

УДК 622.32; <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2020.019>

ЭФФЕКТИВНАЯ «ЗЕЛЕНАЯ» ТЕХНОЛОГИЯ (SWEM) – ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ВОДЫ ИЗ АТМОСФЕРЫ



А.И. БАЖАЛ,

доктор технических наук, профессор,
главный научный консультант



А.М. БАРАК*,

президент

Galex Energy Corporation,
116N Well Street, Suite «А», Rocksprings, TX, 78880, USA
www.galexenergy.com

Тепловая энергия, создаваемая в результате нагрева поверхности Земли и воздуха солнечными лучами, существует в атмосфере Земли в количестве, многократно превышающем потребности человечества в энергии. Авторами сформулированы и запатентованы базовые принципы концентрации и управления этой рассеянной низкопотенциальной тепловой энергией атмосферы. Предлагаемая в статье технология SWEM является способом преобразования этой природной энергии в электрическую энергию в расчетных количествах.

В основе технологии SWEM использованы механизмы, которые можно наблюдать в таком природном явлении, как ураган. Модуль SWEM реплицирует цепочку переходов агрегатных состояний влаги атмосферы, начиная с нагрева поверхности Мирового океана и испарения воды, насыщающей воздух. Аккумулированная в воде энергия Солнца, в результате цепочки конвертаций, преобразуется в электроэнергию. При этом, как субпродукт энталпии кросс-агрегатных переходов, выделяется пресная вода, выпадающая из воздуха в виде осадков. Пресная вода, как и энергия, является ценнейшим и жизненно необходимым продуктом для людей на планете.

Водо-электрический модуль SWEM универсален, легок, операбелен и портативен. Масштабирование энергогенерирующего производства под объем потребления энергии или воды может быть выполнено как в виде синхронизированной батареи

*Автор для переписки. E-mail: alex.barak5@gmail.com; info@galexenergy.com

SWEM-модулей малого размера, так и в виде мега-установки. SWEM-модули могут быть размещены на земле или на водной поверхности, в условиях степи или горного пейзажа. Технология не требует внешних источников энергии и является абсолютно «зеленой».

Фундаментальные принципы концентрации и управления низкопотенциальной тепловой энергией атмосферы Земли, на которых базируется технология SWEM, могут стать основой индустрии новой, экологически чистой энергетики, обеспечивающей текущие и будущие потребности людей в энергии и воде.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: SWEM, Galex Energy, возобновляемые источники энергии, «зеленая» технология, производство пресной воды, продовольственная безопасность.

ТИІМДІ «ЖАСЫЛ» ТЕХНОЛОГИЯ (SWEM) – АТМОСФЕРАДАН ЭЛЕКТР ҚУАТЫ МЕН СУ ӨНДІРУ

А.И. БАЖАЛ, т.ғ.д., профессор, Бас ғылыми кеңесші

А.М. БАРАК, президент, Galex Energy Corporation

Galex Energy Corporation,
116 N Well Street, Suite «A», Rocksprings, TX, 78880, USA
www.galexenergy.com

Жер бетінің қызуынан және күн сәулесі ауасының қызу нәтижесінде жасалатын «жасыл» энергия адамзаттың энергия тұтыну қажеттілігін бірнеше есе асатын мөлшерде Жер атмосферасында бар екендігі мәлім. Авторлармен осы шашыраңқы потенциалдығы төмен атмосфера энергиясын шоғырлау және басқарудың ТҮЙІН ұсанымдары құрастырылған және патенттелген. Мақалада ұсынылған SWEM технологиясы осы табиғи энергияны есептік санда электр қуатына түрлендіру тәсілі болып табылады.

SWEM технологиясының құрамында құйын секілді табиғи құбылыста бақылауға болатын механизмдер қолданылған. SWEM модулі ауаны қанықтыратын әлемдік теңіз бетінің қызуы мен су булануынан бастап ауаның ылғалдығының агрегат күйіне өту тізбегін репликациялайды. Суда аккумуляторланған күн энергиясы конвертация тізбегінің нәтижесінде электр қуатына түрленеді. Сонымен бірге кросс – агрегатты өтулердің энтальпиясының қосалқы өнімі ретінде тұщы су бөлінеді, ол ауадан жауын – шашын түрінде бөлінеді. Тұщы су энергия секілді ғаламшардағы көптеген адамдар үшін құнды және өмірлік қажеттілігі бар өнім болып табылады.

