

Малая когенерация в частном секторе — проблемы и перспективы

Когенерация является важным действенным ресурсом энергосбережения, энергоэффективности, сокращения вредных выбросов и потребления топлива. Когенерация как технология получила широкое распространение в энергообеспечении городов, крупных предприятий и объектов инфраструктуры. Однако на рынке когенерационных установок (КГУ) для частных домов наблюдается очень медленное развитие. В статье делается обзор существующих технологий, серийных моделей КГУ и ситуации на рынках в мире и в России. В заключении автор делает выводы об основных препятствиях в распространении когенерации в частном жилом секторе и предлагает меры по их преодолению.

Автор: Александр КРОПАЧЕВ,
руководитель проекта

Когенерация

Когенерация, как следует из названия, это комбинированная (совместная) генерация электрической и тепловой энергии для использования в интересах потребителя. В принципе, любое производство электроэнергии при помощи теплового двигателя — турбины, ДВС и т.д. — сопровождается выделением тепла, причём, как правило, доля тепловой энергии намного превышает долю электрической энергии в общем энерговыделении. Использование этого тепла (рис. 1), например, для отопления зданий или технологических процессов, значительно повышает энергоэффективность производства электроэнергии, помогает снизить выбросы и сберечь топливные ресурсы. Те же преимущества когенерации проявляются в случае использования тепловой энергии, получаемой при отоплении, для производства электроэнергии. Таким образом, внедрение когенерации является важным инструментом в решении задачи снижения затрат на обеспечение тепловой и электрической энергией и повышении эффективности использования топливных ресурсов.

На сегодня в режиме когенерации работают, как правило, крупные электростанции, расположенные в больших го-

родах (ТЭЦ — теплоэнергоцентр). Они используют паровые и газовые турбины для производства электроэнергии, а образующееся тепло направляют на отопление многоквартирных домов, предприятий и учреждений. Обычно современные ТЭЦ имеют мощность по электричеству не менее 25 МВт и относятся к «большой когенерации». Кроме того, некоторые предприятия при необходимости устанавливают у себя широко распространённые микротурбинные или газопоршневые установки (ГПУ) для самообеспечения электроэнергией, и иногда тепло, вырабатываемое системой охлаждения, используется для внутренних нужд. Производители таких когенерационных установок (относимых к «средней когенерации») предлагают модели разного уровня мощности по электричеству — от 20–30 кВт до нескольких мегаватт, хотя недавно чешская компания Tedom выпустила когенерационную мини-ГПУ Micro T7 с мощностью 7 кВт по электричеству и 11 кВт по теплу.

Что же касается частного жилого сектора, то ситуация с внедрением когенерации является более сложной по многим причинам, как техническим, так и экономическим, которые и подвергаются анализу в этой статье.



Фото: Gazecos, <http://www.gazecos.ru>



Фото: Gazecos, <http://www.gazecos.ru>



Источник: kgorat.ru

Рис. 1. Общая схема когенерации

Технологии. Малые КГУ в Европе

Существует несколько технологий, на базе которых созданы и серийно выпускаются малые когенерационные установки для дома. Все они различаются в основном по способу преобразования газового топлива в электрическую энергию (КГУ для дома на других видах топлива — пеллетах, угле, дровах и т.д. — пока не производятся). Это небольшие газопоршневые двигатели внутреннего сгорания, топливные ячейки, двигатели Стирлинга и паровые двигатели (последние два вида можно объединить как двигатели внешнего сгорания). Ещё можно назвать микротурбины и термоэлектрические технологии, но они пока не вышли за рамки экспериментов и оптимистичных пресс-релизов.

Первые серийные домашние КГУ появились в Европе (и Японии) к началу 2000-х годов. Они были основаны на газопоршневом двигателе, через рубашку охлаждения которого прокачивалась вода, далее используемая для отопления.

Пионером и лидером европейской когенерации стала фирма Senertec Dachs, разработав и продав к настоящему моменту свыше 30 тыс. шт. различных КГУ на газопоршневых двигателях с электрической мощностью от 5,5 до 20 кВт. В настоящий момент компания продолжает производство этой линейки: к примеру, подходящая для частного дома модель Dachs G5.5 выдаёт до 5,5 кВт электрической мощности и до 15 кВт — тепловой, и стоит около 22 тыс. евро.

