

УДК 692.232

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/43/30>

ФАСАДЫ SOLARLEAF - ИСТОЧНИК АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

©*Мартынова Т. С.*, ORCID: 0000-0002-7329-8907, Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия, namelimylenivo@yandex.ru

©*Логачев Н. А.*, ORCID: 0000-0003-2125-9225, Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия, nick.loga4ev@gmail.com

©*Дайнеко Д. Ю.*, ORCID: 0000-0002-5357-6543, Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия, dmitriy7740@gmail.com

©*Обрядин А. С.*, ORCID: 0000-0001-5358-647X, Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия, smakk08@mail.ru

©*Вакуров А. Е.*, ORCID: 0000-0001-7439-6122, Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия, ar.vakurov@yandex.ru

FACADES SOLARLEAF - A SOURCE OF ALTERNATIVE ENERGY IN CONSTRUCTION

©*Martynova T.*, ORCID: 0000-0002-7329-8907, Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia, namelimylenivo@yandex.ru

©*Logachev N.*, ORCID: 0000-0003-2125-9225, Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia, nick.loga4ev@gmail.com

©*Daineko D.*, ORCID: 0000-0002-5357-6543, Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia, dmitriy7740@gmail.com

©*Obryadin A.*, ORCID: 0000-0001-5358-647X, Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia, smakk08@mail.ru

©*Vakurov A.*, ORCID: 0000-0001-7439-6122, Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia, ar.vakurov@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрена динамическая фасадная система SolarLeaf для производства возобновляемой энергии с использованием биомассы водорослей и солнечного тепла. Выделены преимущества и недостатки данной системы, а также области применения и перспективы развития в гражданском строительстве. В заключении определены направления развития и совершенствования использования источников альтернативной энергии в строительстве городов.

Abstract. Discusses the SolarLeaf dynamic facade system for producing renewable energy using algae biomass and solar heat. The advantages and disadvantages of this system, as well as the scope and development prospects in civil engineering are considered. The directions of development and improvement of the use of alternative energy sources in the construction of cities are considered.

Ключевые слова: альтернативная энергия в строительстве, биореакторы, автономные дома, SolarLeaf, биореакторный фасад, экология строительства.

Keywords: alternative energy in construction, bioreactors, autonomous houses, SolarLeaf, bioreactor facade, construction ecology.

Первая в мире биореактивная фасадная система для низкоуглеродистых зданий.

Дом BIQ (*Bio Intelligent Quotient*, от англ. био-интеллектуальный), расположенный в Гамбурге, является первым в мире пилотным проектом по внедрению биореактивных фасадов в жилых зданиях (<https://clck.ru/GXNm6>). Биореактивный фасад, называемый

SolarLeaf, генерирует возобновляемую энергию из биомассы водорослей и солнечного тепла. В частности, дом BIQ (Рисунок 1) в Гамбурге имеет 200 м² биореактивных панелей, заполненных питательными веществами и специальными водорослями, которые снабжают здание всей необходимой энергией [1]. При этом использование таких панелей в фасадах дает возможность снизить выбросы углекислого газа CO₂ на 6 т в год (<https://clck.ru/GXNm6>).



Рисунок 1. Дом BIQ в Гамбурге (<https://clck.ru/GXNwn>).

Этот пилотный проект является примером интегрированной системы, снижающей выбросы газа CO₂ за счет поглощения его микроводорослями, которые вырабатывают тепло в качестве возобновляемой энергии.

Среду для фотосинтеза обеспечивают стеклянные фото-биореакторы, установленные на юго-западной и юго-восточной сторонах здания. В то же время эта инновационная система объединяет и другие функции, такие как динамическое затемнение, тепло- и шумоизоляция, подчеркивающие весь потенциал этой технологии.

По этим причинам данная биореактивная фасадная система SolarLeaf представляет собой хорошую практику будущего развития зданий, которые способствуют снижению концентрации в воздухе углекислого газа, что способствует созданию более здоровой среды для жизни и работы людей.

