

УДК 621.121

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ОБЛАСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ЕЕ СВЯЗЬ С ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ**Комогорцева Т.А., Чичерин С.В.***Омский государственный университет путей сообщения, Омск, e-mail: man_csv@hotmail.com*

Методы. Методологическим аппаратом стал системный подход, т.е. подход, предполагающий максимальное внимание связям отдельных частей сложной системы между собой, внимание работе самой системы в течение промежутка времени и ее месте в иерархии более крупных объединений. Результаты. Во-первых, главной целью на кратко- и среднесрочную перспективу является обеспечение безаварийной работы тепловых сетей. Анализ существующих систем теплоснабжения показывает, что действующие сети теплоснабжения работают на пределе ресурсной надежности. Оборудование тепловых насосных станций и тепловых пунктов, внутриквартальных и магистральных сетей на сегодня физически и морально изношено на 90 %, что влечет за собой утечки и потери тепла. Во-вторых, основной экологический и энергетический эффект теплофикации состоит в том, что теплота, которая вырабатывается в котельных при следовании раздельной схеме энергоснабжения, заменяется отработавшей теплотой, которая отводится из теплосилового цикла электростанции. В-третьих, очевидно, что основным трендом высшего образования и профессиональной деятельности в мировом контексте энергетики являются нетрадиционные и возобновляемые источники. Выводы. Требуется обратить внимание на подготовку специалистов в тех областях, подготовка в которых в настоящее время ведется ограниченно. Уже сейчас должна использоваться методологическая база оценки эффективности реконструкции промышленно-отопительных (некрупных коммунально-бытовых) котельных в ТЭЦ малой мощности. Процессы разработки федеральных государственных стандартов в сфере высшего профессионального образования четвертого поколения (ФГОС ВПО 4) выступают в роли необходимого процесса, поскольку является шагом к сближению непосредственно рынка труда и профессионального образования. Полное обновление общенациональной системы теплоснабжения в соответствии с установленными нормами, требованиями и стандартами позволит открыть дополнительные возможности, которые, в свою очередь, повлияют на решение задач по обеспечению качества подобного образования. Отчасти это обусловлено наличием более четких требований со стороны работодателей.

Ключевые слова: тепловые сети, источник, возобновляемый, теплофикация, энергия, образовательный стандарт, надежность

TRENDS OF RESEARCH AND DEVELOPMENT IN DISTRICT HEATING TECHNOLOGIES: AN EDUCATION-BASED VIEW**Komogortseva T.A., Chicherin S.V.***Omsk State Transport University, Omsk, e-mail: man_csv@hotmail.com*

Methods. Systems thinking is a holistic approach to analysis that focuses on the way that a system's constituent parts interrelate and how systems work over time and within the context of larger systems. The systems thinking approach contrasts with traditional analysis, which studies systems by breaking them down into their separate elements. Systems thinking can be used in any area of research and has been applied to this study. The main drivers of the sector have changed over the last 60 years owing to the political framework and social requirements. They reflect the relation between security of supply and economical and environmental needs. Results. Moreover, many of the large central energy systems are aging. These systems have already exceeded their expected useful lives and are in a failed or failing condition. Their condition threatens mission performance and readiness through increased operation and maintenance costs, significant energy losses, and possible catastrophic failures. Secondly, fossil fuel consumption and CO₂ emissions are higher using conventional energy systems without district heating and combined heat-and-power (CHP). CHP plants often operate at very high levels of primary energy efficiency, utilizing up to 93 per cent of the energy in their fuel source to produce electricity and heat. Thirdly, the energy from intermittent/sporadic renewable sources is currently prioritised for input into the grid in many countries. Conclusions. Although the future conditions for district heating may look promising, the current education technology must also be enhanced in order to handle future competition. A plant which is originally a heating plant with boilers may be modernized by adding a CHP unit that consisted of, for instance, a gas-fired turbine that powers an electrical generator. We go on to explain that providers of competency-based training can cost-effectively combine modules of learning into pathways that are agile and adaptable to the changing labor market. They do so by breaking down learning not by courses or even subject matter, but by competencies, thus releasing learning from the constraints of traditional institutions and methods.

