

В. Л. Гарнага, к. т. н.; К. С. Филатова

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ЭКОНОМИИ ЭНЕРГИИ

Вопрос энергосбережения может стать одним из основных для экономического и социального развития в течение следующих десятилетий. Это отражено в росте цен на энергоносители. Дальнейшее нерациональное использование энергоносителей становится еще более очевидным на фоне роста ущерба, наносимого окружающей среде, поэтому население, предприятия и организации, а также все общество должны быть заинтересованы в экономном потреблении энергоресурсов и эффективном использовании природных ресурсов.

Ключевые слова: источники энергии, экономия энергии, солнечные батареи, архитектура, ветрогенераторы.

Актуальность проблемы. Проблема энергосбережения на рубеже тысячелетий превратилась в одну из важнейших общечеловеческих проблем. Рациональное и экономное использование природных ресурсов, сокращение вредных выбросов в атмосферу и эффективное использование электрической и тепловой энергии приобретают важное значение в обществе. Энергосбережение является не только решающим, но и самым дешевым источником удовлетворения потребностей хозяйственного комплекса в энергоносителях, поскольку удельные капитальные затраты в энергосбережение значительно ниже затрат на увеличение добычи и производства энергоносителей.

С 2016 года Укргаздобыча ставит задачу выйти только в 2020 году на добычу 20 млрд. м³. В 2015 году было добыто лишь 14,5 млрд. м³ собственного газа. В 2014 году Украина использовала 38,7 млрд. м³, из них приобрела 14,5 млрд. м³ у РФ и 5,1 млрд. м³ у ЕС. А в 2015 году использовала 33,7 млрд. м³ и приобрела у РФ 6,1 млрд. м³, а у ЕС – 10,3 млрд. м³. На сегодняшний день Украина пытается отказаться от российского газа полностью [1].

Теоретически в Украине также огромные запасы сланцевого газа. Согласно последним данным Управления энергетической информации США, его залежи могут составлять 3,6 трлн. кубических метров. Такого объема с учётом потребления хватило бы Украине на 70 лет. Однако разработка месторождений сланца и другого нетрадиционного газа в Украине находятся на начальной стадии [2].

В 2015 году без «зеленого» тарифа работали 25 объектов энергетики, которые производили электроэнергию из возобновляемых источников установленной мощностью 28,4 МВт и 15 объектов – из вторичных энергетических ресурсов общей мощностью 585,9 МВт. В предыдущие годы этими же объектами было произведено 1486,5 млн. кВт·ч.

Кроме того, по данным НЭК «Укрэнерго», согласно выданным техническим условиям в 2015 году на объектах энергетики, производящих электроэнергию из возобновляемых источников, было присоединено мощностей в объеме 2401 МВт, из которых:

- 1178 МВт – на объектах ветроэнергетики;
- 1198 МВт – на объектах солнечной энергетики;
- 5 МВт – на объектах малой гидроэнергетики;
- 20 МВт – на объектах биоэнергетики.

На сегодняшний день в Украине насчитывают 885 объектов, производящих тепловую энергию из возобновляемых источников установленной мощностью 1558,6 МВт, в том числе:

- солнечной энергетики – 0,8 МВт;
- тепловых насосов – 5,5 МВт;
- биоэнергетики – 1552,3 МВт.

Указанными объектами в прошлом году произведено 2173 тыс. Гкал, что на 90% больше, чем в предыдущие годы, в частности произведено тепловой энергии:

объектами солнечной энергетики – 0,87 тыс. Гкал;
тепловыми насосами – 6,4 тыс. Гкал;
объектами биоэнергетики – 2165,8 тыс. Гкал.

Производство тепловой энергии объектами возобновляемой энергетики позволило заменить 253 млн. м³ природного газа [3]. Это дает возможность сделать вывод, что использование альтернативных источников энергии в городском хозяйстве является достаточно эффективным.

Изложение основного материала. Учитывая глобальность проблемы, во многих странах (включая и Украину) стали разрабатывать нормативную литературу по вопросам энергосбережения в градостроительстве и архитектуре.

