Предельный радиус теплоснабжения от ТЭЦ и котельных*

Пример №4.

Сравнить энергетическую и экологическую эффективность при передаче равного количества тепла одной теплотрассе 1хДу900мм в сравнении с трубами равного пропускного сечения 9хДу300мм, и трубы 1хДу300мм с 9хДу100мм.

Количество и диаметр трубопровода	Расход сетевой воды, Gм3/час	Пропуск тепла, QГкал/час	Энергоемкость, кг.у.т/Гкал*км	Карбонатная емкость, кгCO2/Гкал*км	Снижение выбросов
1хДу900мм = 9хДу300мм	4581 9х509,8=4588	343,6 38.17х9=343,5	0,39 1,59	1,28 5,21	5,21/1,28 =4,07раз
1хДу300мм = 9хДу100мм	509,8 9х56,5=508,5	38,17 9х4,2=37,8	1,59 7,09	5,21 23,2	23,2/5,21 = 4,46 раз

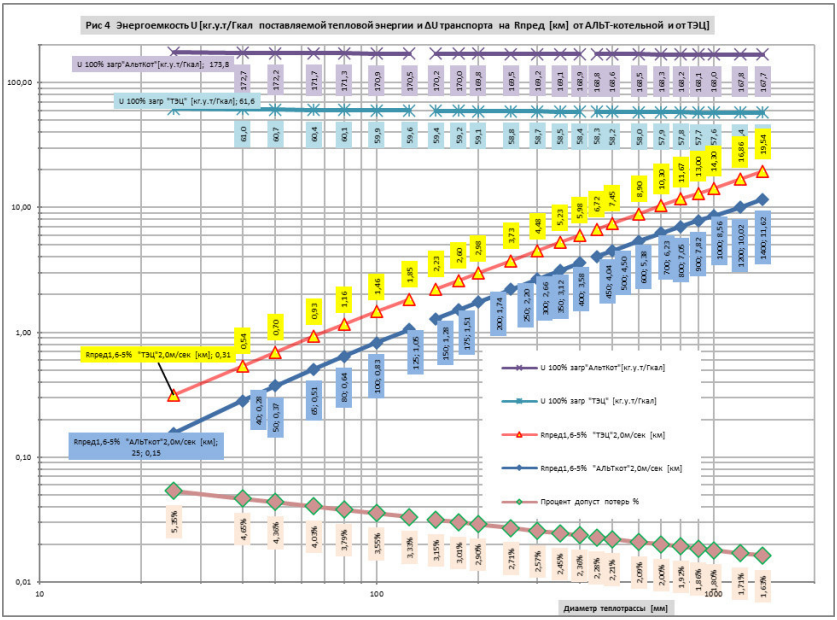

Рисунок 4. *Удельные расход топлива на тепло и предельный радиус теплоснабжения от ТЭЦ и котельной*

Магистральные теплосети ТЭЦ - наивысшие экологические чистые технологии.

Наглядно видна высочайшая экономическая эффективность транспорта тепловой энергии от ТЭЦ по магистральным трубопроводам большого диаметра по сравнению с трубами меньшего диаметра равной общей площади сечения. Так, 3-х кратное увеличение диаметра приводит не только к снижению металлоемкости, снижению занимаемой территории, но и 4-х кратному снижению карбонатных выбросов (см. пример №4).

Особый, наглядный интерес для сравнительного анализа эффективности карбонатной емкости транспорта тепла представляет предельный радиус теплоснабжения. Предельный радиус теплоснабжения $R_{пред}$ [км] при равенстве допустимых потерь топлива от 1,6÷5,3% от паровых турбин ТЭЦ может быть в 1,5÷1,8 раз больше, чем от котельной.

Выводы

1. При переводе теплоснабжения от котельной к теплоснабжению от паровых турбин ТЭЦ карбонатная емкость тепловой энергии, например для Ду1400мм, снижается с 558÷580кгCO_2/Гкал (табл.1,

строка13) до 205÷236кгСО2/Гкал (табл.1, строка 19), а предельный радиус теплоснабжения при снабжении от котельной $R_{пред}$ = 7,12км возрастает до $R_{пред}$= 11,98км (табл.1, строки 10 и 15) при теплоснабжении от ТЭЦ.

2. Разработанный «Атлас электронных графиков энергетических характеристик теплотрасс» с диаметром трубопроводов от 25мм до 1400мм является легко доступным, практичным справочным пособием, которое позволяет наглядно, однозначно и адекватно произвести анализ эффективности работы водяных сетей, ТЭЦ, котельных, тепловых сетей.
3. Основными пользователями «Атласа электронных графиков…» должны быть:

- регуляторы федерального и регионального уровня экологической, энергетической, и тарифной политики страны, регионов, городов, поселков;
- высший уровень топ-менеджеров энергетических компаний, организующих технологически эффективные и экологически допустимые условия эксплуатации ТЭЦ, котельных, тепловых сетей;
- разработчики «Схем теплоснабжения городов, поселений», проектировщики, наладчики гидравлических и температурных режимов тепловых сетей;
- преподаватели высшей школы, активисты экологического движения;
- главные энергетики промышленных предприятий;
- инспектора природоохранных, надзорных органов, городских жилищных инспекций;

4. Только применение маржинального тарифного образования с разницей в затратах (цене) *min/max от 1 до 10÷ 20* (л-9) позволит создать инвестиционно привлекательную политику топливосбережения и решение проблемы декарбонизации энергетики России.

