

*Пожалуй, трудно назвать какое-либо другое государство, имеющее подобную историю энергосбережения. Безусловно, Германия продвинулась по этому пути значительно дальше нас. Этот материал — российский взгляд на энергоэффективность по-немецки.*

Вошедшая в поговорку немецкая бережливость особенно проявилась в «углеродном периоде» нашей общей истории. И это закономерно, ведь Германия — промышленно развитая страна с высокой плотностью населения, а природные запасы энергоносителей у нее ограничены и добыча их весьма затратна. Планомерные действия по экономии энергии начались в период нефтяных кризисов 70-х годов (однако и до того энергии никогда не было в избытке). Эти первые меры нельзя назвать системными, однако даже благодаря им удалось добиться многого. В период с 1990 по 2006 год энергоэффективность росла почти на 2% ежегодно, и сейчас Германия тратит менее 7 ГДж на производство 1 тыс. евро ВВП. А значит, по энергоэффективности может считаться одной из ведущих мировых держав. Особое внимание здесь всегда обращали на промышленные предприятия и здания, ведь именно они потребляют львиную долю энергии. В середине последнего десятилетия XX века Европа перешла на единое законодательство в области энергоэффективности (национальные нормы каждого участника должны соответствовать законодательству ЕС). И только в 2007 г. произошел переход к системным мерам в этой сфере.

Сейчас ситуация в общих чертах такова: немцы не скрывают, что чем больше «Газпром» зарабатывает в Германии, тем больше они стараются экономить. Неудивительно, ведь счета только за газ в Германии больше, чем все расходы на коммунальные услуги в России. В 2010 г. средний немец заплатил за газ вдвое больше, чем в 2005-м. Импортируемое топливо в энергобалансе Германии занимает более 80%. А ситуацию с поставками газа из России и Средней Азии в последние годы никак нельзя назвать стабильной. Другие же поставщики газа — Норвегия и Голландия — не в состоянии покрыть потребностей Германии. Так что есть резон экономить.

## Настоящее время, нормы

Намеченные сегодня цели в сфере энергосбережения в Европе часто обозначают как «20–20–20». Это значит: к 2020 г. необходимо достичь 20% сбережения первичной энергии (20 процентного роста энергоэффективности), 20% энергии получать из возобновляемых источников, а также сократить на 20% выбросы углекислого газа. По поводу сокращения выбросов сейчас ведутся споры, и, возможно, этот показатель составит 30%. Европейские энергетические нормы учитывают все изменения в механизме «торговли выбросами» — на сколько будет сокращаться и как контролироваться объем эмиссии углекислоты. Однако здесь мы рассматриваем только вопросы, напрямую связанные с энергопотреблением и энергоэффективностью.

Итак, в чем же заключаются принятые меры? Согласно европейским правилам (речь прежде всего идет о новой редакции директивы EPBD — Energy performance building directive, - принятой в 2010 г. взамен редакции 2003 г.), с 2020 г. все новые здания, построенные в Европе, должны иметь **низкое энергопотребление — менее 45 кВт/м<sup>2</sup> в год**, с 2018 г. это требование распространяется на все новые публичные здания. Конечно, официально эти нормы введены для того, чтобы более эффективно бороться с глобальным потеплением. Однако цена на российский газ — при недостаточной энергетической независимости стран ЕС — является более чем достаточным аргументом для подобного решения.

Общеввропейские директивы, несмотря на их рамочный характер, имеют статус обязательных рекомендаций для всех стран, то есть нормы европейских документов должны быть отражены в национальных законах. EPBD содержит лишь общие требования, и каждая страна вправе найти свои решения для реализации предусмотренных директивой мер. В Германии это закон, который называется EnEv (Energieeinsparverordnung). Он был принят в 2002 г., с тех пор несколько раз дорабатывался, последние изменения внесены в 2007 и 2009 гг.

EnEv рассматривает здание, как единую энергосистему, то есть учитывает и потребление первичной энергии (с соответствующим коэффициентом), и теплозащиту здания, которая жестко нормирована. Требования EnEv распространяются на все здания, за исключением построек, имеющих особую историческую ценность. **С недавних пор для всех зданий-потребителей энергии в Германии обязателен энергетический паспорт** – с середины 2008 г. это требование предъявлялось к зданиям, построенным до 1966 г., а полугодом позже распространилось и на более «молодую» недвижимость. Владельцы жилья, например, при его продаже или сдаче внаем обязаны предъявить такой документ. В паспорте помимо энергобаланса здания указываются и основные меры по повышению энергоэффективности объекта.

