

УДК 628.165; 658.567

Обеспечение энергетической и экологической безопасности Крыма

Л. В. Мелинова,

МКП «Тепловые сети», начальник ПТО, кандидат технических наук, г. Волжский

В. Л. Подберезный,

ООО «Инжиниринговая компания «Химические системы», ведущий технолог, кандидат технических наук, г. Екатеринбург

А. С. Седлов,

НИУ МЭИ, доктор технических наук, профессор, Москва

А. А. Каверин,

НИУ МЭИ, аспирант, ассистент кафедры КУиЭЭ, Москва

Для решения проблемы жизнеобеспечения Крыма предложено создание энерготехнологических комплексов на площадках существующих котельных и ТЭЦ по снабжению пресной водой и выработке тепловой и электрической энергии на базе когенерационных установок. Создание комплексов жизнеобеспечения будет способствовать трансформации урбо-промышленных конгломератов Крыма в биосферосовместимые.

Ключевые слова: энергобезопасность, экологическая безопасность, энерготехнологический комплекс, когенерационная выработка энергии.

Основными отраслями экономики Крыма являются промышленность (более 530 крупных и средних предприятий), туризм, строительство, здравоохранение, сельское хозяйство и торговля. Согласно переписи 2001 года, население Крыма составляет 2 024 056 человек, доля горожан – 63 %, поэтому оптимизация функционирования систем жизнеобеспечения урбанизированных территорий является не только актуальной технической, экологической, но и социально-политической задачей.

Современное энерго- и ресурсообеспечение Крыма

Крым импортирует более 80 % потребляемой электроэнергии с материковой части Украины по сети линий электропередачи суммарной пропускной способностью около 1250 МВт напряжением 220/330 кВ. Максимальное энергопотребление превышает 1,4 ГВт. Для энергообеспечения полуострова с учётом резервов необходимо не менее 1,5 ГВт [1], тогда как общая установленная электрическая мощность энергетических источников составляет всего 0,143 ГВт.

Ситуация, сложившаяся в теплоснабжении автономии, была признана чрезвычайной.

На Симферопольской ТЭЦ установлено две теплофикационные паровые турбины Т-34/55-90 и три паровых котла БКЗ-160-100ФБ. Также ТЭЦ имеет два водогрейных котла марки КВГМ-100; установленная мощность 68 МВт, тепловая мощность 364 Гкал/ч. В 1984 и 1986 гг. на станции были введены в эксплуатацию две газовых турбины ГТУ-

100-750-3М электрической мощностью 100 МВт каждая; в настоящее время электроэнергию эти турбины не вырабатывают.

Камыш-Бурунская ТЭЦ в Керчи введена в эксплуатацию в 1938 году. На станции установлены две паровых турбины ПТ-12-35/10 М, одна ПР-6-35/10/5, два паровых котла БКЗ-75-39ФБ. Установленная электрическая мощность ТЭЦ 30 МВт, а установленная тепловая мощность – 103 Гкал/ч.

Севастопольская ТЭЦ введена в эксплуатацию в январе 1937 года. Установленная электрическая мощность ТЭЦ 33 МВт, тепловая 153,3 Гкал/ч. Станция работает на природном газе. Износ оборудования, переданного в аренду фирме «СГС плюс», составляет 95 %. В целом оборудование всех ТЭЦ характеризуется значительным моральным и физическим износом и нуждается в реконструкции и модернизации.

Установленная электрическая мощность Сакских тепловых сетей 20 МВт, тепловая мощность – 88,1 Гкал/ч, присоединённая тепловая мощность по договорам – 57,6 Гкал/ч. Протяжённость теплосетей составляет 42,99 км. В структуру Сакских тепловых сетей входят также 6 городских котельных суммарной установленной тепловой мощностью 14,5 Гкал/ч.