За Senertec последовали и другие, например, Valliant Group разработала и выпускает несколько моделей газопоршневых микро-КГУ: это модели Ecorpower 1.0, 3.0 и 4.7, где цифровые индексы означают электрическую мощность, а тепловая составляет 2,5; 9,0 и 14 кВт, соответственно. Цены составляют: за Ecorpower 1.0 — 12,3 тыс. евро (сейчас модель не предлагается), Ecorpower 3.0 — 18,2 тыс. евро и за Ecorpower 4.7 — 20,7 тыс. евро, соответственно [1].

Особняком стоит немецкая компания Otag, выпустившая небольшую партию необычных КГУ Lion PowerBlock. В основе этой модели лежит двухцилиндровый паровой двигатель со свободным поршнем и линейным электрогенератором мощностью до 2 кВт. Тепловая мощность КГУ достигала 16 кВт, но, к сожалению, в настоящий момент Lion PowerBlock не выпускается.

Существует несколько технологий, на базе которых созданы и серийно выпускаются малые когенерационные установки для дома. Это небольшие газопоршневые двигатели внутреннего сгорания, топливные ячейки, двигатели Стирлинга и паровые двигатели (последние два вида можно объединить как двигатели внешнего сгорания). Ещё можно назвать микротурбины и термоэлектрические технологии



Фото: ООО «Энпорт», <http://enport.ru>

В начале 2010-х годов прошёл бум по созданию КГУ на базе двигателя Стирлинга. Взяв за основу свободнопоршневой двигатель Стирлинга компании Microgen Engine Corp., ряд европейских производителей разработали и выпускали свои «стирлинговые» когенерационные установки: среди известных моделей можно назвать Senertec Dachs SE, Viessmann Vitotwin 300-W, BAXI Ecogen.

Вследствие использования однотипного электрогенерирующего блока базовые технические характеристики у всех этих КГУ совпали: электрическая мощность 1 кВт, тепловая мощность 6 кВт (от двигателя). Дополнительную тепловую мощность обеспечивали отдельные газовые блоки 18–20 кВт. Стоимость когенерационных установок с двигателем Microgen составляла 12–20 тыс. евро [1], но в настоящий момент все перечисленные компании прекратили поставки своих установок с двигателем Стирлинга.

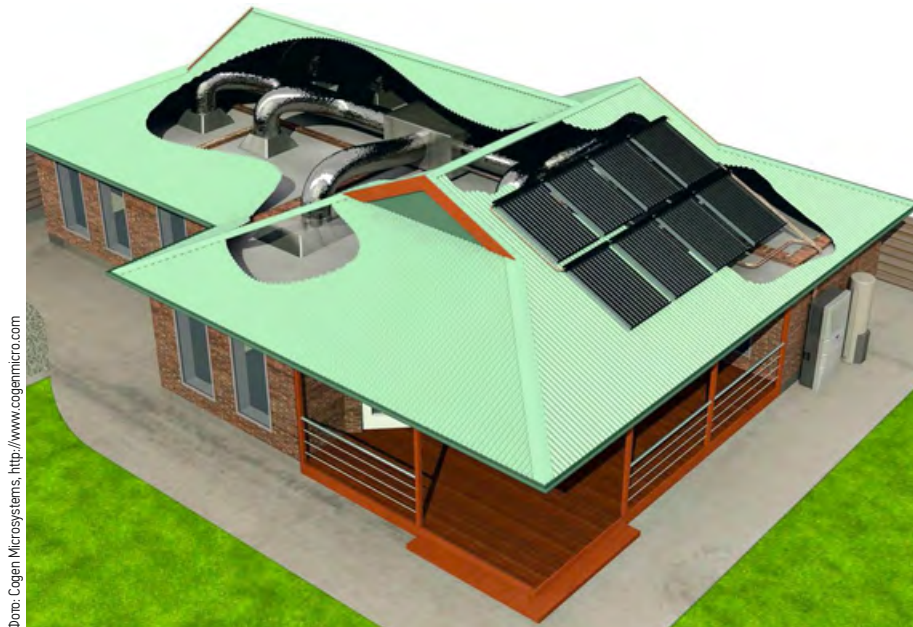


Фото: Cogen Microsystems, <http://www.cogemicro.com>

Сама компания Microgen сейчас предлагает только КГУ на дизельном двигателе с электрической мощностью 15 кВт.