Keywords: distribution system, supply, source, renewable, energy, academic standard, curricula failure-probability

При переходе на новые стандарты образования (ФГОС 3, ФГОС 3+) высшим учебным заведениям предоставили возможность выбирать профессиональные дисциплины, формировать их количество и объем. Это позволяет реализовывать потребности

производства, готовить выпускников к профессиональной деятельности на тепловых станциях, объектах малой энергетики, электрических и тепловых сетях. Ориентация научно-технических разработок на перечисленные направления возможна лишь на

основе расширения образовательной, научно-исследовательской и научно-производственной деятельности; формирование тематической области такой деятельности будет играть главную роль при разработке образовательных стандартов четвертого поколения.

Ведущим для авторов в настоящем исследовании методологическим аппаратом стал системный подход, т.е. подход, предполагающий максимальное внимание связям отдельных частей сложной системы между собой, внимание работе самой системы в течение промежутка времени и ее месте в иерархии более крупных объединений. Очевидно отличие такого подхода от традиционного анализа, который всегда начинается с выделения отдельных частей внутри целостной системы. Структура данной статьи во многом повторяет этапы упомянутого подхода: выделение проблемы, описание, установление критериев оценки, идеализация, декомпозиция, композиция, решение. Хорошим примером системного подхода в теплоэнергетике является работа [1], где обосновывается место возобновляемых источников в будущем. Основные драйверы развития сектора активно менялись в течение последних 60 лет в зависимости от политического ландшафта и социальных требований. Они отражают соотношение между надежностью теплоснабжения и экономическими и экологическими потребностями (рисунок).

Существуют и другие подходы к оценке направлений развития теплоснабжения, они изложены, в частности, в [2]. Следует понимать взаимосвязь всех трех представленных на рисунке радиальных элементов между собой. Так, источником энергии для коммунального тепло- и холодоснабжения могут быть возобновляемые ресурсы [3],

однако без должного подхода к существующим системам тепловых сетей, в т.ч. картирования нагрузок, идентификации зон их расширения [4], а также оценки экологического рисков [5], эффективная работа теплоисточников невозможна. Другим примером связи теплофикации (комбинированной выработки) и нетрадиционных источников может служить статья [6], где при составлении дорожной карты (руководящего документа) развития теплоснабжения в контексте Европейского союза учитываются национальные интересы отдельных стран – членов объединения; климатические, социально-экономические и политические факторы во многом определяют баланс способов выработки тепловой энергии.

Тепловые сети

Во-первых, главной целью на краткой среднесрочную перспективу является обеспечение безаварийной работы тепловых сетей. Анализ существующих систем теплоснабжения показывает, что действующие сети теплоснабжения работают на пределе ресурсной надежности. На сегодня оборудование тепловых насосных станций, тепловых пунктов, а также внутриквартальных и магистральных сетей как физически, так и морально устарело. Процент износа критический – 90%. Подобное положение дел провоцирует рост утечек теплоносителя и потерь тепла. Основными задачами энергетических предприятий становятся: обнаружение преждевременно вышедших из строя участков [7, 8] и предотвращение аварий и инцидентов [9]. Аспектам применения секционирующей и вспомогательной арматуры тепловых сетей, а также шаровых кранов, заслуживших хорошие отзывы специалистов, посвящена работа [10].



Три основных элемента-направления, формирующих основу для развития теплоснабжения и профильного образования

Необходима модернизация систем теплоснабжения, включающая в себя реконструкцию сетей и замену устаревшего оборудования на современное, отвечающее требованиям функциональной надежности [11] и стойкости к коррозии [12].

В большинстве систем теплоснабжения проводятся контрольные замеры, по результатам которых выявляются отклонения теплового и гидравлического режимов от нормальных значений. Эти отклонения впоследствии подвергаются регулировке методом пересчета дросселирующих устройств. Гидравлические расчеты базируются на классических учебниках позднего советского периода [13]. Такие расчеты, ставшие обыденным занятием специалистов теплоснабжающих организаций, требуют соответствующей подготовки; хорошим подспорьем становится создание автоматизированных комплексов [14, 15], освоение которых крайне важно.

