



ru.depositphotos.com

#### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

энергетика,  
теплофикация,  
декарбонизация,  
альтернативная котельная,  
тарифообразование,  
эксергия,  
анергия

# ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ РОССИЙСКОЙ ЭНЕРГЕТИКИ НА ОСНОВЕ ТЕПЛОФИКАЦИИ

**А. Б. Богданов**, аналитик-технолог теплофикации, ООО «Техносканер» (Омск)

Последние пару лет на разных общественных площадках звучат призывы к развитию российской энергетики в соответствии с новыми трендами: декарбонизация, водородная, возобновляемая, солнечная энергетика и т. д. А такие направления, как теплофикация и тригенерация, снижающие энергоемкость энергетики на 20–40 %, вообще исчезли из повестки национальных программ развития отрасли. А ведь если серьезно проанализировать работу энергетических систем городов и крупных предприятий, то станет очевидно, что теплофикация позволяет не только достичь заданных целей по снижению выбросов углерода, но и в целом смягчить вредное воздействие на экологию.

## Декарбонизация и теплофикация

В экономике понятие «декарбонизация» означает снижение выбросов углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ), на единицу продукции. Однако в энергетике России вот уже 100 лет существует более емкое понятие – теплофикация; в неразрывном процессе производства и

потребления тепловой и электрической энергии она не только обеспечивает ту самую «декарбонизацию», но и на 20–40 % снижает потребление первичного топлива (энергоемкость) и, соответственно, уменьшает загрязнение атмосферы оксидами углерода  $\text{CO}_x$ , азота  $\text{NO}_x$  и серы  $\text{SO}_x$ , золой, а также термическое загрязнение водоемов и атмосферы.

К сожалению, за последние 30 лет, с переходом России на рыночные отношения, расцвела «котельнизация» – процесс обратный теплофикации с массовым отказом от утилизации тепла отработанного (бросового) пара турбин существующих ТЭЦ, с отказом от строительства новых ТЭЦ, с демонтажом существующих магистральных тепловых сетей, с массовым переходом

на собственные, квартальные и крышные котельные.

Показательным примером практического отказа от теплофикации является строительство в 2019 году суперсовременной котельной в московском микрорайоне Саларьево тепловой мощностью 420 МВт и отказ от производства комбинированной энергии на ТЭЦ ПГУ мощностью 315 МВт. В результате получили перерасход топлива и, соответственно, рост выбросов углекислого газа не менее чем на 41,7 % (рис.).



Котельная в московском микрорайоне Саларьево (видео)

### Продвижение когенерации в передовых странах мира

Сообщество отечественных регуляторов энергетической, экологической, тарифной и инвестиционной политики (Минэкономразвития, Минэнерго, Минэкологии России, ФАС и т. п. – далее регуляторы энергетики), заменивших Госплан СССР и не имеющих комплексного видения стоящих перед энергетикой России про-

блем, упорно не хочет перенимать передовой опыт зарубежных стран, например:

- метод Вагнера (Польша, 1965 год), в соответствии с которым на производство электроэнергии на ТЭЦ должно расходоваться столько же топлива, сколько его расходуется на мощной промышленной конденсационной электростанции, построенной одновременно с данной ТЭЦ;

- метод эквивалентной конденсационной КЭС, применяемый в США, по которому электроэнергию, производимую на ТЭЦ или на альтернативных электростанциях, надо оценивать по сэкономленным затратам на ГРЭС;

- 40-летний опыт французской энергетической компании EDF по маржинальным издержкам с разницей в тарифах min/max не менее 1 к 20;