Строительный сектор является одним из ключевых секторов достижения целей программы «20–20–20 targets» Европейского союза [2]. С 2020 г дома с нулевым потреблением энергии станут обязательными в Германии и некоторых других странах. Каждое новое здание должно будет производить, как минимум, столько же энергии, сколько потребляет. Для достижения этих целей в энергетической области необходимы такие технологические решения, которые не только экономически возможны, но при этом эффективны и безопасны.

В этом контексте команда из объединения компаний Strategic Science Consult of Germany (SSC), Colt International и Arup, работающие над проектом дома BIQ, в 2009 г. начали с идеи, что колонии водорослей являются эффективными поглотителями углекислого газа и производителями биомассы, которая уменьшает негативные последствия изменения климата в отношении выбросов парниковых газов в городах. В то же время эти колонии микроводорослей генерируют энергию в достаточно больших количествах. Стратегически, водоросли, как биореакторные системы, могут улучшить устойчивость и состояние окружающей среды в любых местах застройки (жилых, общественных, коммерческих, промышленных), так как они поглощают CO₂ и имеют высокую степень фотосинтеза (<https://clck.ru/GXNsd>). Таким образом, использование биохимических процессов в фасадах зданий может быть использовано для обеспечения тени, выработки энергии и поглощения углекислого газа из среды и из самого здания одновременно [3].

Описание проекта

Дом BIQ с фасадом SolarLeaf, состоящим из 200 м² специальных панелей фото-биореакторов (Рисунок 2), является автономным домом с источником пассивной энергии. Эти панели с микроводорослями имеют размеры 2,5 на 0,7 м. В общей сложности 129 биореакторов установлены на юго-западной и юго-восточной сторонах жилого дома. Биомасса и тепло, выделяемое элементами фасада, транспортируется по замкнутой системе.



Рисунок 2. Внешний вид панелей SolarLeaf с демонстрацией основных особенностей устройства (<https://clck.ru/GXNxF>).

Сердцем этой системы является полностью автоматизированный центр управления энергией, где солнечная энергия и тепло, вырабатываемое водорослями, собираются и аккумулируются в замкнутом контуре для обогрева воды для отопительной системы. Количество вырабатываемого тепла может быть увеличено за счет использования насоса для горячей воды. Избыточное тепло может храниться с помощью геотермальной системы. Также установлены центры, в которых энергия биомассы используется для синтеза биогаза (Рисунок 3) (<https://clck.ru/GXNsd>).

Панели могут вращаться вдоль своей вертикальной оси, чтобы следовать за положением солнца, а когда они полностью закрыты, они образуют сплошную наружную оболочку, обеспечивающую тепловой буфер. Два внутренних слоя образуют полость толщиной 18 мм и вместимостью 24 л, в которой происходит циркуляция воды и рост

микроводорослей. Для обеспечения безопасности и теплоизоляции фото-биореактор с обеих сторон покрыт многослойным безопасным стеклом. Сжатый воздух подается на дно каждого биореактора через определенные промежутки времени. Газ, поднимаясь в виде больших воздушных пузырей, создает турбулентное движение воды для обеспечения эффективного потребления углекислого газа и света водорослями. В то же время, внутренние поверхности панелей самостоятельно очищаются действием движения воды и воздуха, что обеспечивает видимость сквозь эти панели (<https://www.coltinfo.co.uk/>).

Преобразование света в биомассу — это биохимический процесс, которому способствуют микроскопические водоросли, называемые микроводорослями. Они используют солнечный свет для процесса фотосинтеза, и это связано с процессом преобразования CO_2 в органическое вещество.