SWEM су – электрлік модуль әмбебап, жеңіл, өзгертпелі және қолайлы. Энергияны немесе суды тұтыну көлеміне энергия шығаратын өндірісті масштабтау кіші мөлшердегі SWEM модульдерінің батареяларын синхрондау түрінде және мега – қондырғы түрінде орындалуы мүмкін. SWEM модульдер далалық пен қала пейзажы шарттарында жерде немесе су бетінде орналасуы мүмкін. Технология сыртқы энергия көздерін талап етпейді және толығымен «жасыл» болып табылады. SWEM технологиясы негізделетін, адамдардың энергия мен судағы ағымдағы және келешектегі қажеттіліктерін қамтамасыз ететін, Жер атмосферасының төменгі потенциалды жылу энергиясын шоғырлау мен басқарудың іргелі ұсанымдары жаңа, экологиялық таза энергетиканы индустрияландырудың негізіне айналуы мүмкін.

ТҮЙІН СӨЗДЕР; SWEM, Galex Energy, жаңартылатын энергия көздері, «жасыл» технология, тұщы су өндірісі, азық – түлікті қауіпсіздік.

SWEM – EFFICIENT «GREEN» TECHNOLOGY FOR GENERATING ELECTRICITY AND WATER FROM THE ATMOSPHERE

A.I. BAZHAL, PHD, Professor, Chief Scientific Adviser

A.M. BARAK*, president

Galex Energy Corporation,
116N Well Street, Suite «A», Rocksprings, TX, 78880, USA
www.galexenergy.com

Thermal energy created by heating the Earth and the atmospheric air by sunlight exists in the Earth's atmosphere in quantities many times greater than humanity's energy needs. The authors formulated and patented the basic principles of concentration and use of this low-potential thermal energy scattered in the atmosphere. The SWEM technology proposed in the article is a way to convert this natural energy into usable electrical energy, in calculated quantities.

SWEM technology is based on mechanisms that can be observed in such a natural phenomenon as a hurricane. The SWEM module replicates the chain of transitions of aggregate states of atmospheric moisture, starting with heating the surface of the world's oceans and evaporating water that saturates the air. The energy accumulated in the water of the sun, as a result of the chain of conversions, is converted into electricity. At the same time, as a by-product of enthalpy of cross-aggregation, fresh water is released, falling out of the air in the form of precipitation. Fresh water, like energy, is the most valuable and vital product for many people on the planet.

The SWEM water-electric module is versatile, lightweight, operational and portable. The energy generation providing for energy or water consumption can be scaled up in the form of a synchronized battery of basic size SWEM modules or a mega-installation. SWEM modules can be placed on the ground or on the water surface, in steppe or urban landscape conditions. The technology does not require external energy sources and is absolutely green.

The fundamental principles of concentration and management of the earth's low-potential thermal energy, on which SWEM technology is based, can form the basis of a new, clean energy industry that exceeds current and future energy and water needs.

KEY WORDS: SWEM, Galex Energy, renewable energy, green technology, energy security, freshwater production, food security.

Возобновляемые источники энергии в недалеком будущем заменят Нефть и газ в качестве основного энергоресурса. Это неизбежный, общепризнанный факт. То, что в числе пионеров разработки технологий возобновляемых источников энергии выступают крупнейшие нефтяные компании – это не парадокс, а закономерность – дань неизбежности, строительство основ бизнеса будущего. Шеврон, ВР, Эксон, Шелл, даже в жестких экономических условиях обрушения цен на нефть и резкого сокращения спроса на углеводородное топливо, продолжают работы в направлении разработки таких технологий.