Хотя в общем парке установленных домашних КГУ до сих пор преобладают газопоршневые системы (рис. 3), в последние годы основную ставку в Европе делают на технологии топливных элементов (ТЭ, fuel cells — топливные ячейки), так как из всех когенерационных технологий ТЭ обеспечивают самые «чистые» выбросы. За последние годы были разработаны и начато производство газовых КГУ на ТЭ сразу несколькими фирмами, к примеру назовём самые известные из них: Senertec с моделью InnoGen электрической мощностью 700 Вт, Viessmann с моделью Vitocalor 300-P мощностью 750 Вт и Buderus с моделью Logarpower FC10 мощностью 700 Вт.

У первых двух моделей максимальная тепловая мощность около 20 кВт, у третьей — 24 кВт. Отличилась компания Solid Power, заявляющая свою модель BlueGEN как самую эффективную КГУ на ТЭ. Но это скорее домашний электрогенератор на ТЭ, так как при электрической мощности 1,5 кВт установка выдаёт 600 Вт тепловой мощности, что для отопления жилья совершенно недостаточно. Уровень цен в расчёте на 1 кВт для когенерационной установки с ТЭ самый высокий: базовые модели стоят от 14,5 тыс. до 25 тыс. евро, а учитывая услуги по монтажу, подключению и все опции — конечная стоимость для домовладельца может достигать 25–56 тыс. евро, в зависимости от компании-производителя [2].

Идеи малой когенерации пользуются огромной поддержкой в ЕС, стремящейся всеми силами сократить потребление ископаемого топлива, по многим причинам — экологическим, экономическим, и не в последнюю очередь политическим.

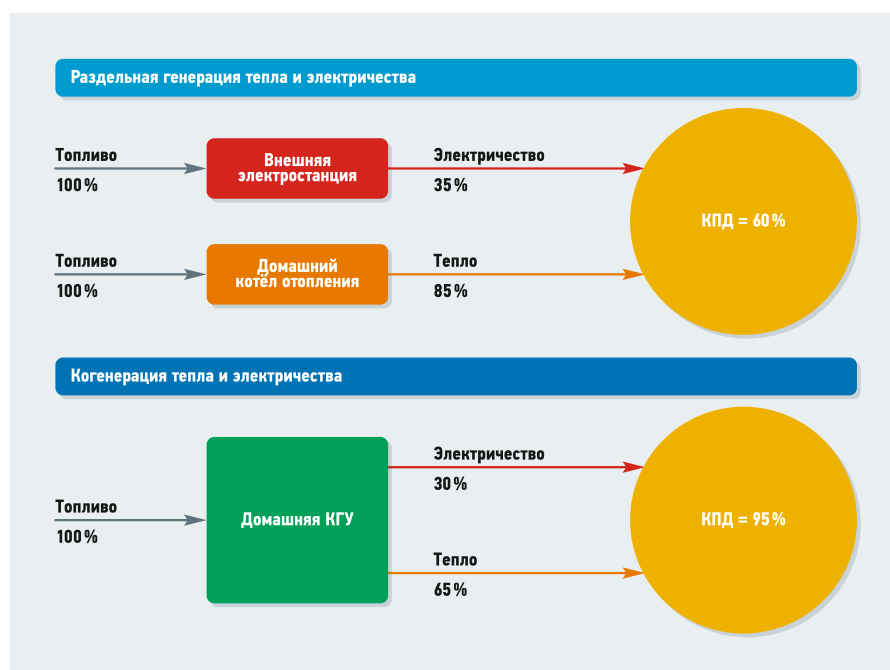
Образована европейская ассоциация Cogen, которая продвигает когенерацию во всех сферах общества: устраивает конференции и встречи, выпускает информационные материалы, координирует меры поддержки со стороны структур ЕС, участвует в подготовке законодательства, касающегося малой энергетики, инициирует и продвигает внедрение мер господдержки микро- и когенерации.