### Технические решения: генерация

Как-то на одной из тематических конференций премьер-министр России Владимир Путин пошутил: что, мол, немцы, газ кончится – дровами топить будете? Особый же колорит этой шутке придает то, что дрова, по мнению немецких энергетиков, – весьма перспективное топливо. Древесина экологична, «нейтральна» с точки зрения выбросов углекислого газа (сколько дерево поглотило, пока росло, столько и отдаст, когда его сожгут) и к тому же полностью возобновляема. **Энергоустановки на деревянной щепе** (woodchip power plants) тепло от сжигания древесины используют наиболее полно, вырабатывая электроэнергию и тепло для отопления.

Щепа – отходы деятельности любого деревообрабатывающего предприятия, а значит, для ее получения не нужна специальная инфраструктура. Поэтому перевод отопления в Германии «на дрова» – не такая уж шутка: ТЭЦ на щепе, хоть и нечасто, можно встретить уже сейчас. Учитывая же динамику цен на углеводороды, можно предположить, что совокупная мощность таких установок с каждым годом будет расти.

Грамотное обращение с отходами вообще очень характерно для Германии. Даже контейнеры для бытового мусора там разные для разных видов отходов. Такой подход обеспечивает первичную селекцию отходов и существенно облегчает дальнейшую утилизацию. Даже канализационные стоки в Германии используются с пользой – для генерации энергии. Из стоков извлекается так называемый биогаз, использование которого уже сейчас дает 1,3% электроэнергии в стране. Переработка незначительных объемов стоков не выглядит эффективной, но мощность каждого четвертого очистного предприятия Германии предусматривает утилизацию отходов более чем 10 тыс. чел. На таких сооружениях вполне можно построить блочные ТЭС, что, по ряду оценок, позволит увеличить объем электроэнергии, вырабатываемой с помощью биогаза, в два-три раза.

Большая часть альтернативных генерирующих мощностей в Германии – это **фотоэлектрические батареи и ветряные электростанции**, расположенные на суше и на море. Солнечные панели сегодня может себе позволить любой владелец небольшой недвижимости – благодаря государственным субсидиям (которые стали возможны из-за роста потребительских цен на электроэнергию). Рост частных генерирующих мощностей поддерживается еще и тем, что любой владелец солнечной батареи или ветрогенератора может выступить продавцом электроэнергии на относительно свободном рынке. На практике это означает, что «зеленое» электричество можно сдать в сеть и получить за это деньги, что пока, к сожалению, невозможно у нас. Поэтому рост «зеленых» генерирующих мощностей в Германии идет со скоростью взрыва.

К 2050 г. в Германии планируется увеличить долю энергии из возобновляемых источников до 60%. Существует мнение, что таким образом к середине века станет возможно генерировать абсолютно всю электроэнергию в стране. Но соответствующих мощностей (и условий для их создания) в стране пока нет, и в этот переходный период Германия делает ставку на более традиционные источники энергии. Планировалось, например, что последний атомный реактор будет остановлен в 2021 г. Но уже сейчас ясно – срок эксплуатации реакторов придется продлевать на 10–12 лет\*.

---

\*Примечание редакции: В 2002 г. правительство ФРГ приняло план постепенной остановки всех АЭС, чтобы к 2022 г. полностью перейти на безъядерную энергетику. Но в сентябре 2010 г. федеральные власти заключили сделку с крупнейшими

энергетическими концернами страны. Она подразумевала продление срока работы 17 атомных станций на 8-14 лет в обмен на инвестиции до 30 млрд евро в возобновляемую энергетику. Последнюю АЭС в Германии планировалось закрыть лишь к 2035 г. Однако после разрушительного землетрясения и цунами 11 марта 2011 г. в Японии, которые привели к аварии на АЭС «Фукусима-1», в ФРГ стала нарастать волна протестов против продления сроков работы немецких АЭС и захоронения в стране высокорadioактивных отходов.

В мае 2011 г. Правительство Германии объявило о решении прекратить эксплуатацию всех АЭС страны к 2022 г. К этому времени планируется расширять использование альтернативных источников энергии, сооружать необходимые линии электропередачи.