GALEX уже более десяти лет активно занимается этой темой. Теоретической основой технологий возобновляемой энергии принята физика энтальпии фазовых состояний агрегатных переходов физических сред. Как и во всех наших технологиях, мы находим примеры в природе, стремимся их осмыслить, описать, смоделировать и воплотить в полезных моделях. Нами сформулированы и запатентованы принципы

аккумуляции и использования низкопотенциальной тепловой энергии атмосферы. Ресурс этого вида энергии на Земле практически исчерпаем. Потенциал ее несоизмеримо выше потребностей человечества в энергии. На основе этих принципов разрабатываются основы новой энергетики, которая, как мы убеждены, в недалеком будущем сможет удовлетворить растущие потребности в энергии, при этом не нанося ущерб Земле как месту обитания людей.

Технология SWEM – это одна из технологий GALEX в области возобновляемой энергии. Наряду с обеспечением экологически чистой энергией SWEM также решает проблему обеспечения пресной водой как прямых потребностей людей, так и потребностей промышленности и сельского хозяйства.

Одной из главнейших и острейших проблем человечества на современном этапе является дефицит пресной воды. Это известный факт. Нехватка воды и продовольствия в течение веков и тысячелетий была самой большой проблемой людей на планете. Лишь недавно такие темы, как вирусные пандемии и глобальное потепление стали более озвучиваемыми проблемами на самом высоком уровне мировых форумов всех видов. По мнению многих людей, причиной глобального потепления является выброс углекислого газа, вызванный сжиганием ископаемого топлива, чтобы получить энергию для нашего использования. Мы должны сказать заранее, что мы не поддерживаем эту точку зрения, поскольку считаем, что глобальное потепление вызвано непропорционально более значительными природными факторами, не связанными с деятельностью человека. Тем не менее, мы согласны с тем, что выбросы углерода – это плохо, поскольку они загрязняют воздух, которым мы дышим. Если будут доступны экономически конкурентоспособные с углеводородами возобновляемые источники энергии, то имеет смысл использовать их вместо угля, нефти и газа. Конкуренция, однако, должна быть честной и справедливой.

SWEM – это созданная Galex – технология производства возобновляемых источников энергии и пресной воды, которая решает обе эти проблемы одновременно. Кроме того, полученные таким образом вода и электричество стоят кратно дешевле, чем любые другие источники энергии и пресной воды.

Вода покрывает 70% поверхности Земли. Так почему же мы говорим о кризисе воды? Ответ настолько же прост, насколько и трагичен. В среднем пресной воды на Земле более чем достаточно, но, к сожалению, распределение этой воды является неравномерным и несправедливым. Россия, Канада, Гренландия, Бразилия, Скандинавия пользуются огромным избытком ресурсов пресной воды. Кроме того, на территорию этих стран приходится большая часть дождевой воды. Другие районы планеты в то же время страдают от смертельных засух и голода. В районах, наиболее населенных людьми, не хватает, и, зачастую, просто нет пресной воды. По состоянию на сегодняшний день полмиллиарда человек живут в условиях сильной нехватки воды и продовольствия круглый год. Это люди, живущие преимущественно на Ближнем Востоке и в Африке. Область определяется треугольником: Юг Испании – Пакистан – Африканский Рог. Четыре миллиарда человек, на долю которых приходится три четверти населения мира, живут в условиях острой нехватки воды, по крайней мере, один месяц в году.

К 2050 году население Земли, согласно прогнозу, увеличится на 55%. Если

нам суждено пережить глобальное потепление и пандемии, то проблема нехватки продовольствия и пресной воды станет самой смертоносной, если она не будет решена.

Ситуация усугубляется человеческими факторами использования воды. Одним из наиболее значительных из этих факторов является чрезмерное использование воды. Такое чрезмерное использование воды может быть разделено на три группы факторов.

Чрезмерное использование воды в сельском хозяйстве. Определенно, сельское хозяйство – это чемпион использования, а также и чрезмерного использования пресной воды. Около 70% потребления пресной воды приходится на сельское хозяйство. Доля орошаемых сельскохозяйственных угодий быстро растет и является предметом особого внимания ученых и инженеров. Площадное орошение – это бессмысленная трата воды, особенно в условиях жаркого климата. До 94% воды, распыляемой на сухую обрабатываемую землю, испаряется в атмосферу с горячей поверхности и вообще не участвует в снабжении водой корней растений, для которой она была предназначена. Технология капельного орошения улучшила это соотношение с большим отрывом и позволила выращивать продукцию на землях, которые до этого считались непригодными для сельского хозяйства на протяжении тысячелетий. В настоящее время Израиль является одним из крупнейших поставщиков овощей, фруктов на многие европейские и азиатские рынки. Тем не менее, эта технология так же позволяет большей части воды испаряться с поверхности, прежде чем она достигнет корней. В Galex мы разработали технологию внутрigrунтового орошения посредством подземного капиллярного массопереноса, но это предмет другой публикации.