По состоянию на 2006 год на балансе АО «Крымтеплокоммунэнерго» как одного из основных поставщиков тепловой энергии на территории полуострова находятся 209 котельных (8 из них на консервации) общей установленной мощностью 2292,3 Гкал/ч, из них 161 котельная мощностью 2094,261 Гкал/ч работает на газе, 44 котельные мощ-

ностью 195,275 Гкал/ч – на жидком топливе. Суммарная подключённая тепловая нагрузка к котельным объединениям составляет 1082,574 Гкал/ч. Срок эксплуатации 32 % энергоустановок превышает 20 лет. В усадебной застройке используются автономные источники тепла.

Источниками собственного водоснабжения полуострова являются водохранилища, подземные воды и каптажи. Подготовка воды до норм ГОСТа «Вода питьевая» осуществляется на 8 основных водоочистных станциях суммарной установленной мощностью 781 тыс. м³/сут. За 2003 год 4,72 млн м³ воды не отвечало требованиям стандарта. Водоочистные станции не могут обеспечить необходимый уровень качества питьевой воды в связи с устаревшим оборудованием и используемыми методами очистки. На крупных водоочистных станциях Ялты, Алушты, Симферополя, Феодосии, Керчи нет системы оборотно-повторного использования воды после промывки фильтров. Около 9 млн м³/год загрязнённых возвратных вод попадает в реки.

В наиболее маловодных районах за последние 20–25 лет были построены групповые системы водопровода, к которым относятся Ленинский, Сокольский, Станционный, Старокрымский, Фронтовой, Раздольненский водопроводы. Вследствие продолжительной эксплуатации магистральные водоводы и разводящие сети групповых водопроводов часто выходят из строя и требуют серьёзной реконструкции. Привозной водой частично или полностью пользуются жители 161 посёлка. Сложная ситуация с водоснабжением сложилась в Черноморском, Первомайском, Красноперекоском, Раздольненском районах [2].

Поставки днепровской воды по Северо-Крымскому каналу удовлетворяют нужды жителей полуострова примерно на 80 %. Износ канала достигает 80 %. При этом изношенность системы водоснабжения на полуострове превышает 60 %, поэтому потери воды могут достигать 50 % [3].

Ситуация по загрязнению твёрдыми бытовыми отходами (ТБО), по различным данным со ссылкой на крымское министерство ЖКХ, также является критичной: на территории автономии накоплено 53 млн т отходов и ежегодно количество отходов увеличивается на 2 млн т. На полуострове функционирует 28 полигонов ТБО, эксплуатация десяти из которых приостановлена из-за многочисленных нарушений. Только 9 имеют запас проектной мощности, однако 3 из них заполнены более чем на 90 %.

Предпосылки для решения вопроса

Из приведённых данных очевидно, что необходимо найти такие решения, которые обеспечат минимальное потребление первичных энергоресурсов, минимальное негативное воздействие на окружающую среду Крыма и максимальную экономическую эффективность, при этом решения должны базироваться на отечественных проектных разработках и поставках оборудования.

Термическая утилизация ТБО позволяет освободить значительные площади земли, занятые полигона-

ми, решить экологические проблемы и получить полезный продукт в виде тепловой и электрической энергии и вторичного сырья. В [4] выполнено сравнение технико-экономических и экологических показателей технологий утилизации ТБО. Сжигание оценивалось для топок с колосниковыми решётками, а пиролиз – для реакторов со средней температурой процесса 850 °С. Определено, что технико-экономические показатели являются сопоставимыми, однако экологическая чистота пиролиза выгодно отличает его от сжигания.

В России пиролиз ТБО остаётся новинкой, несмотря на значительные теоретические наработки советского периода. Япония, которая испытывает острую нехватку земли для размещения отходов, является лидером в переработке ТБО пиролизом: в эксплуатации находится несколько десятков установок пиролиза с газификацией и плавлением шлака с диапазоном мощностей в пределах 100–400 т в день. В Германии с 1987 года работает пиролизная установка на смеси ТБО, промышленных и крупногабаритных отходов и осадка сточных вод, обновлённая в 2001 году. Французская компания ThideEnvironmental выпускает пиролизеры с вращающимися барабанами, где высушенные отходы перерабатываются около 30 минут. Пиролизный газ сжигается для получения пара и поддержания теплоты в барабане.