Один из самых значимых видов государственной поддержки в ЕС частных пользователей КГУ стал «входной тариф» (feed-in tariff). Например, в Великобритании, если КГУ соответствует требованиям «входного тарифа», то пользователю выплачивается 10 пенсов за каждый киловатт-час электричества, выработанный КГУ и потраченный на внутридомовые нужды. Если же этот киловатт-час

Идеи малой когенерации пользуются огромной поддержкой в ЕС, стремящейся всеми силами сократить потребление ископаемого топлива, по многим причинам — экологическим, экономическим, и не в последнюю очередь политическим. Образована европейская ассоциация Cogen, которая продвигает когенерацию

потребитель направляет во внешнюю электрическую сеть, то получает дополнительно 3 пенса. Если учесть стоимость непотраченного сетевого электричества по тарифу 12,7 пенсов за 1 кВт·ч, то потенциальная экономия за отопительный период составит существенную сумму. Кроме «входного тарифа», очень значимой поддержкой можно назвать выплату EU Enefield grant в размере 3500 фунтов стерлингов, которую получает домовладелец при покупке КГУ [3]. Аналогичный уровень поддержки ЕС предписал всем своим странам-членам.

Тем не менее, несмотря на все предлагаемые финансовые стимулы и пропаганду сокращения выбросов, внедрение когенерации в частный жилой сектор в Европе пробуксовывает, несмотря на большую экономию на топливе и счетах за электричество (рис. 2), домовладельцы очень неохотно приобретают дорогостоящие КГУ, предпочитая проверенные дешёвые отопительные котлы. Как результат, к 2015 году в странах ЕС насчитывалось 40 тыс. уже установленных КГУ на



Источник: данные автора

■ Рис. 2. Общая эффективность энергоснабжения частного дома

фоне рынка отопительных котлов в размере 8 млн шт. лишь за один год! Слабым утешением для европейцев стало второе место по домашним КГУ в мире — 15 % от мировых установок, в то время как почти все остальные 85 % остаются за Японией (230 тыс. шт.) [4].

В своих отчётах [5] Cogen признает, что даже поставленные цели по продвижению к доли 25 % у всей когенерацией в общем энергопотреблении в ЕС не достигнуты, а о доли домашней когенерации приходится говорить не в процентных долях, а в числах установленных КГУ. Сложившуюся ситуацию Cogen объясняет трудными экономическими условиями, неопределённостью глобального энергетического рынка, неосведомлённостью потребителей, слабой координацией структур ЕС и национальных правительств. Но работа продолжается: в рамках проекта Code2 разработана новая «дорожная карта» по развитию микро-когенерации в Европе, тем более что, по оценкам отчёта, сделанного в рамках этого проекта, в недалёком будущем рынок домашних КГУ в ЕС должен достигнуть многомиллиардных значений (рис. 3).

За океаном

Япония является мировым лидером во внедрении когенерации в частный жилой сектор: считается, что местные продажи КГУ превосходят европейские почти в десять раз! Основной технологией является газопоршневая КГУ на базе двигателя Honda или Yanmar, но правительство поддерживает КГУ на топливных элементах (ТЭ) при помощи программы Ene-Farm.