Теплофикация

Под понятием теплофикации подразумевается поставка тепла от ТЭЦ или РТС и разветвленной теплосети конечному потребителю. Иными словами – это централизованное теплоснабжение, которое основано на совместной выработке электрической и тепловой энергии на едином объекте. Основной энергетический и экологический эффект теплофикации состоит в том, что теплота, которая вырабатывается по отдельной схеме энергообеспечения в котельных, заменяется на отработавшую теплоту, которая была отведена из теплосилового цикла электростанции.

Отсутствие адресности в поддержке эффективных производителей привело к тому, что доля электроэнергии, выработанной ТЭС общего пользования в теплофикационном режиме, снизилась с 34% в конце 1980-х гг. до 28% в 2011 г. Повышается актуальность исследований, направленных на смену такой тенденции, в масштабе целой страны [16].

Первоочередной шаг – это практическое применение методологической базы [17, 18] для переоборудования мелких коммунальных котельных, количество которых с 2000 по 2011 г. выросло на ~20%.

В условиях современного, активно развивающегося рынка исключительное значение имеют задачи по обоснованию структуры всего потребляемого топлива, как газообразного, так и твердого, и жидкого, и конъюнктуры топливного рынка, включая его стоимость. Например, в регионах Сибирского федерального округа наиболее целесообразно использовать бурый уголь,

добываемый в Канско-Ачинском угольном бассейне. При этом не менее важна непосредственно технология сжигания угля – для сибирских регионов это инновационная, прогрессивная технология сжигания твердого топлива в специальных топках, в которых предусмотрено оборудование циркулирующего кипящего слоя (ЦКС) [19].

Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии

В-третьих, очевидно, что основным трендом высшего образования и профессиональной деятельности в мировом контексте энергетики являются нетрадиционные и возобновляемые источники. В наиболее развитых регионах уже сейчас действуют программы, конечными показателями реализации которых является достижение высокой доли таких источников в общем энергобалансе. К примеру, к концу 2020 года поставлена планка долевого соотношения объема энергетических ресурсов, которые производятся с применением возобновляемых энергоресурсов и/или вторичных источников энергии, к общему объему энергоресурсов, которые производятся в Республике Татарстан, на показателе пяти процентов. Работы [20, 21] описывают перспективы солнечной энергетики, способы и направления использования полученного тепла.

В отдельных регионах [22], в частности для теплоснабжения потребителей Севера, применимы ветроэнергетические установки.

Сложная экологическая ситуация в нашей стране предопределила ужесточение проводимой государственной экологической политики и, в частности, в области обращения с отходами. По оценке профильных ведомств ежегодный объем образующегося в РФ мусора достигает 60 млн тонн. Необходимо методика определения оптимального расположения площадки термической утилизации бытового мусора (или подготовленного топлива на его основе) с определением тепловой мощности установки, исходя из величины замещаемых тепловых нагрузок, а также конкурентной стоимости одной Гкал отпущенной тепловой энергии. Базой для нее могут послужить публикации, касающиеся повышения эффективности существующих источников [23], методик оценки потенциала в других странах, например Испании [24], классификации и обзора доступных литературных источников [25].

В органических веществах энергия, полученная от солнечных лучей, аккумулируется за счет процессов фотосинтеза. При этом та химическая энергия, которую аккумулируют растения, может быть использована в энергетике. Эффективность

использования биомассы в качестве источника энергии трудно оспорить, поскольку она в 4 раза больше суммарной энергии всех атомных электростанций мира. Например, в странах Европейского союза сегодня активно используют альтернативные источники энергии. Так, в странах – членах ЕС 55 % общего производства НВИЭ приходится именно на энергию, получаемую из биомассы. Наиболее эффективно биомасса в качестве источника энергии используется в Италии, Португалии, Дании, Германии, Франции, Испании. В общей сложности в Западной Европе общие ресурсы биомассы составляют: 150 млн т сухой массы в год древесины и древесных отходов, 250 млн т сухой массы за год сельскохозяйственных отходов, 75 млн т сухой массы за год городского мусора, 250 млн т сухой массы за год биомасса, которая специально культивируется на отведенных для целей обеспечения энергоресурсами плантациях, что уже нашло широкое распространение в других отраслях [26]. В трудах [27, 28] дается описание существующего состояния энергетики и окружающей среды в Швеции, а также проблем, характерных для энергетической отрасли.