С 1 июля 2013 г. вступило в силу Изменение № 1 к ДБН В.2.6-31: 2006 «Тепловая изоляция зданий», разработанное ГП «Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций» (НИИСК).

Существенные изменения, внесенные в ДБН «Тепловая изоляция зданий», регламентируют ужесточение требований к минимально допустимому значению сопротивления теплопередач ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Таблица 1

Основные изменения ДБН В.2.6-31: 2006 «Тепловая изоляция зданий» [4, 5]

	До изменения	После изменения
Температурные зоны Украины:		
1	Территорию Украины делят на четыре температурные зоны. К первой относятся: Киевская, Житомирская, Винницкая, Ровенская, Хмельницкая, Тернопольская, Черкасская, Сумская, Харьковская, Луганская, Донецкая, Черниговская области. Ко второй – Запорожская, Днепропетровская, Львовская, Луцкая, Ивано-Франковская, Черновицкая области. К третьей – Одесская, Николаевская, Ужгородская области. К четвертой – АР Крым.	Территорию Украины делят на две зоны. К первой температурной зоне относят большую часть территории Украины: Винницкая, Волынская, Днепропетровская, Донецкая, Житомирская, Ивано-Франковская, Киевская, Кировоградская, Луганская, Львовская, Полтавская, Ровенская, Сумская, Тернопольская, Харьковская, Хмельницкая, Черкасская, Черновицкая, Черниговская области. Ко второй температурной зоны принадлежат АР Крым, Закарпатская, Запорожская, Николаевская, Одесская, Херсонская области.
Наружные стены:		
2	1. Для первой температурной зоны Украины $R_{qmin} = 2,5 - 2,8 \text{ м}^2\text{К} / \text{Вт}$. 2. Для второй $R_{qmin} = 2,0 - 2,5 \text{ м}^2\text{К} / \text{Вт}$.	1. Для первой температурной зоны Украины $R_{qmin} = 3,3 \text{ м}^2\text{К} / \text{Вт}$. 2. Для второй $R_{qmin} = 2,8 \text{ м}^2\text{К} / \text{Вт}$.
Теплоизоляционный слой для фасадных конструкций:		
3	1. Для первой температурной зоны 100 – 120 мм. 2. Для второй температурной зоны толщина утеплителя для фасадных конструкций принимают 50 – 80 мм.	1. Толщина слоя должна быть не менее 120 – 150 мм. 2. Для второй температурной зоны толщина утеплителя для фасадных конструкций должна составлять не менее 100 мм.
Наклонные кровли:		
4	1. Для первой температурной зоны Украины было $3,3 \text{ м}^2\text{К} / \text{Вт}$. 2. Для второй ранее показатель составлял $2,6 \text{ м}^2\text{К} / \text{Вт}$. При утеплении скатной кровли в первой температурной зоне толщину утеплителя принимают 150 – 200 мм. Для второй температурной зоны толщина утеплителя должна составлять 100 – 120 мм.	1. Для первой температурной зоны Украины – $4,95 \text{ м}^2\text{К} / \text{Вт}$. 2. Для второй – $4,9 \text{ м}^2\text{К} / \text{Вт}$. При утеплении скатной кровли в первой температурной зоне толщина утеплителя должна составлять 250 – 300 мм. Для второй температурной зоны толщина утеплителя должна составлять 150 – 200 мм.

Анализ нормативных документов и изменений к ним позволил установить, что в современных градостроительстве и архитектуре необходимо максимально использовать

новые энергоэффективные технологии:

нетрадиционные (альтернативные) источники электрической энергии: гелиогеотермальные, ветровые установки и др.

энергоэффективную оболочку здания, обеспечивающую минимальные теплопотери и теплоподачу;

энергосберегающее оборудование здания – тепловой насос, энергосберегающие электроприборы, энергоэффективное освещение;

АСКУ – автоматизированную систему контроля и управления зданием и др.