Из табл. 1, в которой обобщены данные о пиролизерах, можно получить некоторое представление о номенклатуре мощностей, выходных параметрах, продуктах пиролиза, КПД установок [5].

Метод термического обессоливания воды (термодистилляция, дистилляция) успешно применяется для опреснения солоноватых, морских и высокоминерализованных вод, а в последние годы и сточных вод. В прошедшие 4–5 десятилетий мировым сообществом достигнуты серьёзные успехи в области разработки техники и технологии этого метода опреснения с целью производства дешёвой пресной воды для самого широкого круга потребителей.

Установки с горизонтально-трубными испарителями с наружным плёночным орошением труб имеют существенные преимущества перед другими типами испарителей: они обладают хорошими экономическими показателями, просты в работе и обслуживании. По удельным затратам тепловой и электрической энергии, по металлоёмкости и площади застройки дистилляционные опреснительные установки (ДОУ) с горизонтально-трубными плёночными испарителями (ГТПИ) имеют преимущество перед дистилляционными установками других типов. Дальнейшее улучшение показателей таких установок связывают с применением термической (пароструйной) или механической компрессии пара и с созданием гибридных схем (установок, объединяющих несколько процессов опреснения).

ДОУ предназначены для работы на сырой воде и на низкопотенциальном греющем паре при давлениях несколько выше атмосферного и, главным образом, под вакуумом. Энергетические многоступенчатые испарительные установки (МИУ) на базе испарителей типа «И», наоборот, созданы для работы в

Таблица 1

Некоторые пиролизные установки на рынке

№ п/п	Производитель, модель	Сырьё	Мощность установки, т/сут.	Получаемый продукт	КПД, %
1	Fortran (Fortran-2, Fortran-200)	Отходы (нефтепереработки, медицинские, пластик)	2–200	Газ, углеродистый остаток, пиролизное масло	–
2	ООО «Термосинтез» (ПС-0,5; ПС-5)	ТБО	12–120	Газ, горячий пар, шлак	92
3	Пиролизный котёл Blago (Blago-ТТ, Blago-Т2Т-ВН (ВС))	ТБО, дрова, опилки, щепа, полиэтилен, кожа, резина	Данные отсутствуют	Тепловая энергия (горячая вода)	81–92
4	Северо-Западный международный центр чистых производств и переработки отходов	ТБО	50	Тепловая энергия (36 тыс. Гкал/год)	90
5	ООО «ЭкоТехноПром»	Резиновые, пластиковые отходы	24	Электроэнергия (1 МВт), тепловая энергия (4 МВт)	–
6	Greenlight Energy Solutions (WCP)	ТБО	265-800	Электроэнергия (5–15 МВт/ч)	–

области повышенных давлений пара – 1,6–0,2 МПа и на подготовленной воде. Поэтому при потребности в переработке больших объёмов сточных вод с целью получения подпиточной воды для котлоагрегатов и резкого сокращения сбросов в ситуации, когда отсутствует низкопотенциальный пар, целесообразным является вариант гибридной (комбинированной) установки, состоящей из МИУ на паре высоких параметров и ДОУ на вторичном низкопотенциальном паре последней ступени МИУ.