Промышленное чрезмерное использование. Лучшим определением для этого является – злоупотребление. В основном это связано с серьезным загрязнением пресной воды, за которым следует ее сброс в природные резервуары и водохранилища, где такая загрязненная вода смешивается с чистой водой и загрязняет ее. Во многих странах контроль предотвращения загрязнения является недейственным из-за коррупции, низких стандартов и плохого технического обслуживания производственного и очистного оборудования.

Социальные привычки чрезмерного расходования воды. Удивительно, но этот конкретный вопрос в большей степени актуален для стран и районов, где вода традиционно считалась сокровищем. Например, потребление воды на душу населения в Саудовской Аравии, ОАЭ, других странах Персидского залива составляет более 500 литров в день, в то время как международно признанный стандарт составляет от 130 до 150 литров в день. Сингапур, который не имеет естественных источников воды и использует только опресненную морскую воду, а также очищенную сбросовую воду и канализационную воду, импортируемую из Малайзии, использует 290 литров на душу населения.

Еще одним примером человеческого фактора, приводящего к катастрофическим последствиям, является пренебрежение мнения ученых политическими правителями. Крым является одним из последних примеров такого невежества. С советских времен известно, что грунтовые воды на полуострове – это объект особого контроля

и ограниченное его использование. Давление в пласте пресной воды не должно снижаться ниже критических значений и извлечение воды должно строго контролироваться. В последнее время этим требованиям не уделяется должного внимания – ими пренебрегают. Вода из колодцев была извлечена до исчерпания, а давление в водосодержащей зоне опускалось ниже критического уровня. В результате морская вода просочилась и насытила грунтовые резервуары, которые раньше были насыщены пресной водой. Таким образом, почва становится соленой и безжизненной. Это необратимый процесс, который продвигается вглубь территории полуострова, захватывая большие пространства. Растительность на этой земле обречена на смерть. Земля превратится в солончак, похожий на Калмыкию или солончаковые земли Западного Казахстана вблизи Каспийского моря. Случай с Крымом является примером создания людьми колоссальной техногенной проблемы. Есть ряд других примеров этого явления, когда игнорирование науки и халатность властей приводят к стихийным бедствиям и катастрофам.

Как минимум, половина крупнейших городов мира переживает нехватку пресной воды. Сингапур, Алматы, Кейптаун, Джакарта, Каир, Пекин, Стамбул, Токио, Майами, Лондон и т. д. – это лишь несколько названий в длинной цепи мировых мегаполисов, которые страдают от нехватки воды. Эти мегаполисы также являются крупнейшими потребителями электроэнергии для жизнеобеспечения, здесь сосредоточены крупнейшие промышленные производства, дороги забиты автомобилями. Большая часть энергии вырабатывается из угля (Алматы, Пекин), нефти и природного газа, производя колоссальное количество углекислого газа, ядовитых газов, загрязняющих воздух, которым мы дышим. В выпуске «Нефть и газ» № 3 за 2019 год мы опубликовали статью о технологии SALF, обеспечивающей 30%-ное и более повышение топливной эффективности двигателей внутреннего сгорания и, соответственно, снижение эмиссии газов. Использование устройств SALF в легковых автомобилях, грузовиках и морских судах могло бы способствовать сокращению потребления ископаемого топлива и, следовательно, сокращению выбросов углерода. Понятно, что пройдет много лет, прежде чем EVs полностью заменят ДВС в транспортных средствах, но пока это произойдет SALF может быть решением проблемы сокращения вредных и ядовитых выбросов.