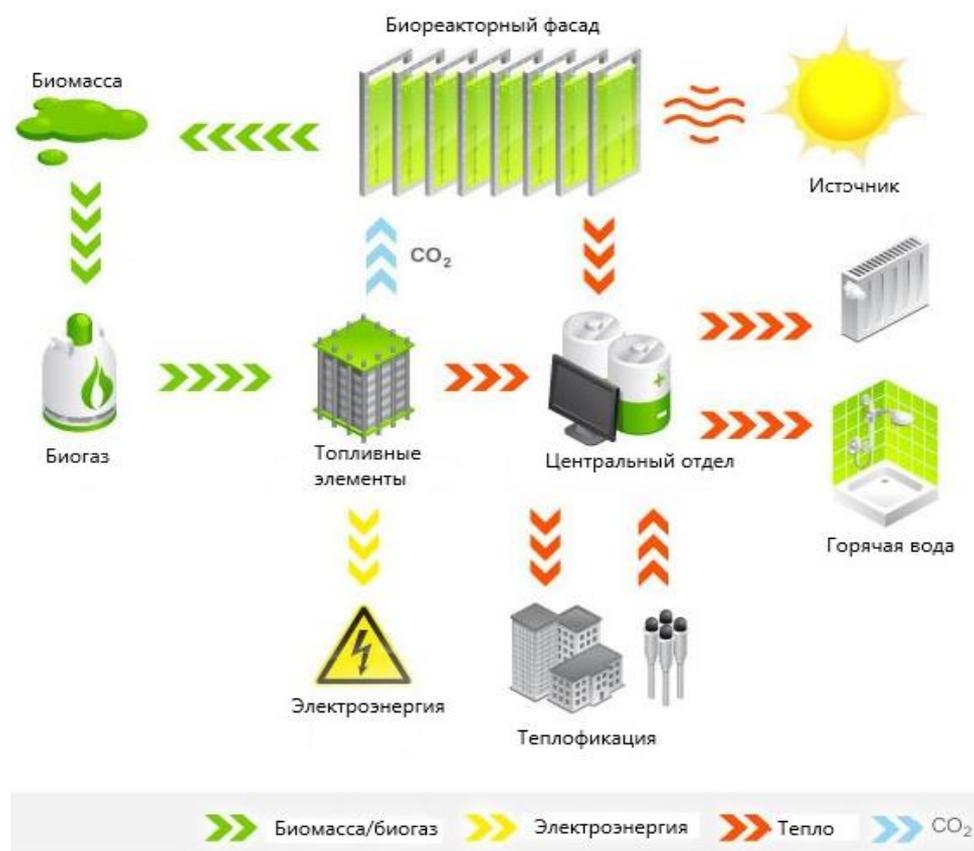


Рисунок 3. Схема, изображающая процесс преобразования энергии солнца в другие виды энергии. Общие процессы в системе SolarLeaf (<https://clck.ru/GXNwn>).

Фактически, микроводоросли очень эффективны в преобразовании света в биомассу, потому что они являются низшими формами растений и состоят только из отдельных клеток, каждая из которых способна к фотосинтезу, что дает им возможность удваивать свое количество всего за одни сутки [1] (900 кг в год с площади в 200 м^2). Один грамм сухой биомассы содержит 23–27 кДж энергии. Излишки биомассы могут быть также использованы в пищевой, фармацевтической промышленности, также в качестве корма для животных или диетической добавки (<https://clck.ru/GXNuV>).

Данная фотоэлектрическая система не была использована на крыше здания из-за его особенностей, однако панели SolarLeaf могут быть и на ней в случае необходимости.

Центральная система управления зданием контролирует все процессы, необходимые для эксплуатации фасада биореактора, и она полностью интегрирована в систему энергоменеджмента здания.

Результаты использования биореакторов в фасадах. Преимущества

Система имеет три основных преимущества: а) она генерирует высококачественную биомассу для эффективной выработки энергии; б) она может использоваться для динамического затемнения и освещения внутренних помещений; в) она использует солнечную и тепловую энергию и эффективно преобразует ее. Выращивание микроводорослей в панелях фото-биореакторов не требует дополнительного землепользования и практически не подвержено влиянию погодных условий. Углекислый газ, необходимый для питания водорослей, получаемый в результате жизни людей и сжигания топлива, находится в максимальной близости от панелей, что обеспечивает захват и переработку большей части CO₂. Фасад SolarLeaf площадью в 200 м² ежегодно вырабатывает около 4500 кВт/ч чистой электроэнергии, что больше, чем среднее потребление энергии одной квартиры данного здания (около 3500 кВт/ч). Поскольку в доме VIQ — 15 квартир, теоретически, только одна из них может быть полностью обеспечена электроэнергией от биореакторных панелей. Однако гораздо больше квартир могут быть полностью обеспечены теплом, так как тепло, полученное от фасада имеет температуру около 40 °С. Поэтому данный фасад используется для выработки тепла (6000 кВт/ч в год), а не для производства электричества. Это позволяет полностью снабжать теплом от биореакторов 4 квартиры [2].