Были разработаны проекты утилизации сточных вод и получения дистиллята для подпитки котлов для Волжской ТЭЦ (комбинированная схема МИУ+ГТПИ), Волжской ТЭЦ-2 (ГТПИ), Сыр-Дарьинской, Талимарджанской ГРЭС, Зеравшанской котельной и других станций. В теплоэнергетике реализация данных предложений позволяет сократить потребление сырой воды, реагентов и энергоносителей, утилизировать у стороннего потребителя разделенные соли в удобном для транспортировки сухом виде, увеличить выработку электроэнергии на тепловом потреблении и утилизировать теплоту, затраченную на термодистилляцию в технологическом цикле станции. ФГУП «ВНИПИ Промтехнологии» разработан проект «Энергоопреснительный комплекс – автономная газотурбинная термодистилляционная опреснительная установка парогазового цикла» установленной мощностью 8 МВт электроэнергии, производительностью 20 т/ч пара давлением 0,4 МПа, используемого для получения до 200 м³/ч дистиллята, питьевой и/или горячей воды для технологических целей или целей отопления и ГВС. Учитывая, что климатическая зона Крыма позволяет использовать открытую компоновку всего технологического оборудования комплекса, капитальные затраты на строительство сокращаются не менее, чем на 30 % [6].

Анализ вариантов решения проблемы обеспечения энергетической и экологической безопасности Крыма

Строительство водопровода с территории Кубани («Кубанская вода») способно обеспечить частичное

решение многоплановой задачи, но не решит вопросов утилизации мусора, переработки сточных вод и энергообеспечения и способно нарушить сложившиеся биотопы и гидрогеологическое равновесие.

Строительство опреснительных комплексов на базе обратноосмотических установок приведёт к существенному дополнительному потреблению электрической энергии и дополнительной весьма значительной нагрузке на биосферу. Зарубежная технология обратного осмоса, подкупающая малым потреблением химических реагентов и кажущейся низкой стоимостью, требует через каждые 3–6 лет замены обратноосмотических модулей, стоимость которых высока. Учитывая это обстоятельство, некоторые разработчики применяют дорогостоящую предварительную подготовку обессоливаемой воды, включающую Na-катионирование, неприемлемое при опреснении морских вод. Объём сточных вод с установок обратного осмоса согласно [7] составляет от 20 до 40 % забираемой на обессоливание исходной воды. Поскольку стоки имеют низкое значение pH, то в местах размещения крупных опреснительных обратноосмотических комплексов возникают экологические проблемы, такие как исчезновение различных видов морских организмов и значительное разрушение кораллов [8]. К серьёзным недостаткам обратного осмоса относится и то, что для осуществления этого метода потребляется в значительных количествах электрическая энергия, дефицитная на полуострове. Открытая компоновка оборудования в мировой практике эксплуатации обратноосмотических модулей отсутствует, что формирует дополнительные капитальные затраты.

Предлагается строительство энерготехнологического комплекса жизнеобеспечения, включающего в себя:

- завод по переработке мусора и получению пиролизного газа, сжигаемого впоследствии в котлах-утилизаторах ТЭЦ;

- ТЭЦ на базе парогазовой установки, единичный блок которой состоит из газовой турбины, котла-утилизатора выхлопа газовой турбины с дополнительным сжиганием пиролизного газа и паровой турбины,

отборный пар которой является греющим паром для ДОУ ГТПИ;

– завод приготовления дистиллята на базе ДОУ ГТПИ, предназначенный для выработки воды для питья и хозяйственно-бытовых нужд из Азовского и Черного морей, утилизации промышленных и городских сточных вод, водоподготовки ТЭЦ.

Принципиальная схема энерготехнологического комплекса представлена на рис. 1.

отличие от прочих технологий не производить захоронение отходов, а использовать инертный пиролизный шлак, например, в дорожном строительстве;

– вырабатывать тепловую и электрическую энергию на базе когенерационных установок, используя в качестве топлива продукт переработки ТБО – пиролизный газ;