Обладая огромной территорией, Казахстан мог бы обеспечить полмира продуктами животноводства и растениеводства. Главным препятствием этому является недостаток в воде и энергии. SWEM, в концепции мобильных модулей малой мощности, обеспечивающих 6–10 м³/сутки пресной воды и 6–20 кВт·час электроэнергии, могла бы с успехом эту проблему решить. Такая технология нами разработана и готова к внедрению. Для орошения засушливых земель для растениеводства у нас также имеется подтвержденная технология.

Что касается потребностей городов, промышленных производств, SWEM может быть решением, обеспечивающим достаточное количество электроэнергии по самым конкурентоспособным ценам, при этом воздух в городах останется чистым. Главная электростанция в Алматы – ТЭЦ-2 на сегодняшний день является крупнейшим загрязнителем воздуха в мегаполисе, где воздух, как известно, токсичен. Электростанция вырабатывает электроэнергию путем сжигания угля. Население

Пекина задыхается от загрязнения воздуха. Каир, Мехико и большинство других мегаполисов мира мечтают о более чистом воздухе.

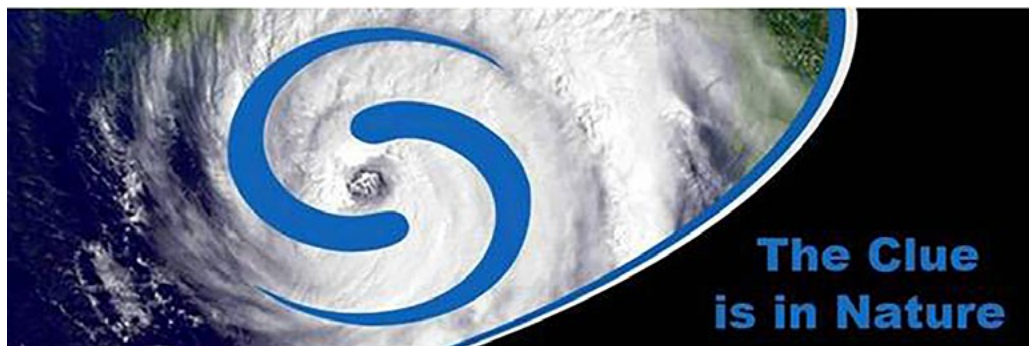
SWEM генерирует чистую пресную воду и электроэнергию непосредственно из атмосферного воздуха. Это 100%-но «зеленая» технология. Стоимость капитального строительства составляет лишь долю любых конкурентоспособных методов производства электроэнергии и воды. Операционная стоимость пренебрежительно низка. По нашим оценкам, себестоимость производства электроэнергии SWEM составляет порядка 1 цент США, что делает ее самой дешевой в мире. Инфраструктурные затраты сводятся к минимуму, поскольку генерация электроэнергии может происходить в непосредственной близости от потребителя.

SWEM—технология универсальная, вписывается в любую сельскую или городскую инфраструктуру. SWEM обеспечивает как текущие, так и будущие потребности в энергии пресной воде, в том числе и сельского хозяйства: растениеводства и животноводства.

SWEM – УНИКАЛЬНЫЙ УЛЬТРА-ЭКОНОМИЧНЫЙ МЕТОД ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ПРЕСНОЙ ВОДЫ ИЗ АТМОСФЕРЫ

Основой SWEM являются наши запатентованные принципы концентрации и использования низкопотенциальной тепловой энергии, рассеянной в атмосфере.

Для технологии SWEPT, в частности, в качестве модели концентрации и преобразования низкопотенциальной тепловой энергии применена последовательность кросс-агрегатных переходов, в природе наблюдаемая в урагане (рисунок 1).



*Рисунок 1 – Фотография из космоса урагана Алек, июнь 2010.
В последующие годы в результате большого объема НИОКР была построена
математическая модель SWEM*

Природные ураганы являются прекрасной иллюстрацией магнитуды количества энергии и воды, которые могут быть получены из атмосферы без какого-либо внешнего источника энергии. Ураганы естественным образом формируются, развиваются, перерастают в несравнимую ни с чем водную массу и энергию, которые высвобождаются обратно в природу без какой-либо пользы для людей. При этом

ураганы несут ответственность за многие жизни, ущербы, оцениваемые сотнями миллиардов долларов.