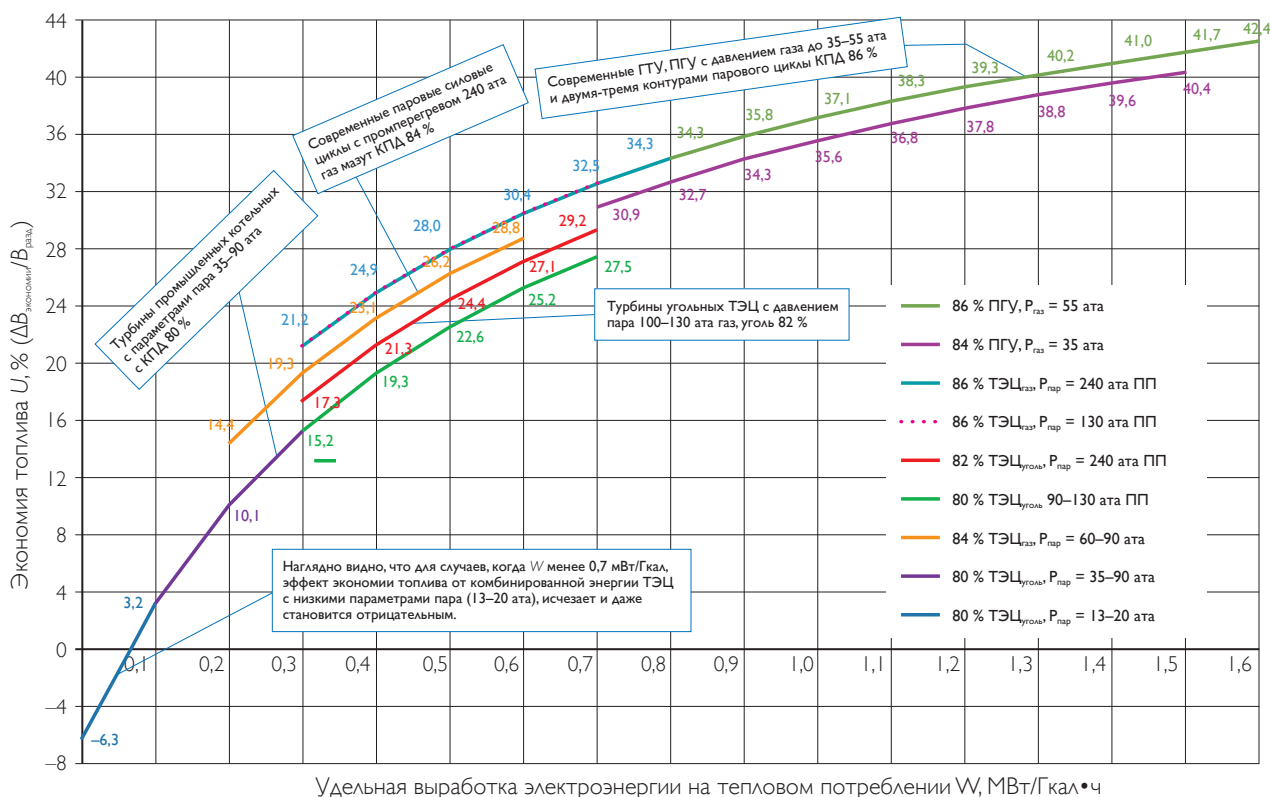


Рис. Экономия первичного топлива  $U$  при переходе от раздельного производства энергии на ГРЭС + котельная к комбинированному производству энергии на ТЭЦ в зависимости от КПД комбинированного производства и удельной выработки электроэнергии  $W$  на тепловом потреблении



• 30-летний опыт Дании по снижению топливной составляющей тарифа от ТЭЦ (благодаря закону о теплоснабжении в Дании на единицу тепловой энергии от ТЭЦ тратится топлива в 3–4 раза меньше, чем в ТЭЦ России(см. \*)).

Законодательство ряда европейских стран, в отличие от российского, всячески продвигает когенерацию, что практически означает российскую теплофикацию, но только в меньших объемах, и предусматривает развитие национальной экономики энергетики на основе отказа от котельных без комбинированного способа производства электроэнергии.

### «Альтернативная котельная» – ошибочный метод

Последние 30 лет в России на словах декларируются правильные лозунги по повышению эффективности теплофикации. На деле же, без понимания сути неразрывного производства тепловой и электрической энергии во

времени и пространстве, энергетике с ТЭЦ навязывается расчет тарифов по методу «альтернативной котельной», что не отвечает ни критериям топливосбережения, ни законам термодинамики, ни законам логики.