Не откажется Германия и от газа. Помимо традиционного российского планируется использовать сжиженный газ, поставляемый из Алжира, Катара, Египта и других стран. Серьезная ставка делается на **сланцевый газ** – его запасы на территории самой густонаселенной федеральной земли Германии Северный Рейн-Вестфалия оцениваются в 2,1 трлн м<sup>3</sup>. Более крупными залежами в Европейском союзе обладают лишь Нидерланды. Американский гигант ExxonMobil заявил, что в случае подтверждения объема запасов он готов инвестировать в эту отрасль миллиарды евро. Впрочем, даже самые оптимистично настроенные специалисты считают, что сланцевый газ вряд ли займет более 10% в общем энергобалансе страны.

### Технические решения: экономия и сбережение

Около 40% всей используемой в стране энергии «потребляют» здания и сооружения. Ограждающие конструкции (стены) в немецких домах, как правило, весьма добротные, и при этом их теплопроводность можно еще существенно уменьшить с помощью современных материалов.

Основными потребителями энергии в здании являются системы отопления и горячего водоснабжения, система вентиляции и кондиционирования, источники света и бытовая (офисная) техника. Отопление и водоснабжение съедают львиную долю энергии: по различным оценкам, от 60 до 85% от объема энергопотребления здания, или примерно треть от потребляемой в стране энергии. Соответственно, основной путь улучшения энергетических характеристик здания – оптимизация этих систем.

По данным отраслевой ассоциации BDH (bdh-koeln.de), в Германии эксплуатируется около 8 млн отопительных систем на основе газовых бойлеров, из которых лишь 13% работает в комбинации с возобновляемыми источниками энергии. Всего 10% котлов характеризуется высокой энергоэффективностью. В стране 5,7 млн бойлеров на жидком топливе и всего 700 тыс. устройств на биотопливе и биогазе. А значит, несмотря на то, что экономят энергию в Германии уже давно, потенциал для повышения энергоэффективности все еще огромный. Финансирует внедрение энергосберегающего оборудования не государство. Это делают крупные компании и уполномоченные агентства. Собственник, установивший современный бойлер в комбинации с источником «зеленой» энергии, вправе рассчитывать на компенсацию до 15% от собственных вложений.

Все больше горячей воды в Германии производится с помощью **солнечных коллекторов**. Примитивный его вариант, знакомый многим российским дачникам, – бочка, установленная на крыше «поближе к солнцу». Разумеется, в Германии эксплуатируются технически совершенные системы с эффективными теплообменниками, что позволяет обеспечивать дом теплой водой, даже если на улице не слишком жарко.

Другая интересная тенденция – **увеличение доли тепловых насосов**. У нас они по-прежнему остаются экзотикой. Причины этого – неподходящий климат, большие начальные вложения на фоне низкой цены энергии. Однако Германия до тепловых насосов уже «дозрела». Перспектива получить на каждый затраченный ватт электричества три и больше ватта тепла привлекает многих владельцев недвижимости. Особый вид тепловых насосов устанавливается на канализационные стоки. Дело в том, что вода «на входе» в дом существенно более холодная, чем та, что сливается в канализацию. Тепло, затраченное на подогрев воды внутри дома, раньше просто уходило в канализационный коллектор. Теперь это считается расточительством. Тепло от канализационных стоков можно снять с помощью теплового насоса «вода — вода» и использовать на подогрев воды для бытовых нужд.

Нельзя не упомянуть о возможностях модернизации традиционных систем отопления. Наиболее массовая тенденция – **переход на низкотемпературные бойлеры** и, соответственно, на теплоноситель с меньшей температурой. Расходы на отопление в доме, оснащённом такой системой, существенно ниже расходов на традиционное высокотемпературное отопление, стоимость же модернизации не слишком велика.

И, наконец, «последний писк» индивидуальной энергетической моды – **домашняя когенерация** на основе миниатюрных двигателей внешнего сгорания (двигатель Стирлинга) и одноцилиндровых газопоршневых машин. Непосредственно к экономии тепла это не приводит, однако тепло в такой системе является побочным продуктом. И, разумеется, с учетом стоимости произведенной электроэнергии обходится значительно дешевле.