Группа ученых GaleX проанализировала, смоделировала и количественно оценила энтальпию цепочки межфазных переходов и процессов, происходящих в природных ураганах, сделала множество лабораторных тестов, чтобы оценить или эмпирически определить необходимые входные данные для моделирования водо-энергетического модуля. В результате была разработана модель, реплицирующая микро-ураган, помещенный в ферму.

Ниже приведена принципиальная схема модели SWEM (рисунок 2).

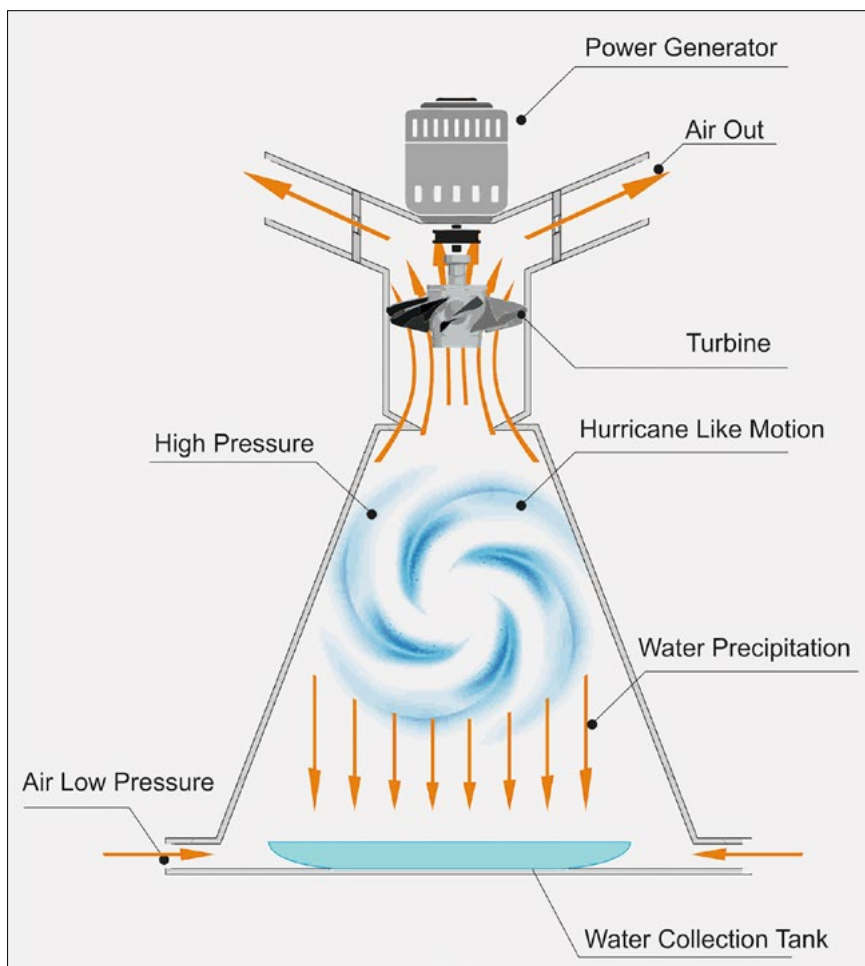


Рисунок 2 – Эскиз-диаграмма SWEM, иллюстрирующая процесс преобразования тепловой энергии атмосферы в электричество и воду

ПРОЦЕСС ЦЕПОЧКИ ПРИРОДНЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ, ЗАДЕЙСТВОВАННЫХ В МОДЕЛИ

Солнце посылает свои лучи на Землю, прогревая атмосферный воздух и поверхность, которая на 70% представлена водой. Вода испаряется, насыщая воздух атмосферы. Солнечная энергия преобразуется в потенциальную энергию, реализованную во влаге, испарившейся с поверхности моря и насытившей атмосферный воздух.

Под действием градиента давления воздух всасывается в аппарат. Ему придается вихревое движение. Среда разделяется на зоны низкого и высокого давления – в точности так, как это происходит в природных ураганах. Зоны низкого и высокого давления в аппарате SWEM распределяются контролируемым образом. Процесс управляемо ускоряется до достижения расчетных оптимальных параметров. Многократно возрастает интенсивность поступления воздуха из атмосферы в модуль SWEM.