Механическая трансформация «физического метода» (времен Госплана СССР, 1950 год, см. историческую справку) в методику «альтернативной котельной» (времен рыночной энергетики, 2017 год) привела к дальнейшему углублению системного кризиса в теплоэнергетике ТЭЦ и к практически полной остановке развития теплофикации России. В результате произошло навязывание ТЭЦ скрытого перекрестного субсидирования электроэнергетики за счет потребителей утилизированного тепла, что привело к значительному завышению (в 4–5 раз) реального расхода топлива на утилизацию тепла от паровых турбин ТЭЦ; с реального значения 30–70 кг у. т./Гкал до навязанного «альтернативной котельной» 165 кг у. т./Гкал.

Не имея фундаментальных знаний о работе паровых турбин ТЭЦ, действующи-

щие российские регуляторы энергетики не могут понять того, что можно применять к котельным, а что абсолютно недопустимо, и в результате готовят ошибочные доклады<sup>1</sup>. Исправить допущенные ошибки и способствовать принятию правильных решений могут академики Всероссийского теплотехнического института (ВТИ), которые на основе собственного анализа должны убедить регуляторов энергетики в недопустимости применения метода «альтернативной котельной» для ТЭЦ. В основу данного анализа должны лечь конкретные знания, понимание сути второго закона термодинамики, для чего потребуются «полазить под брюхом» турбины, чтобы определить, где происходит рост КПД с 38 до 80 %, и изучить диаграммы режимов паровых турбин ТЭЦ.

Именно взгляд на теплофикацию, основанный на новых видах энергии (эксергия и анергия), является наиболее эффективным энергетическим и экологическим решением, позволяющим не менее чем на 25–40 % снизить долю выбросов углекислого газа при равном производстве тепловой и электрической энергии на ТЭЦ и на «ГРЭС + котельная» (рис.).

## \* ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ В ДАНИИ

Закон о теплоснабжении № 382 от 13 июня 1990 года:

**6.1.** Каждый окружной совет должен гарантировать, что любой проект теплоснабжающего предприятия коллективного пользования будет учитывать следующие положения...

**6.1.4)** что любое предприятие свыше 1 МВт будет преобразовано для комбинированного производства тепловой и электрической энергии.

Полный текст см. на <http://teplereform.ice.ru/91322>.



### Что делать?

Для исправления ситуации необходимо для начала признать, что:

- во времена плановой экономики СССР и особенно в условиях российской псевдо «рыночной регулируемой» экономики произошел разрыв между теорией о единых неразрывно связанных энергетических и топливных балансах на ТЭЦ и ведомственной наукой, официальной отчетностью по экономичности ТЭЦ (форма № 6-ТП);
- потеряна взаимосвязь и действуют сами по себе академическая (РАН) и ведомственная наука, высшая школа, монополия федеральной электроэнергетики, сообщество политических регуляторов тарифной политики. В результате отсутствия единых принципов регулирования, тарифной, экологической политики энергетики России промышленники и владельцы ТЭЦ, тепловых сетей теряют потребителей утилизированного тепла, а население переплачивает в 3–4 раза за тепло;

<sup>1</sup> Доклад Минэнерго «Основные принципы распределения топлива в целях тарифного регулирования в сфере теплоснабжения» (2013 год), <http://exergynarod.ru/minenergo-2013-1.pptx>.

## ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА

- теплофикация, исключенная регуляторами энергетики из национальных программ, является наиболее эффективным технологическим решением, обеспечивающим не только декарбонизацию (снижение выбросов  $\text{CO}_2$ ), но и уменьшение других видов отрицательного воздействия энергетики на окружающую среду, включая оксиды азота  $\text{NO}_x$ , серы  $\text{SO}_x$ , золы, твердых веществ, термического загрязнения водоемов;

- законодатели северных европейских стран успешно продвигают когенерацию (теплофикацию), запрещают строительство котельных мощностью выше 1 МВт без комбинированного способа производства электроэнергии.