Современные энергосберегающие здания начала XX века существенно отличаются от аналогичных по назначению сооружений, спроектированных и построенных в конце XX века, не только своими архитектурно-техническими решениями, но и дизайном [6]. Рассмотрим некоторые примеры архитектурных решений современных энергосберегающих зданий, в которых используют градостроительные нетрадиционные источники энергии: энергию солнца, почвы, ветра, шума, геотермальную энергетику, биоэнергетику, гидроэнергетику.

Энергию солнца впитывают гелиоустановки (солнечные батареи, коллекторы и другие) и применяют для дополнительного обогрева здания; нагрева воды домов и бассейнов; отопления домов; создания электроэнергии (освещение электроприборами и работа); освещения улиц; создание гелиостанций и прочее.

В современных градостроительстве и архитектуре солнечные батареи не только размещают отдельно, но и делают их встроенными в крышу и фасад здания.

Компания SMIT выпустила в продажу систему солнечных батарей Solar Ivy, которая состоит из большого количества листов (гальванических пластин), имитирующих побеги плюща. Систему легко прицепить на стены зданий, она принимает форму поверхности любого рельефа. При этом фотоэлементы немного поворачиваются за счет ветра, улавливая солнечные лучи в разных плоскостях, что повышает общую производительность. Форму и тип листьев можно подобрать в соответствии с дизайном здания. Такой солнечный плющ уже использован на фасадах двух комплексов: Orson Spencer Hall в США и музея окружающей среды Montreal Biosphere в Канаде [6].

Также широко используют энергию почвы. Коллекторы устанавливают в грунт, что позволяет получить дополнительную электроэнергию, а также создать геотермальные районы и станции [6].

Украина имеет определенный потенциал развития геотермальной энергетики. Это обусловлено термогеологическими особенностями рельефа и особенностями геотермальных ресурсов страны. Однако на сегодняшний день научные, геолого-разведочные и практические работы в Украине сосредоточены только на геотермальных ресурсах, которые представлены термальными водами. По разным оценкам, экономически целесообразный энергетический ресурс термальных вод Украины составляет до 8,4 млн. т н.э. / год.

По прогнозам национальных планов действий по возобновляемой энергетике стран Европейского Союза, электрическое применение геотермальной энергии должно почти удвоить ее производство к 2020 г., то есть это будет 10,9 ТВт·час при 1613 МВт установленной мощности. Для достижения этой цели не только страны-производители геотермальной энергии должны значительно увеличить имеющиеся установленные мощности (в Италии до 920 МВт, в Германии до 298 МВт, во Франции до 80 МВт, в Португалии до 75 МВт), но и другие страны должны развивать собственные секторы, например, Греция (120 МВт), Венгрия (57 МВт), Испания (50 МВт) и Словакия (4 МВт). В основном такого развития можно будет достичь благодаря функционированию установок двойного цикла [7].

Ветроэнергетика – отрасль альтернативной энергетики, специализирующаяся на

преобразовании кинетической энергии ветра в электрическую энергию.

Процесс строительства украинской ветроэнергетики начался еще в 1996 году. Институтом возобновляемой энергетики НАН Украины составлена карта ветроэнергетического потенциала нашей страны. Наиболее привлекательными регионами для использования энергии ветра является побережье Черного и Азовского морей, горные районы временно оккупированной АР Крым, территория Карпатских гор, Одесская, Херсонская и Николаевская области.

Согласно отчету Всемирной ветроэнергетической ассоциации, мощность энергии ветра в мире достигает 336 327 МВт. Общая установленная мощность энергии ветра на середину 2014 года составляет около 4% мировой потребности в электроэнергии.

Пять традиционных стран ветроэнергетики – Китай, США, Германия, Испания и Индия – вместе представляют 72% мировой мощности ветроэнергетики. Относительно новых добавленных мощностей, доля Большой пятерки увеличилась с 57% до 62% [8].