Зоны низкого давления внутри аппарата создают условия для конденсации влаги и выпадения ее в виде осадков в резервуар для сбора. Энергия, высвобождаемая при конденсации воды, участвует в ускорении линейного движения осушенного воздуха. Таким образом, потенциальная энергия из пара преобразуется в кинетическую энергию ускорения движения воздуха.

Осушенный воздух продолжает движение с все большим ускорением в направлении верхней точки модуля SWEM. Турбина с генератором, размещенным в верхней точке выхода аппарата SWEM, преобразует воздушный поток в электрическую энергию.

Таким образом, цепочка преобразований солнечной энергии в электрическую завершается. При достижении оптимальных значений работы SWEM-коэффициент эффективности технологии достигает 70%, т. е. 70% и более влаги, содержащейся в атмосферном воздухе, извлекается из воздуха, подвергающегося воздействию технологии SWEM. Ресурсы повышения эффективности технологии коренятся в увеличении количества атмосферного воздуха, проходящего через модуль. Имеется множество путей повышения эффективности процесса как за счет максимизации концентрации энергии внутри модуля, так и под воздействием внешних факторов.

При 100% насыщении 1 м³ воздуха содержит от 15 до 25 граммов воды в зависимости от температуры. Чем выше температура воздуха, тем большее количество воды он в состоянии насытить. Поэтому в жарком климате, в летний период, в дневное время суток эффективность производства воды и энергии выше. Все эти факторы должны быть учтены и включены в проект при планировании практического применения технологии.

Масштабируемость. На этапе FEED (ТЭО) проекта необходимо будет создать небольшой испытательный модульный прототип SWEM для оценки входных данных для проектирования и масштабирования промышленного производства по единой или сборно-блочной концепции. Критерии проектирования для водо-энергетической установки SWEPТ должны определять минимальный объем производства воды и электроэнергии. Факторы температурных колебаний и насыщенность влагой воздуха должны быть оценены с учетом сезонности, времени суток, многолетней

статистики. Проектируемое производство должно быть рассчитано с дополнительным коэффициентом, обеспечивающим превышение на 20–25%, по сравнению с возможной максимальной мощностью производства.

Критерии. На этапе FEED должны быть определены основные критерии проектирования. Например, общая генерируемая мощность 1 ГВт·ч электроэнергии. Конструкция будет выполнена с ориентиром на основные критерии. При этом выход воды будет рассчитываться как получаемый вторичный продукт. Количество получаемой воды рассчитывается, исходя из размера(ов) модулей электростанций. И, наоборот, если производство воды является основным критерием проектирования, то количество вырабатываемой энергии будет рассчитано в результате размера и формы водных модулей.

Стоимость. В энергогенерирующей отрасли имеется понимание уровня капитальных затрат на строительство электропроизводств. В основном себестоимость строительства варьирует в диапазоне от 1 до 5 долларов США в расчете на 1 Ватт электроэнергии. К этому надо добавить стоимость строительства инфраструктуры, включающей в себя высоковольтные ЛЭП, подстанции, распределительные сети. Операционные затраты включают, в первую очередь, стоимость энергоносителей, а также обслуживание сложного и разветвленного хозяйства по доставке электроэнергии до потребителя. В случае SWEM капитальные затраты оцениваются менее чем в половину от минимума по приведенной шкале. Сопутствующие капитальные затраты на инфраструктуру сравнимы, например, с концепцией крыш, составленных из солнечных панелей (проект Илона Маска). То есть модули генерирования электроэнергии максимально приближены к потребителю, а мощности их сбалансированы на потребности в энергии. Операционные затраты по обслуживанию таких модулей ничтожно малы, а простота в обслуживании позволяет доверить эту функцию непосредственно пользователю. Несомненно, что и в плане цены, и в плане универсальности применения, SWEM не будет иметь конкурентов в индустрии энергообеспечения.