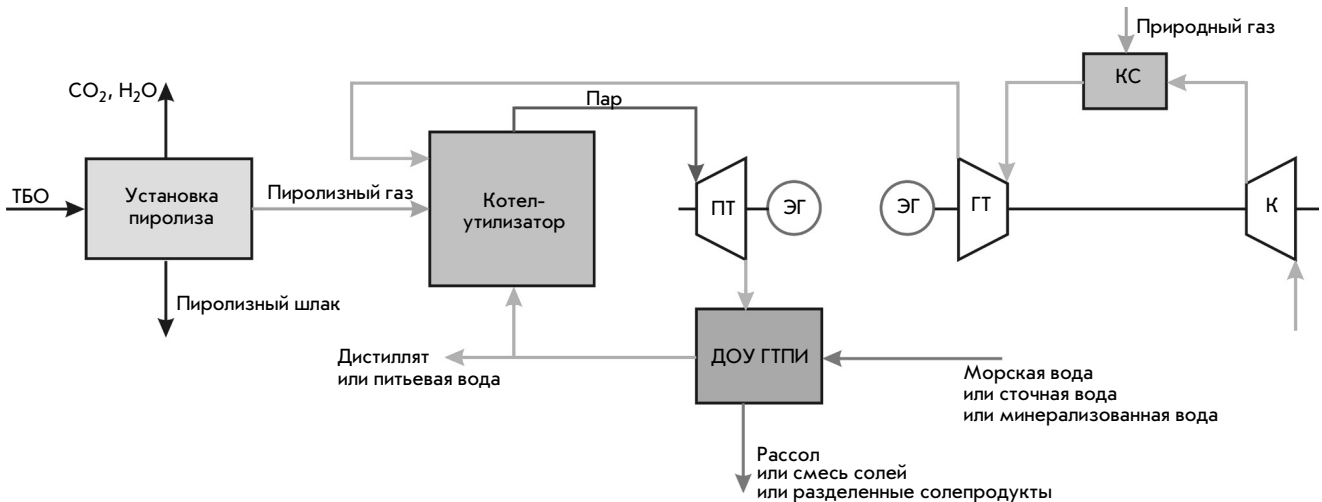


Рис. 1. Принципиальная структурная схема энерготехнологического комплекса:

ТБО – твёрдые бытовые отходы;

ПТ – паровая турбина; ЭГ – электрогенератор;

ГТ – газовая турбина; К – компрессор;

ДОУ ГТПИ – дистилляционная опреснительная установка с горизонтальнотрубными пленочными испарителями

Размещение комплекса жизнеобеспечения рационально осуществить в непосредственной близости от потребителей пресной воды и сырьевой базы, т. е. около Севастополя, Керчи, Феодосии, Сак и Ялты, на базе существующих котельных и/или ТЭЦ. Производительность завода приготовления дистиллята определяется потребностями жителей и инфраструктуры городов и может варьироваться на базе опреснительных установок единичной мощностью от 2 до 17 000 м³ дистиллята в сутки.

Реализация предложения по созданию энерготехнологического комплекса жизнеобеспечения на базе существующих котельных и ТЭЦ позволит:

– обеспечить жителей и инфраструктуру полуострова качественной пресной водой, вырабатываемой из азовской и черноморской воды наиболее выгодным по цене и энергоэффективным методом термической дистилляции на базе горизонтальнотрубных пленочных испарителей;

– утилизировать сточные воды городов и промышленных объектов в технологическом цикле водоподготовки ТЭЦ, исключая вредное воздействие сточных вод на окружающую среду;

– получать дополнительный товарный продукт от ДОУ ГТПИ – сухую смесь солей или разделённые соли;

– утилизировать ТБО городов по наиболее экологичной пиролизной технологии, позволяющей в

– модернизировать энергообъекты, имеющие значительный износ технологического оборудования;

– увеличить объём собственной генерации электрической энергии и снизить зависимость в поставке электроэнергии от Укрэнерго;

– минимизировать транспортные расходы на доставку мусора к месту его переработки;

– сократить на 30 % капитальные затраты на строительство энерготехнологического комплекса за счёт применения открытой компоновки оборудования;

– минимизировать накладные, административные и прочие расходы за счёт объединения индивидуальных целевых проектов в единый ансамбль.