Акценты в работах ученых развитых стран, той же Швеции, отличаются от акцентов, характерных для стран развивающихся: Китая, России, Индии и др. Поскольку Китай является одним из крупнейших производителей электроэнергии и выбросов CO₂ в мире, особенное внимание в энергетике страны уделяется разработке и внедрению передовых технологий [29] полезного применения энергетических ресурсов, представленных в виде жидких, газообразных, твердых горючих продуктов, а также разных носителей физического тепла, образовавшихся при использовании технологических процессов, работы агрегатов, называемых вторичными энергоресурсами. Рассматриваются несколько основных передовых экологически чистых технологий использования таких ресурсов, которые включают в себя доставку низкопотенциального бросового тепла до потребителей, удаленных от источника, сбор тепла с нескольких предприятий и догрев теплоносителя в часы пикового спроса.

Заключение

Требуется обратить внимание на подготовку специалистов в тех областях, подготовка в которых в настоящее время ведется ограниченно: использование энергии солнца и ветроэнергетических установок, термическая утилизация бытового мусора и вторичных энергоресурсов предприятий.

Образование должно вестись в соответствии с современными тенденциями научной мысли и практической необходимости: уже сейчас должна использоваться методологическая база оценки эффективности реконструкции промышленно-отопительных (некрупных коммунально-бытовых) котельных в ТЭЦ малой мощности.

Разработка федеральных государственных образовательных стандартов в сфере высшего профессионального образования четвертого поколения (ФГОС ВПО 4) выступает в роли необходимого процесса, поскольку является шагом к сближению непосредственно рынка труда и профессионального образования. Полное обновление общенациональной системы теплоснабжения в соответствии с установленными нормами, требованиями и стандартами позволит открыть дополнительные возможности, которые, в свою очередь, повлияют на решение задач по обеспечению качества подобного образования. Отчасти это обусловлено наличием более четких требований со стороны работодателей. Например, применительно к теплосетевым структурам требуется эффективно выявлять слабые, сильно коррозированные места теплопроводов, обеспечивать надежность строительных конструкций тепловых сетей, иметь навыки гидравлических расчетов для повседневной деятельности.

Работа выполнена при финансовой поддержке стипендии Правительства Российской Федерации (приказ Минобрнауки № 860 от 29.08.2017).

Список литературы

1. Lund H. et al. The role of district heating in future renewable energy systems // *Energy*. – 2010. – Vol. 35, no. 3. – P. 1381–1390.
2. Стенников В.А., Медникова Е.Е. Оценка направлений развития теплоснабжающих систем городов // *Теплоэнергетика*. – 2016. – № 9. – С. 59–67.
3. Чичерин С.В. О вопросах реконструкции систем теплоснабжения в городах России и стран СНГ // *БСТ: Бюллетень строительной техники*. – 2017. – № 9 (997). – С. 34–35.
4. Постников И.В., Пеньковский А.В., Медникова Е.Е., Добровольская Т.В. Научно-методическая платформа для оптимального развития инновационных теплоснабжающих систем // *Сборник работ лауреатов международного конкурса научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие топливно-энергетической и добывающей отрасли* Министерства энергетики Российской Федерации. – М., 2017. – С. 25–27.
5. Finney K.N. et al. Developments to an existing city-wide district energy network: Part II–Analysis of environmental and economic impacts // *Energy Conversion and Management*. – 2012. – Vol. 62. – P. 176–184.
6. Persson U., Moller B., Werner S. Heat Roadmap Europe: Identifying strategic heat synergy regions // *Energy Policy*. – 2014. – Vol. 74. – P. 663–681.
7. Чичерин С.В. Оценка акустических средств диагностики состояния тепловых сетей // *Энергобезопасность и энергосбережение*. – 2017. – № 5. – С. 55–58.