При этом не надо забывать, что SWEM, помимо электроэнергии, также обеспечивает потребителя пресной водой. Это особенно важно для удаленных животноводческих хозяйств, отдельных строений и небольших поселений как в Казахстане, так и в странах и регионах, особенно подверженных засухам.


Формат, размер и применимость. Технология SWEM является поистине универсальной в плане удовлетворения практически любых условий применения (рисунк 3). Рисунки 4–7 иллюстрируют некоторые примеры возможных размеров, форм и конструкций модулей SWEM, обеспечивающих применимость технологии для любой потребности от электростанций гига-размера, обеспечивающих жизнеспособность таких мегаполисов, как Алматы, Пекин, Сингапур, Абу-Даби или Эр-Рияд до мобильного водо-электрического передвижного модуля для небольшой животноводческой фермы в Казахстане или военизированного формирования быстрого развертывания; модуль для городской инфраструктуры для энерго-водообеспечения микрорайона, парка, заправочной станции для электромобилей; отдельного здания, лифтовой шахты высотного здания и т. д. 



Рисунок 3 – Автономное обеспечение водой и электроэнергией:
 а) удаленной животноводческой фермы; б) электрозаправочной станции как для городской среды, так и для междугородних трасс; в) высотного здания мегаполиса; г) теплицы для любых климатических условий

РАЗМЕРЫ, ФОРМЫ, ПРИМЕНИМОСТЬ



Рисунок 4 – Город-государство Сингапур окружен водой. Картина идеально подходит для концепции распределения вдоль побережья водо-энергетических модулей SWEM. 5,7-миллионный мегаполис может стать полностью самодостаточным, получая чистую пресную воду и электроэнергию по низким ценам для сегодняшнего и будущего жизнеобеспечения



Рисунок 5 – Абу-Даби и его футуристический пригород Masdar-City – еще один пример мегаполиса, надежное решение проблемы нехватки воды / энергии которого может быть найдено с помощью технологии SWEM. На сегодняшний день Абу-Даби, как и Сингапур вынужден пурифицировать сточную и канализационную воду, в т. ч., импортируемую из Малайзии. Избыток воды может быть использован, чтобы превратить пустыню вокруг мегаполиса в сельскохозяйственные угодья



Рисунок 6 – Водо-энергообеспечение города Нур-Султан или Алматы может быть решено мега-комплексом SWEM типа Хан-Шатыр. Избытки энергии и воды могут направляться на озеленение улиц или обеспечение тепличных хозяйств по выращиванию фруктов и овощей



Рисунок 7 – Пример базового модуля SWEM, достаточного для обеспечения потребностей в пресной воде и электроэнергии отдельного здания, животноводческого хозяйства, небольшого поселка, военизированного мобильного формирования

REFERENCES

- [1] Zemansky, Mark W. «Chapter 11». Heat and Thermodynamics (5th ed.). New York, NY, 1968.
- [2] Tinoco, Jr., Ignacio; Sauer, Kenneth; Wang, James C. *Physical Chemistry*, 1995. ISBN 978-0-13-186545-7
- [3] Moran M.J., Shapiro H.N. *Fundamentals of Engineering Thermodynamics (5th ed.)*. 2006.
- [4] Tschoegl N.W. *Fundamentals of Equilibrium and Steady-State Thermodynamics*, Elsevier, Amsterdam, 2000.
- [5] Ge Xinlei, Wang Xidong. «Estimation of Freezing Point Depression, Boiling Point Elevation, and Vaporization Enthalpies of Electrolyte Solutions». *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 2009).
- [6] Gmelin, Leopold Gmelin-Handbuch der anorganischen Chemie / 08 a (8.,völligneubearb. Aufl. ed.) 1985.
- [7] Young, Francis W. Sears, Mark W. Zemansky, Hugh D. University physics (6th ed.).Peter Bechtold. Atmospheric Thermodynamics. ECMWF, last update May 2015. 1982.
- [8] Bethan L. Harris*, R’emiTailleux. Assessment of Algorithms for Computing Moist Available Potential Energy. Department of Meteorology, University of Reading, UK.
- [9] Hurricane Physics. Kerry Emanuel. Massachusetts Institute of Institute of Technology, USA, 2002.