Суть работы ветрового генератора заключается в следующем: энергия воздушных масс крутит лопасти турбины, превращаясь в электроэнергию, которую можно использовать для освещения домов, улиц и других объектов. Воздушные турбины желательно устанавливать на небоскребы, так как сила ветра на них сильнее.

Примером удачного размещения воздушной турбины является небоскреб в форме яйца «Envision Green Hotel» – работа архитектурного бюро Michael Rosenthal Associates (Майами, США). Сооружение представляет собой ветровую башню с урбанистическим экоотелем. Его фасады покрыты фотогальваническими структурами, что позволяет использовать и накапливать электроэнергию без вмешательства центральной электросети города. За счет ветровых турбин нагреваются котлы с водой для водоснабжения и отопления здания. По периметру отеля размещаются специальные резервуары для забора и последующей фильтрации дождевой воды, которую используют для бассейнов.

Итальянские дизайнеры Франческо Коларосси, Джованна Саракино и Луиза Саракино провели реконструкцию старого изношенного моста между городами Багнару и Сцилу протяженностью 20 км (рис. 1) [9]. Они предложили оригинальный дизайн экологически чистого моста, в качестве элементов художественного декора которого используют большие ветрогенераторы, заполняющие свободное пространство между колоннами, и солнечные батареи на поверхности дороги. В этой части страны электроэнергия достаточно дорога, поэтому требования к проекту – красота и оригинальность дизайна, решение стратегической задачи функциональности моста, экономия средств при строительстве и получение электроэнергии минимум для 15000 домов, расположенных в округе [6].

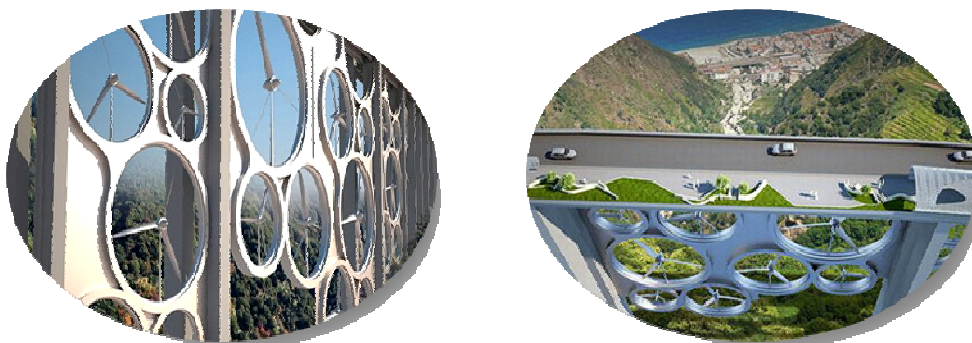


Рис. 1. Solar Wind – мост с солнечными батареями и ветрогенераторами в Калабрии, Италия

Современный мегаполис и днем и ночью пронизан шумовыми колебаниями, энергия

которых расходуется на колебания воздуха, при этом не неся никакой пользы. Сегодня ученые считают, что стук вагонных колес, гул автомагистралей, звуки полицейских сирен, строительный шум, топот ног и человеческие голоса – все это может быть полезным для человека, потому что будет производить электроэнергию [10]. Примером энергии шума является Soundscraper, небоскреб, покрытый чувствительными к шуму «ресницами», превращающими городской шум в источник экологически чистой энергии. Здание можно построить недалеко от основных автомагистралей, железнодорожных узлов и других источников максимального шумового загрязнения города. На каждом небоскребе порядка 84000 электроактивных «ресниц», каждая из которых преобразует звуковые колебания в кинетическую энергию, а затем – в электричество. Один Soundscraper может производить 150 мегаватт энергии, примерно 10% от потребности освещения всего Лос-Анджелеса. Несколько таких небоскребов смогут удовлетворить потребность в электроэнергии мегаполиса. Кроме получения экологически чистой энергии, уменьшаются выбросы углекислого газа и зависимость от ископаемого топлива [6].

Биоэнергетика – отрасль энергетики, основанная на использовании биотоплива, которое производят из биомассы.