8. Костенкова А.С. Методы повышения качества тепло-визионных изображений // Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета. – 2017. – № 2 (88). – С. 27–32.
9. Титов Г.И., Новопашина Н.А., Титов В.Г. Причины повреждаемости тепловых сетей // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. – 2016. – № 2(23). – С. 19–22.
10. Чичерин С.В. Вопросы устройства вспомогательной запорной арматуры на трубопроводах тепловых сетей // Промышленная энергетика. – 2017. – № 9. – С. 45–50.
11. Овчаренков Э.А. Анализ состояния городских тепловых сетей и пути повышения их надёжности // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2017. – № 3 (10). – С. 224–231.
12. Чичерин С.В. Наружная коррозия как основная причина повреждаемости тепловых сетей и способы защиты от нее // Вестник Московского энергетического института. – 2017. – № 4. – С. 50–54.
13. Чичерин С.В. Анализ направлений развития тепло-снабжающей инфраструктуры городов // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. – 2017. – Т. 17, № 8. – С. 62–64.
14. Токарев В.В., Шалагинова З.И. Методика много-уровневого наладочного расчета теплогидравлического режима крупных систем теплоснабжения с промежуточными ступенями управления // Теплоэнергетика. – 2016. – № 1. – С. 71–80.
15. Новицкий Н. Н., Луценко А.В. Исследование задач и методов многокритериальной оптимизации гидравлических режимов распределительных тепловых сетей // Научный вестник НГТУ. – 2016. – Т. 64, № 3. – С. 131–145
16. Исследование эффективности развития теплофикации в России / Е.А. Волкова, А.С. Макарова, А.А. Хоршев, Л.В. Урванцева и др. // Известия РАН. Серия «Энергетика». – 2010. – № 4. – С. 95–110.
17. Техничко-экономическая эффективность рекон-струкции промышленно-отопительных котельных в ТЭЦ малой мощности / В.М. Лебедев и др. // Промышленная энергетика. – 2012. – № 12. – С. 23–27.
18. Волкова Е.А. Эффективность некрупных комму-нально-бытовых ТЭЦ и рациональные области их приме-нения / Е.А. Волкова, Т.Г. Панкрушина, В.С. Шульгина // Элек-трические станции. – 2010. – № 7. – С. 2–10.
19. Рябов Г.А., Долгушин И.А., Литун Д.С., Мельни-ков Д.А., Фоломеев О.М. Применение технологии сжигания твердых топлив в кипящем слое на отечественных ТЭС // Новое в российской электроэнергетике. – 2017. – № 7. – С. 46–57.
20. Минин А.А., Матрунчик А.С. Перспективы ис-пользования фотоэлектрических преобразователей в мире и в России // Вестник Пермского национального исследова-тельского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2016. – Т. 7, № 1. – С. 74–81.
21. Ефремова О.А., Хворова Л.А. Математическое мо-делирование систем солнечного теплоснабжения // Известия Алтайского государственного университета. – 2017. – № 4 (96). – С. 98–103.
22. Бежан А.В. Ветроэнергетика Мурманской области // Электрические станции. – 2017. – № 7 (1032). – С. 51–55.
23. Тугов А.Н., Москвичев В.Ф. Повышение эффектив-ности производства электроэнергии на базе твердых быто-вых отходов // Теплоэнергетика. – 2011. – № 6. – С. 25–31.
24. Miró L. et al. Methodologies to estimate industrial waste heat potential by transferring key figures: a case study for Spain // Applied Energy. – 2016. – Vol. 169. – P. 866–873.
25. Brueckner S. et al. Methods to Estimate the Industrial Waste Heat Potential of Regions—A Categorization and Literature Review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2014. – Vol. 38. – P. 164–171.
26. Колесниченко Е.А., Торжков И.О., Радюкова Я.Ю. Вариативность плантационного лесоразведения на осно-ве оценки его прибыльности // Известия КГТУ. – 2017. – № 45. – С. 257–266.
27. Ericsson K., Werner S. The Introduction and Expansion of Biomass Use in Swedish District Heating Systems // Biomass and Bioenergy. – 2016. – Vol. 94. – P. 57–65.
28. Borjesson P., Hansson J., Berndes G. Future demand for forest-based biomass for energy purposes in Sweden // Forest Ecology and Management. – 2017. – Vol. 383. – P. 17–26.
29. Fang H., Xia J., Jiang Y. Key issues and solutions in a district heating system using low-grade industrial waste heat // Energy. – 2015. – Vol. 86. – P. 589–602.