На втором этапе необходимо реализовать **предложения по теплофикации и декарбонизации российской энергетики:**

1. Отказаться от методики 2017 года «Альтернативная котельная», основанной на «Решении Комиссии, выбранной научным совещанием Энергетического института АН СССР и секции теплофикации от 10 января 1950 года».

2. Возродить знания о свойствах различных видов энергии (эксергии и анергии) для практического применения в экономике теплоэнергетики России.

3. Перевести государственную статистическую отчетность (форма № 6-ТП) с методики «Альтернативная котельная» на методы, соответствующие методикам других стран («эквивалентная КЭС», метод Вагнера и др.) и адекватно отражающие технологию производства комбинированной энергии ТЭЦ.

4. Принять для возрождения теплофикации России, ее квалифицированного качественного и количественного анализа и регулирования, декарбонизации ТЭЦ, предприятий, энергетических систем городов следующие базовые технологические индикаторы теплофикации:

- потенциал снижения энергоемкости (декарбонизации) ТЭЦ  $U$ , % (рис.);
- удельная выработка электроэнергии на тепловой энергии  $W$ ;
- коэффициент полезного действия турбины (брутто);
- коэффициент полезного действия турбины (нетто);
- отношение прироста топлива к приросту тепловой энергии  $\text{ХОП}_{\text{тепло}}$ ;
- отношение прироста топлива к при-

росту электроэнергии  $\text{ХОП}_{\text{эл.эн}}$ ;

- энергоемкость производства тепловой энергии на ТЭЦ;
- энергоемкость транспорта тепловой энергии от ТЭЦ;
- энергоемкость транспорта электрической энергии от ТЭЦ, ГРЭС и т. п.

### Литература

1. 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](https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=4190).

2. Лескёр Б., Колланд Ж.-Б., Стругачев В. Управление нагрузкой и тарифами. Французский опыт // Энерге-

тика и промышленность России. 2014. № 6 (15). Декабрь. <http://exergy.narod.ru/edf.docx>; <https://www.eprussia.ru/teploenergetika/15/168.htm>. (Перевод на русский статьи В. Lescoeur, J.-B. Galland. Tariffs and load management: the french experience // IEEE Transactions on Power Systems. Vol. PWRS-2. № 2. May 1987. P. 458–464 с комментариями А. Б. Богданова.)

3. Богданов А. Б., Богданова О. А. График Россандера – Чистовича и его климатические характеристики. [https://www.rosteplo.ru/Tech\\_stat/stat\\_shablon.php?id=3959](https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=3959).

4. Шаргурт Я., Петела Р. Эксцергия. М., Энергия, 1968. С. 252. <http://exergy.narod.ru/shargyt-petela.pdf>. ■

### #терминология

**Эксергия и анергия** – это неразрывные составные части энергии, уникальные качественные и количественные показатели, которые могут и должны восстановить логический смысл в формировании энергосберегающей политики энергетики.

**Эксергия** – высококачественная, легко превращаемая часть энергии, например электроэнергия, солнечная энергия, энергия органического топлива, механическая энергия вращения ротора турбины, энергия излучения и т. д., может делать механическую работу (крутить вал турбины и т. д.), передаваться на сотни километров в виде солнечного луча.

**Анергия** – это низкокачественная, не превращаемая часть энергии, перешедшая в тепло окружающей среды, например тепло: дымовых газов котлов, сгоревшей спички, океана и т. д., для превращения которой в другие (полезные) виды энергии требуется затратить часть эксергии. Анергия отработанного пара турбин ТЭЦ хоть и содержит 50 % тепла сожженного топлива, но уже не может совершать механическую работу.

Энергия подчиняется закону сохранения энергии, но закона сохранения эксергии не существует, то есть в замкнутой системе все виды «чистой», работоспособной, высококачественной эксергии превращаются в низкокачественную неиспользуемую анергию – тепло окружающей среды.