Биомасса – биологически восстановительное вещество органического происхождения, которое подвергается биологическому разложению (отходы сельского хозяйства (растениеводства и животноводства), лесного хозяйства и технологически связанных с ним отраслей промышленности, а также органическая часть промышленных и бытовых отходов).

Для Украины биоэнергетика является одним из стратегических направлений развития сектора возобновляемых источников энергии, учитывая высокую зависимость страны от импортных энергоносителей, в первую очередь, природного газа, и большой потенциал биомассы, доступной для производства энергии. К сожалению, темпы развития биоэнергетики в Украине до сих пор существенно отстают от европейских. На сегодняшний день доля биомассы в валовом конечном энергопотреблении составляет 1,78%. Ежегодно в Украине для производства энергии используют около 2 млн. т у. т. / год биомассы различных видов. На древесину приходится самый высокий процент использования экономически целесообразного потенциала – 80%, тогда как для других видов биомассы (за исключением лузги подсолнечника) этот показатель на порядок ниже. Наименее активно (на уровне 1%) реализуется энергетический потенциал соломы зерновых культур и рапса.

В Украине ежегодно собирают более 50 млн. т зерновых культур, после которых остаются в значительных объемах солома и растительные отходы, побочные продукты сельскохозяйственного растениеводства. Годовой технически достижимый энергетический потенциал твердой биомассы в Украине эквивалентен 18 млн. т н. э., а его использование позволяет ежегодно экономить около 22 млрд. м. куб. природного газа. Наибольший потенциал твердой биомассы сосредоточен в Полтавской, Днепропетровской, Винницкой и Кировоградской областях и составляет более 1,0 млн. т н. э. / год. Для определения выхода соломы и растительных остатков используют коэффициент отходов – отношение урожая соломы или стеблей растений к урожаю зерна. По разным оценкам, на каждую тонну зерна можно получить 1,5 – 2,0 т соломы или растительных остатков. 50 – 60% соломы пшеницы, ячменя, ржи используют для содержания скота и удобрения почв, а стебли кукурузы и подсолнечника остаются на полях после уборки урожая. Таким образом, в Украине есть достаточный энергетический потенциал соломы и растительных отходов. Значительную часть соломы после уборки прессуют в тюки, брикеты и пеллеты и используют для отопления. На 14 предприятиях масложировой промышленности сжигают более 500 тыс. т лузги подсолнечника и 120 тыс. т его гранулируют. Лесистость территории Украины составляет около 16% ее общей площади. Ежегодно заготавливают 16 – 17 млн. м³ деловой древесины; отходы переработки древесины составляют до 10 млн. м³. На сегодняшний день

около 70% отходов древесины в виде опилок, щепы, пеллет и брикетов используют как биотопливо [11].

Гидроэнергетика – отрасль возобновляемой энергетики, специализирующаяся на использовании энергии от течения воды [12].

Украина имеет значительный потенциал использования ресурсов малых рек (главным образом в западных регионах), что составляет почти 28% общего гидропотенциала всех рек Украины.

При использовании гидропотенциала малых рек Украины можно достичь значительной экономии топливно-энергетических ресурсов, причем развитие малой гидроэнергетики будет способствовать децентрализации общей энергетической системы, что решит ряд проблем в энергоснабжении отдаленных и труднодоступных районов сельской местности.

По состоянию на 2015 год в Украине действовало 102 МГЭС с общей установленной мощностью около 80 МВт, которыми произведено в 2015 году 251 млн. кВт · ч. При этом следует отметить, что в 60-х годах прошлого столетия в Украине существовало более 1000 малых ГЭС. Некоторые из них есть возможность восстановить.

Сегодня в эксплуатации находится более 800 кВт гидроэнергетических мощностей с годовым объемом производства электроэнергии около 7080 ТВт · ч. По оценке Международного энергетического агентства, 5% мирового потенциала гидроэнергетики реализуют через МГЭС. Технический потенциал малой гидроэнергетики оценивают на уровне 150 – 200 ГВт. Экономии органического топлива за счет использования потенциала малой гидроэнергетики в общем производстве энергии на 2020 год прогнозируют в объеме 69 и 99 млн. т у. п. соответственно для пессимистического и оптимистического вариантов развития мировой энергетики. Большая часть неосвоенного потенциала гидроэнергетики находится в Африке, Азии и Латинской Америке [13].