Преимущества реализации предложения по созданию энерготехнологического комплекса состоят в следующем:

– устойчивое, не зависящее от зарубежных стран обеспечение Крыма и Севастополя электроэнергией и пресной водой;

– модернизация объектов топливно-энергетического комплекса, обеспечивающая экологическую безопасность с переходом на инновационную модель развития;

– снижение общих затрат энергетического производства и повышение рентабельности комплекса жизнеобеспечения;

– использование результатов реализации бессточной схемы применительно к новым оптимальным проектам для предприятий теплоэнергетики и других отраслей промышленности с получением экономического эффекта;

– получение государственных преференций предприятию при доле использования более 90 % российских технологий и оборудования [9];

– независимость от зарубежных поставок оборудования, комплектующих и реагентов.

Вопросы биосферной совместимости энергетики, систем жизнеобеспечения городов являются в настоя-

щее время приоритетными в энергетических стратегиях мирового сообщества. Строительство энерготехнологического комплекса Крыма создаст условия для развития экономики полуострова, включая её диверсификацию, обеспечит рост технологического уровня и минимизацию инфраструктурных ограничений. Таким образом, энерготехнологические комплексы жизнеобеспечения будут способствовать трансформации урбо-промышленных конгломератов Крыма в биосферосовместимые, что отвечает современным международным тенденциям и обеспечивает энергетическую и экологическую безопасность региона.

Литература

1. Investment portal of the Republic of Crimea [Электронный ресурс]. Код доступа: www.invest-crimea.gov.ua/show_content.php?alias=energy&mid.
2. Портал «Сегодня» [Электронный ресурс]. Код доступа: www.segodnya.ua/ukraine/cituatsiju-c-teplochn-abzheniem-v-krymu-priznali-chrezvychnoj.html.
3. Крым в деталях [Электронный ресурс]. Код доступа: www.krimspec.org/infrastructura/vodosnab/83-2012-01-24-10-00-30.html.
4. НПК «ЭКОДАР» [Электронный ресурс]. Код доступа: www.ecodar.info/ru/news/792.html.
5. Williams R. B., Jenkins B. M., Nguyen D. Solid waste conversion: A review and database of current and emerging technologies. Final report, University of California Davis, Department of Biological and Agricultural Engineering, 2003.
6. Термодистилляционные опреснительные установки для энерготехнологических комплексов / Аксёнов В. И., Щеклеин С. Е., Подберезный В. Л., Ладыгичев М. Г., Мелинова Л. В. Водное хозяйство промышленных предприятий: Справочное издание. Кн. 4 / Под ред. В. И. Аксёнова. – М.: Теплотехник, 2007. – 240 с.
7. Юрчевский Е. Б., Первов А. Г., Андрианов А. П., Пичугина М. А. Сокращение объёма и утилизация сточных вод обратноосмотических обессоливающих установок // Энергосбережение и водоподготовка. – 2013. – № 4 (84). – С. 3–7.
8. Abu Dhabi water resources master plan // Environment Agency Abu Dhabi. January 2009.
9. Распоряжение Правительства РФ 29.08.2013 № 1535-р «Об утверждении государственной программы Российской Федерации „Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности“ (в новой редакции)».

Energy and ecological safety of Crimea

L. V. Melinova,

Heat Networks, head of the technical engineering department, PhD

V. L. Podberезny,

Chemical Systems, chief technologist, PhD

A. S. Sedlov,

MPEI, doctor of science, professor

A. A. Kaverin,

MPEI, postgraduate student, assistant

As a way to solve a life-support issue of Crimea, the authors recommend construction of power technological complexes based on existing thermal and boiler plants for fresh water and energy supply using cogeneration principles. These complexes are able to transform urban and industrial conglomerates into biosphere compatible zones.

Keywords: *energy safety, ecological safety, power technological complex, cogeneration energy production.*