Существуют разные подходы к экономии тепла. Рядовые немцы поражаются нашей расточительности: как можно открывать окно при работающем отоплении? Но в российских жилых домах нет никакой другой вентиляции, кроме вытяжек в ванной и в кухне, в то время как в немецких домах приточно-вытяжная вентиляция встречается довольно часто. В последнее время вентиляционные установки модернизируются для обеспечения рециркуляции тепла в системе.

Остальные тенденции энергосбережения типичны для всех стран: замена окон на более «теплые», переход на энергосберегающее освещение, повышение эффективности использования естественного света, применение более энергоэффективных хладагентов в системах кондиционирования, установка систем автоматизации и оптимизация алгоритмов управления «прожорливым» оборудованием.

### Фрайбург — экологическая столица страны

Город Фрайбург расположен в земле Баден-Вюртемберг, недалеко от границ со Швейцарией и Францией. Хотя это и курортная зона, однако, совсем не тропики. Именно в этом городе вырос экспериментальный район Ваубан, застроенный сплошь пассивными зданиями. Пассивным называется здание, которое (условно) не потребляет энергию. На самом же деле потребляет – из расчета менее 15 кВтч в год на квадратный метр площади – и при этом производит примерно столько же.

Ваубан – экологически чистый и зеленый район, в котором жители предпочитают велосипед и трамвай остальным видам транспорта. Машины здесь не принято парковать у домов – в районе построена подземная парковка, поверхность которой покрыта солнечными батареями. Такие же элементы можно встретить на крышах почти всех домов Ваубана. Дома здесь построены исключительно из экологически чистых материалов: дерево, стекло, минимум бетона. Низкое энергопотребление в таких домах обеспечивается благодаря высоким характеристикам ограждающих конструкций и оптимальному ориентированию дома. Здание располагается так, чтобы выработка энергии солнечными батареями была максимальной. Учитываются даже преобладающие направления ветра, что также позволяет снизить потери тепла.

Канализационные стоки здесь используются для выработки биогаза. Пиковые потребности в тепле покрывает ТЭЦ на деревянной щепе, а на самый крайний случай в некоторых домах есть газовые котлы. Кондиционирование в большинстве домов не предусмотрено вовсе, а вот приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией (рециркуляцией) тепла есть повсюду.

Хотя пассивные здания позволяют не просто сэкономить, но еще и заработать (отдавая в сеть произведенную ими энергию), в других регионах Германии они не пользуются популярностью. Немцы считают их холодными, некомфортными и неподходящими для большей части страны из-за климата. Большую симпатию завоевывают здания с низким, но не нулевым потреблением энергии — до 50 кВтч в год на квадратный метр. Пассивные же здания – хорошая демонстрация достижений современной техники и экспериментальная площадка, не более того.

### nZEB — офисное здание с нулевым потреблением

Кроме жилых существуют и другие здания, например офисные. Их энергопотребление, как правило, выше, ведь в офисах установлены более мощные инженерные системы, здесь больше

техники и людей. Снизить энергопотребление офиса – существенно более сложная задача, и простыми мерами вроде замены бойлера тут часто не обойтись.

Крупнейшая японская компания-производитель климатической техники и ее немецкий партнер – группа инженерных компаний, совместно с рядом научных организаций создали свою экспериментальную площадку – офис Zeller Group, известный как nZEB (net Zero Energy Building). Здание можно считать пассивным: солнечные батареи на крыше за год генерируют столько же энергии, сколько потребляют все инженерные системы здания. В здании вовсе нет отопительного котла, нет и когенерационной машины – тепло обеспечивает тепловой насос Altherma типа «воздух – вода» и система кондиционирования с переменным расходом хладагента (VRF, VRV). Насос подогревает пол (температура теплоносителя 35 °С) и обеспечивает здание теплой водой, система кондиционирования подключается в случае особенно низких температур и увеличенной потребности в тепле.

Оптимизированы, насколько это возможно, и остальные системы. Например, в здании используется комбинация из светодиодных и люминесцентных источников света. Кроме того, площадь остекления довольно велика, и, несмотря на неизбежные тепловые потери, через стекла максимально используется естественный свет. Однако все это не имело бы смысла без мощной системы автоматизации, позволяющей следить за всеми важными параметрами работы систем здания и при необходимости их изменять. Именно эта система и осуществляет собственно экономию, ведь просто установить тепловой насос мало – надо еще найти оптимальный алгоритм его работы.