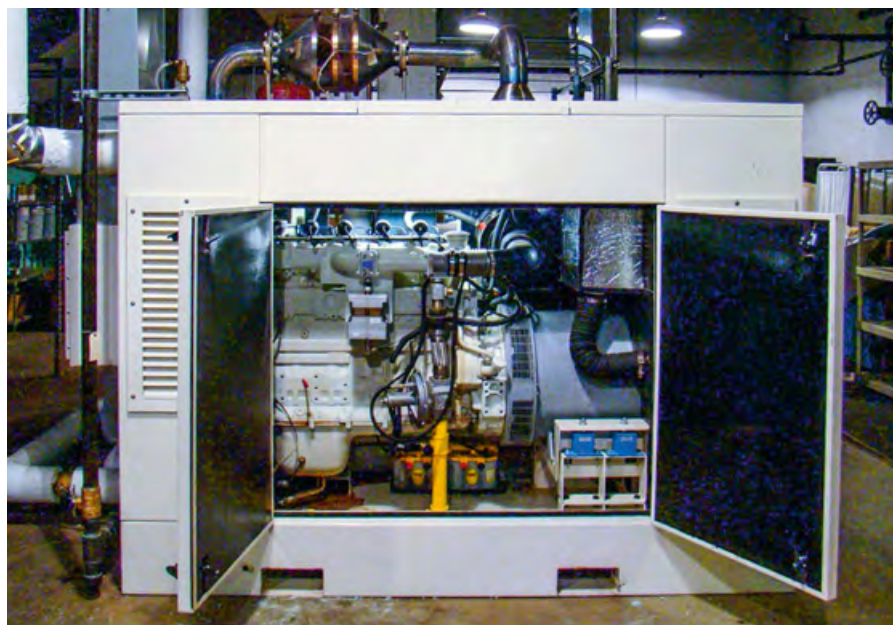


Фото: Co-energy America, <http://www.coenergyamerica.com>

В рамках программы корпорации Tokyo Gas и Panasonic разработали и продают КГУ на ТЭ по ценам свыше \$30 тыс., хотя обещается снижение до \$20 тыс. Для сравнения, газопоршневые КГУ Ecowill на базе Honda стоят чуть более \$10 тыс., и только их продано к 2013 году свыше 120 тыс. шт., на фоне 21 тыс. шт. КГУ на ТЭ.

Частично лидерство Японии по когенерации можно объяснить очень высокой стоимостью электричества (по сравнению с Европой) и повышенными сложностями с обеспечением страны топливными ресурсами. Тем не менее, даже мировой рекорд (230 тыс. шт. к 2015 году) по числу частных КГУ меркнет на фоне общего количества населения и частных домов, где

можно было бы установить когенерационную установку. В самой Японии признают [6], что из-за своей высокой стоимости даже КГУ Ecowill доступна совсем не для каждого жителя.

Что касается Нового Света, то проблемы малой когенерации не обошли и их. В 2015 году американское правительство агентство ARPA-E выпустило доклад [7], в котором признает, что частная когенерация в США, имеющая огромный потенциал в энергосбережении и сокращении выбросов, остаётся в зачаточном состоянии, а именно: менее тысячи установленных КГУ на фоне 70 млн газифицированных домовладений, пригодных для установки КГУ.

В попытке стимулировать распространение КГУ в США, ARPA-E объявило конкурс на создание недорогой (до \$3000 за 1 кВт) КГУ мощностью 1 кВт и пообещало финансовую поддержку разработчикам и производителям.

В России

В России до последнего времени когенерационные установки бытового класса не предлагались, не считая нереализованных планов по поставкам немецкой КГУ от компании Viessmann модели Vitotwin 300-W. Но в этом году южнокорейская компания Navien объявила о начале продаж в России КГУ модели Hybrigen на основе двигателя Стирлинга. Основываясь на объявленных технических данных этого двигателя, его фото и схемах, можно сделать вывод, что он аналогичен двигателю Стирлинга от американской компании Microgen, который использовался в «стирлинговых» моделях КГУ компаний Viessmann, BAXI и Senertec.