Литература

1. Богданов А.Б., Богданова О.А. Декарбонизация российской энергетики на основе теплофикациии. Журнал «Энергосбережение», 2022, №1, с.58-62, http://exergy.narod.ru/es2022-01.pdf

2. БогдановА.Б. Теплофикация–золушка энергетики. Энергетик №11 2001г., http://exergy.narod.ru/e2001-11.pdf

3. Богданов А.Б., Богданова О.А. График Россандера-Чистовича и его климатические характеристики. Новости Теплоснабжения, 2017, №9, http://exergy.narod.ru/nt2017-09.pdf

4. Богданов А.Б. Влияние климата на формирование топливосберегающей политики в России. Журная «Теплоэнергосберегающие технологии», 2007 № 03-04, http://exergy.narod.ru/tt2007-03-04.pdf

5. Богданов А.Б. Принципы организации рыночной энергетики. Ч.1., Журнал «Энергосбережение». 2009 №5, http://exergy.narod.ru/es2009-05.pdf. Ч-2. 2009 № 6, http://exergy.narod.ru/es2009-06.pdf

6. Богданов А.Б., Богданов Д.А., Богданова О.А. Исследование о природе причин богатств и ущерба для национальной экономики от теплофикации России. https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=4190

7. Богданов А.Б. Анергия и энергоресурсосбережение. Бюллетень «Теплоэнергоэффективные технологии», 2010, №3, стр. 7-14, http://exergy.narod.ru/tt2010-03.pdf

8. Богданов А.Б., Богданова О.А. Причины роста энергоемкости энергетики в России. Журнал «Энергосбережение», 2013, №1, http://exergy.narod.ru/es2013-01.pdf

9. B. Lescoeur, J.B. Callaand. Tariffs and load management: the french experience. Electricite de France 2, rue Louis Murat, PARIS – FRANCE/ IEEE Transactions on Power Systems, Vol.PWRS-2, No.2 May 1987.p. 458-464. Управление нагрузкой и тарифами. Французский опыт (перевод на русский). Энергетика и промышленность России 2014, № 06 (15) декабрь. http://exergy.narod.ru/edf.docx, http://exergy.narod.ru/edf.pdf, https://www.eprussia.ru/teploenergetika/15/168.htm

Порядина Д. А., Галев С. И., Зеленин В. Ю., Епишин Д. А., Тарасенко И. А.
Исследование состояния моторных масел.....*70*

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Злотникова Г. К., Федонин А. В.
Внедрение инноваций в инфокоммуникационную систему экономического субъекта - как необходимость времени для обеспечения эффективности деятельности компании.....*76*

Никитин Ю. А.
Управление временной задержкой в наносекундном диапазоне.....*83*

Муслимова Г.Р., Рахматуллина Д. Р.
Обзор современных программных решений для анализа биомедицинских данных.....*97*

Богданов А. Б.
Карбонатная емкость транспорта тепловой энергии ТЭЦ.....*102*

Шишкин Н. Д., Ильин Р. А., Адельшинов И. Р.
Исследование влияние инклюзивов на повышении скорости зарядки тепловых аккумуляторов фазового перехода.....*114*

Васюкова А. Т., Кусова И. У., Латышев Е. Ю.
Использование альгината натрия в низкокалорийных эмульсиях и суспензиях.....*120*

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Гулов А. Н.
Фертильность спермы трутней после криоконсервации в медовом разбавителе.....*126*

Филатов А. А., Голубев А. С., Щуровский С. Ю.
Цифровое решение. Применение снимков сверхвысокого разрешения, полученных с помощью беспилотных летательных аппаратов в лесном хозяйстве.....*134*

Гавва И. Н., Сродных Т. Б.
Анализ озеленения закрытых городов на примере города Новоуральска.....*152*

ВЫСШАЯ ШКОЛА:
НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Межвузовский международный конгресс

ДИПЛОМ

настоящим удостоверяется, что

Богданов Александр Борисович

является участником Межвузовского международного конгресса

«Высшая школа: научные исследования»

дата проведения: 7 июля 2023 г.

Тема доклада:

Карбонатная емкость транспорта тепловой энергии ТЭЦ

Материалы включены в сборник работ научного конгресса

Главный редактор _____Д. Р. Хисматуллин

«Инфинити»

Москва, 2023

УДК 330
ББК 65
В42

Высшая школа: научные исследования. Материалы Межвузовского международного конгресса (г. Москва, 7 июля 2023 г.). Том 2. – Москва: Издательство Инфинити, 2023. – 165 с.

В42

ISBN 978-5-905695-53-7

Сборник составлен по итогам работы Межвузовского научного конгресса. Включает в себя доклады российских и зарубежных представителей высшей научной школы, в которых рассматриваются современные научные тенденции, новые научные и прикладные решения в различных областях науки, практика применения результатов научных разработок. Служит инструментом обмена опыта научных работников, апробации исследований путем их публичного обсуждения.

Предназначено для научных работников, профессорско-преподавательского состава, соискателей ученой степени и студентов вузов.

УДК 330
ББК 65

© Издательство Инфинити, 2023
© Коллектив авторов, 2023

Межвузовский
международный конгресс

ВЫСШАЯ ШКОЛА: НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Москва 2023