Пока это единственная в своем роде площадка, но в скором времени таких домов станет много больше – компания планирует возвести несколько таких зданий в разных регионах Германии.

## Вместо заключения

Конечно, Россию трудно сравнивать с Германией – различия во всем слишком велики. Разные условия и масштабы, разное отношение к энергоресурсам, разные концепции развития энергетики. Но если Германия с ее традициями экономии открыла у себя такой огромный потенциал для энергосбережения и использования альтернативных источников энергии, то что же можно сделать у нас с нашими пространствами и ресурсами? Свой закон об энергосбережении теперь есть и в России, и он во многом похож на западные нормы. Дело за малым – наладить механизмы субсидий, либерализовать рынок электроэнергии и поменять сознание людей. И немецкий опыт нам в этом, безусловно, поможет.

### Дополнение 1

## ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА ГЕРМАНИИ

Активное развитие ветроэнергетики началось раньше, чем солнечной. А после того как была сконструирована установка для размещения на воде, для выработки энергии стала использоваться не только суша, но и морские просторы (например, известный проект Alpha Ventus, фабрика энергии в Северном море в 45 км от берега). Ветер вырабатывает около 8% всей энергии Германии.

В последнее время, однако, с развитием фотовольтаики ветряки отчасти теряют свою популярность. Основные причины: ветряные электростанции по-прежнему довольно дороги из-за высокой материалоемкости, они издают шум и нуждаются в регулярном обслуживании. Кроме того, установка ветряков малой мощности на небольшой высоте экономически нецелесообразна. И хотя цена электроэнергии, выработанной с помощью ветра, по-прежнему ниже цены энергии от солнечных батарей, в 2010 г. отмечен безусловный спад на рынке ветряных электростанций. Объем продаж сократился на 19%, всего же по стране было установлено 754 ветряка, что примерно соответствует уровню 1999 г. Общее количество турбин в Германии – около 22 000 единиц, их суммарная мощность составляет 26 ГВт.

Предполагается, что к 2020 г. общая мощность ветряков составит 45 ГВт, что обеспечит четверть всего энергопотребления страны. При этом количество ветрогенераторов изменится

незначительно, а рост производства энергии произойдет за счет замены старых установок на новые – более производительные и менее шумные.

Дополнение 2

## СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ В ГЕРМАНИИ

Особое внимание в Германии уделяется использованию солнечной энергии. Всего десять лет назад солнечные фотоэлементы здесь были экзотикой, а только за один 2010 г. в строй введено около 7 ГВт генерирующих мощностей – общая мощность всех немецких солнечных батарей составляет около 15 ГВт. Солнечные батареи сегодня можно увидеть повсюду: на крышах жилых домов, бассейнов, парковок, крышах и стенах самых разных общественных сооружений. Стоимость солнечных элементов год от года снижается, а государство субсидирует желающих воспользоваться энергией солнца и выдает под эти начинания недорогие кредиты. Электроэнергия, выработанная частными солнечными мощностями, поступает в общую сеть, причем цена на нее устанавливается государством на весьма высоком уровне. В Германии также часто можно увидеть солнечные коллекторы – они помогают обеспечить дом горячей водой и теплом, минуя затратное преобразование тепла в электричество.

В 2010 г. агентство DENA, консультирующее правительство страны по энергетическим вопросам, забило тревогу: электросеть не справляется с лавинным ростом генерирующих солнечных мощностей! Всем установкам, подключенным к сети в 2008 и 2009 гг., гарантируется покупка произведенной ими электроэнергии по актуальному тарифу в течение следующих 20 лет. А вот для вновь подключаемых систем этот тариф будет снижаться ежегодно примерно на 9%. Ожидается, что благодаря этим мерам цены на солнечную и традиционную электроэнергию сравняются к 2018 г. Однако с учетом того, что стоимость установок также постоянно снижается, генерировать солнечную энергию будет выгодно и в этом случае. Но стоит задуматься вот над чем: фотовольтаика производит всего 10% «зеленой» энергии Германии, съедая при этом 40% бюджета развития альтернативной энергетики страны. В общем же балансе страны солнечная энергия составляет пока всего 1,5–2%.



Фото 1. Солнечные элементы есть на многих немецких крышах



Фото 2. Экономия всего – вот генеральная линия на ближайшие годы. Даже если речь идет о воде