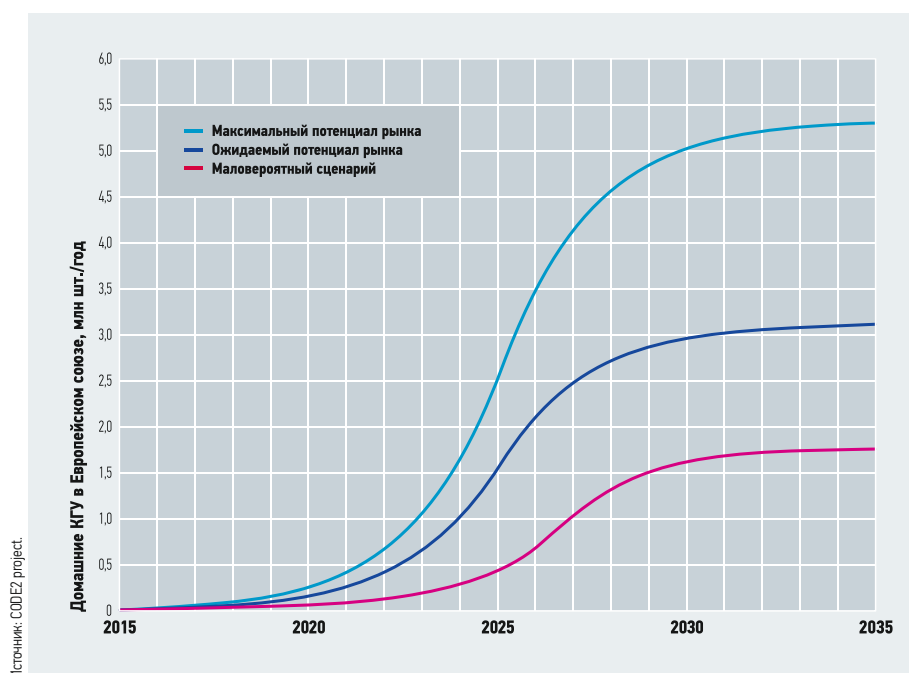


Рис. 3. Потенциал рынка микро-КГУ в Европе

На момент написания данной статьи КГУ Navien Hybrigen присутствовала в России только в виде выставочного образца, проводился предварительный сбор заявок на поставку, и узнать о подробности о результатах реальной эксплуатации этой КГУ в российских условиях можно будет не ранее следующего года. Стоит отметить, что объявленная розничная цена на Navien Hybrigen составила около 1 млн руб., что примерно соответствует европейским ценам на аналогичные КГУ. Учитывая различные экономические условия в России и в Европе, следует ожидать намного меньший спрос на эту КГУ со стороны российских потребителей, чем тот, который существует в европейских странах.

Другие зарубежные производители пока не объявляли о новых планах поставок своих домашних КГУ в Россию. Если обратиться к российским производителям КГУ, то они пока сосредоточились на выпуске установок среднего класса на базе отечественных и импортных газопоршневых и дизельных двигателей с мощностью по электричеству от 60 кВт и более.

Что же касается КГУ с электрической мощностью до 10 кВт, то в РФ деятельность в этой области пока не вышла за пределы исследований, разработок и экспериментов, но вот некоторые примеры.

В Москве научной группой «Промтеплоэнергетика» ведутся работы над созданием когенерационных паровых машин, сделаны широкие теоретические и экспериментальные исследования. Группой собран паровой двигатель путём конвертации автомобильного двигателя ВАЗ и успешно испытан с получением электрической мощности 2,15 кВт [8].

В Томске группа учёных ТУСУР работает над газогенераторной мобильной мини-ТЭЦ с электрической мощностью 10–30 кВт и потенциально пригодной для дополнения когенерационной функцией [9]. В Калуге на НПВП «Турбокон» создана и испытана гидропаровая турбина ППТ-10 на электрическую мощность 10 кВт. Турбинные технологии хорошо подходят для процесса когенерации, но стоимость микротурбин, как правило, значительно превышает стоимость ГПУ аналогичной мощности [10].

Производственная компания Научно-производственная фирма «Экип» совместно с ОАО «КАМАЗ» и МВТУ им. Баумана ведёт разработку свободнопоршневого многотопливного двигателя, и, по расчётам, модели ПЗ8-НС и ПГН-50 обеспечат номинальную мощность 8 кВт [11]. О возможности режима когенерации пока открытых сведений нет.

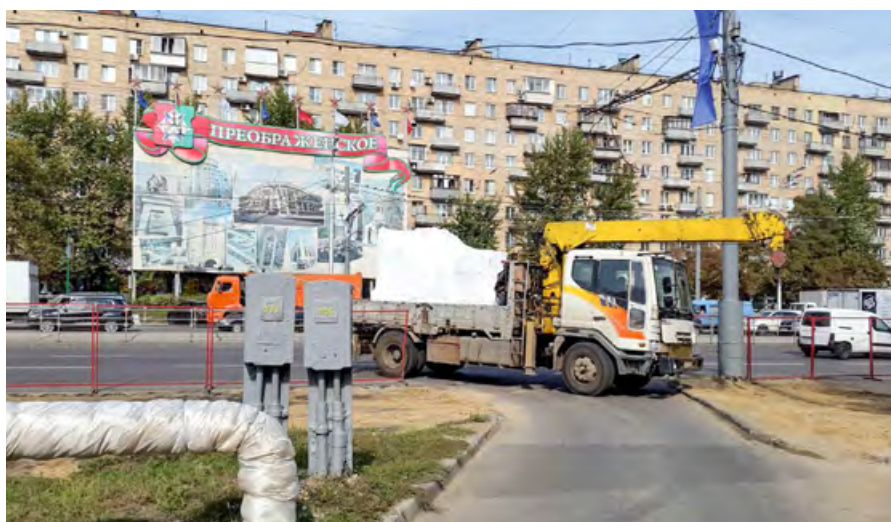


Фото: Gazecor, <http://www.gazecor.ru>

Автором статьи ведётся разработка газовой бытовой КГУ на прямоточном паровом двигателе с электрической мощностью до 2,5 кВт и тепловой мощностью до 25 кВт в рамках проекта «Кропат», но результаты пока ограничиваются удачными испытаниями прототипа [12].