Выводы. Энергосбережение является единственным верным путем к выживанию в будущем. К сожалению, основные производственные фонды в нашей стране не обновлялись почти в течение 40 – 50 лет, за это время научно-технический уровень остальных стран ушел далеко вперед, а мы продолжаем потреблять для изготовления своей продукции втрое больше энергоносителей, чем другие страны мира. Достичь их уровня возможно только за счет использования новых энергосберегающих технологий, а также за счет коренной реконструкции инженерных сетей города, утепления домов (стен, фундаментов, потолков, чердаков, подвалов) и максимальной экономии энергетических ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Центр досліджень енергетики [Електронний ресурс] / Україна на узбіччі газового ринку Європи, або що нас очікує після 2020 року? // Режим доступу: <http://eircenter.com/ua-analiitika/ukrayina-na-uzbichchi-gazovogo-rinku-yevropi-abo-shho-nas-ochikuye-pislya-2020-rokuo>
2. Lb.ua. Вибране для всіх [Електронний ресурс] / Компанія "Укргазвидобування" підрахувала, на скільки років вистачить її запасів газу // Режим доступу: http://ukr.lb.ua/news/2014/04/02/261689_ukrgazdobicha_podschitala.html.
3. Держенергоефективності України [Електронний ресурс] / Сучасний стан // Режим доступу: <http://saee.gov.ua/uk/activity/vidnovlyuvana-enerhetyka/suchasny-stan>.
4. ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель» [Електронний ресурс] / Зміна № 1 до ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель» // Режим доступу: http://teplodim.info/upload/blocks/izmeneniya_k_dbn-v-2-6-31-2006_pdf_1435062541.pdf.
5. ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель» [Електронний ресурс] / «Теплова ізоляція будівель» // Режим доступу: <https://docs.google.com/file/d/0B6RpAgaD6t-iTHIFczMzSnVpTFk/edit>.
6. Витвицкая Е. В. Современная энергосберегающая архитектура / Е. В. Витвицкая, Д. О. Бондаренко // Теория градостроительства. – 2013. – Вип. 13. – С. 42 – 48.
7. Держенергоефективності України [Електронний ресурс] / Геотермальна енергія // Режим доступу: <http://saee.gov.ua/ae/geoenergy>.
8. Держенергоефективності України [Електронний ресурс] / Вітроенергетика // Режим доступу:

- <http://saee.gov.ua/uk/ae/windenergy>.
9. Solar Wind - міст з вітрогенераторами і сонячними батареями [Електронний ресурс] / Solar Wind – мост с ветрогенераторами и солнечными батареями // Режим доступа: <http://energycraft.ru/nauchnie-dostijeniya/solar-windmost-s-vetrogeneratorami-i-solnechnymi-batarejami.html>.
 10. Новости Украины [Електронний ресурс] / Чиста енергія з міського шуму // Режим доступа: <http://ukrnews.com/nauka-i-tehnologii/chista-energ-ja-z-m-skogo-shumu.html>.
 11. Держенергоефективності України [Електронний ресурс] / Біоенергетика // Режим доступа: <http://saee.gov.ua/uk/ae/bioenergy>.
 12. Вікіпедія [Електронний ресурс] / Гідроенергетика // Режим доступа: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0>.
 13. Держенергоефективності України [Електронний ресурс] / Гідроенергетика // Режим доступа: <http://saee.gov.ua/uk/ae/hydroenergy>.

Гарнага Виктория Леонидовна – к. т. н., доцент кафедри градостроительства и архитектуры, ФБТЕГП.

Филатова Екатерина Сергеевна – студент, ФБТЕГП.
Винницкий национальный технический университет.