Кроме того, благодаря способности водорослей функционировать в качестве системы улавливания углекислого газа, здание может ликвидировать 2,5 т CO₂ в год (<https://www.coltinfo.co.uk/>).

По сравнению с солнечными батареями, использование биомассы как источника энергии также более эффективно. Так, в 2012 г энергия, генерируемая фотоэлектрическими системами и солнечными тепловыми системами в Германии, обеспечивали 1,5% от общего энергопотребления, в то время как биомасса — почти 8%. Преимущество биомассы по сравнению с фотоэлектрическими элементами в том, что это система обеспечивает легкое сохранение энергии и не требует дорогих технологий хранения, таких как батареи. Также и эффективность преобразования солнечной энергии и энергии света в тепловую выше у биомассы. Для сравнения, КПД панелей SolarLeaf около 25–38%, в то время как у солнечных батарей КПД всего около 12–15% (<https://clck.ru/GXNvZ>).

Выводы

Дом VIQ играет важную роль в качестве пилотной схемы сокращения выбросов CO₂ из атмосферы и поглощения его из здания. Такой подход к устройству низкоуглеродистых зданий является целевым направлением в сфере строительства на ближайшие годы. Данная технология является хорошим вариантом использования внешней оболочки энергоэффективных зданий, которые могут генерировать энергию, хранить и использовать ее.

Фактически, фасад из биореакторных панелей способен генерировать энергию, используя биомассу водорослей, произведенную в панелях. Кроме того, фасад собирает энергию, поглощая свет, который не используется водорослями, и перенаправляет этот свет на выработку тепла, которое затем используется для горячей воды или отопления.

Биореакторные панели также служат для изоляции здания от шума, тепла и холода, обеспечивая при этом тень при ярком солнечном свете.

Проект демонстрирует создание инновационного способа выработки энергии и снижения загрязнения воздуха в городских условиях. Это является хорошим началом в оптимизации городской жизни и создании низкоуглеродистой среды в больших городах.

После официальной презентации дома BIQ компанией SolarLeaf, которая сотрудничала с рядом других компаний, этому проекту была выдана награда Zumtobel Group в категории «Прикладные инновации» в 2014 г. (<https://clck.ru/GXNvZ>).

Список литературы:

1. Лукьянов В. А., Стифеев А. И. Прикладные аспекты применения микроводорослей в агроценозе Курск: Издательство Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2014. 181 с.
2. Лукьянов В. А., Стифеев А. И., Горбунова С. Ю. Научно обоснованное культивирование микроводорослей // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. №9. С.55-57.
3. Wurm J., Pauli M. SolarLeaf: The world's first bioreactive façade // Arq: Architectural Research Quarterly. 2016. V. 20. №1. P. 73-79. <https://doi.org/10.1017/S1359135516000245>

References:

1. Lukyanov, V. A., & Stifeev, A. I. (2014). Prikladnye aspekty primeneniya mikrovodoroslei v agrotsenoze *Kursk: Izdatel'stvo Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 181.
2. Lukyanov, V. A., Stifeev, A. I., & Gorbunova, S. Yu. (2013). Nauchno obosnovannoe kul'tivirovanie mikrovodoroslei. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, (9), 55-57.
3. Wurm, J., & Pauli, M. (2016). SolarLeaf: The world's first bioreactive façade. *Arq: Architectural Research Quarterly*, 20(1), 73-79. <https://doi.org/10.1017/S1359135516000245>

*Работа поступила
в редакцию 11.05.2019 г.*

*Принята к публикации
17.05.2019 г.*

Ссылка для цитирования:

Мартынова Т. С., Логачев Н. А., Дайнеко Д. Ю., Обрядин А. С., Вакуров А. Е. Фасады SolarLeaf - источник альтернативной энергии в строительстве // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №6. С. 239-244. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/43/30>

Cite as (APA):

Martynova, T., Logachev, N., Daineko, D., Obryadin, A., & Vakurov, A. (2019). Facades SolarLeaf - a Source of Alternative Energy in Construction. *Bulletin of Science and Practice*, 5(6), 239-244. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/43/30> (in Russian).