Наиболее действенным инструментом в интенсификации распространения КГУ был бы комплекс мер, направленный на снижение цены для потребителя КГУ для домашнего использования установки

Заключение

Наблюдая за непросто идущим процессом внедрения когенерации в сектор частного домовладения, можно сделать вывод, что для ускорения этого процесса необходимо предпринять новые активные действия как со стороны заинтересованных государственных структур, так и со стороны бизнес-сообщества, в частности, компаний-производителей КГУ. Накопленные данные, изложенные в статье, показывают, что даже объёмная господдержка (в некоторых европейских странах) в виде больших выплат частным домовладельцам за приобретение КГУ и выработанную энергию, не приводит к существенному росту числа установленных домашних КГУ. На фоне несомненных выгод для потребителя в виде экономии топлива, основным фактором, тормозящим массовую замену отопительных котлов на КГУ, остаётся слишком высокая цена существующих КГУ. И наиболее действенным инструментом в интенсификации распространения КГУ был бы комплекс мер, направленный на снижение цены для потребителя КГУ для домашнего использования.

В перечне таких мер можно назвать: разработку новых недорогих моделей КГУ, принципиально отличающихся от

существующих типов; радикальная переработка существующих типов КГУ с целью снижения себестоимости; организация специального порядка сдачи КГУ в лизинг, субсидирование процентов по кредиту на КГУ, стимулирование беспроцентной рассрочки при покупке КГУ; частичную компенсацию розничной цены КГУ для потребителя в виде налоговых вычетов и других средств, а также финансовой и налоговой поддержки производителей и разработчиков КГУ.

И при совместной и продуктивной работе в этом направлении как государственных структур развития, так и научного и промышленного сообществ, есть все основания полагать, что развитие малой когенерации обретёт новое дыхание и общество получит весомые результаты в виде масштабного сокращения выбросов и потребления топливных ресурсов. ●

1. Beiträge der Kategorie BHKW-Hersteller [Электр. ресурс]. Prinz-Online-Gruppe. Режим доступа: bhwk-prinz.de.
2. Kosten für eine BHKW-Heizung mit Brennstoffzelle [Электр. ресурс]. Energieheld GmbH. Режим доступа: energieheld.de.
3. BAXI Ecogen Range Guide [Электр. ресурс]. BAXI. BDR Therman Group. Режим доступа: baxi.co.uk.
4. The benefits of micro-CHP [Электр. ресурс]. Delta Energy & Environment. Report for Cogen Europe. Режим доступа: cogeneurope.eu.
5. European Cogeneration Review. Germany, United Kingdom and Netherlands [Электр. ресурс]. Cogen Europe 2012–2013. Режим доступа: cogeneurope.eu.
6. Мировые новости [Электр. ресурс]. Энергетика и промышленность России. 2001. №11(15). Режим доступа: eprussia.ru.
7. Genset Program Overview [Электр. ресурс]. ARPA-E. 2015. Режим доступа: arpa-e.energy.gov.
8. Трохин И.С. Паропоршневое будущее малой энергетики России // Энергетика и промышленность России, 2013. №06(218). С. 51.
9. Производство «всядных» мини-ТЭЦ откроется в Томске в 2014 году [Электр. ресурс]. Журнал С.О.К. Режим доступа: www.s-o-k.ru.
10. Технология производства электроэнергии с использованием горячей воды водогрейных котлов [Электр. ресурс]. ЗАО НПВП «Турбокон». Режим доступа: turboconkaluga.ru.
11. Савицкий А.И. и др. Выбор гибридной силовой установки мобильных транспортных средств // Транспорт на альтернативном топливе, 2011. №6(24). С. 66.
12. Демонстрация работы прототипа КГУ [Электр. ресурс]. Проект «Кропат». 2017. Режим доступа: kropat.ru. Дата обраб. 15.10.2017.