

УДК 621.311: 502.5

Д.А. ОРАНСКАЯ, А.И. ЯКОВЛЕВ

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

ВЫБОР ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОНОМНЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК

Представлены результаты исследований, целью которых является улучшение технико-экономических и эксплуатационных показатели перспективных автономных энергоустановок. Показано, что эта цель может быть достигнута путем выбора эффективных технических решений по видам и способам преобразования энергии возобновляемых источников, а так же по конфигурации и составу оборудования на этапе их проектирования. Установлено, что среди рассмотренных вариантов, наиболее эффективными являются: создание когенерационных энергоустановок на базе паровой радиальной турбины Юнгстрема и прямоточного котла; включение в состав традиционных установок ветро-энергетических агрегатов; применение ветродвигателей с оптимально спрофилированными лопастями и новым устройством узла его опрокидывания назад при критических скоростях ветра; использование водородного цикла в качестве долгосрочного аккумулятора энергии и производства для топлива.

Ключевые слова: автономные энергоустановки, турбина Юнгстрема, ветроэнергетические установки, ветродвигатели, водородный цикл, электролизеры, топливные элементы.

1. Основные проблемы и направления развития современной энергетики.

Цель работы

По прогнозным оценкам экспертов мировой экономической кризис в ближайшее время закончится. Наступит период быстрого технического прогресса, развития производства и экономики. Вместе с ними увеличится потребность в обеспечении благосостояния и жизненного комфорта населения. Еще более актуальной станет проблема создания дешевых и экологически чистых источников энергии.

Аналитический обзор публикаций показал, что первой и главной тенденцией современной энергетики является быстрое истощение запасов и подорожание традиционных углеродных топлив [1].

Комбинированное производство электроэнергии и чего-нибудь ещё – тепла или холода, т.е. когенерация, становится второй общей тенденцией. Производить только электроэнергию, если можно дополнительно произвести ещё и тепло, экономически менее выгодно – и это движет когенерацию на первые места внимания собственников, политиков, финансистов и предпринимателей [2].

Третьей общей тенденцией является увеличение децентрализации (автономизации) производства энергии, его приближение к местам потребления либо производства топлива, например, биотоплива в сельской местности. При этом снижаются потери, растёт заинтересованность потребителей и уменьшается их зависимость от монополистов – энерго-

снабжающих организаций. И, самое главное, снижаются расходы на энергопотребление [3].

На основании обзора литературы и изучения национальных и государственных программ Украины в области энергетики, в т.ч. "Энергетической стратегии Украины на период до 2030 г. и дальнейшую перспективу" [4], определены наиболее перспективные направления развития энергетики в ближайшие годы. К ним относятся: автономизация (малая энергетика) [3], когенерация [2]., использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [5] и использование водородных технологий [6].

В отличие от работ [1 – 6], в которых содержатся самые общие сведения и идеи по соответствующим направлениям энергетики, *целью данной статьи* является обоснованный выбор конкретных эффективных технических решений при проектировании перспективных автономных энергоустановок (АЭУ) на базе ВИЭ, позволяющих улучшить их технико-экономических характеристик и эксплуатационных показатели. Благодаря этому, эта статья актуальна и имеет большую практическую значимость.

2. Традиционные автономные энергоустановки

Большинство стационарных АЭУ работает на традиционных невозобновляемых источниках первичной энергии. В зависимости от требуемой мощности они создаются преимущественно на базе дизельных или бензиновых двигателей внутреннего сгорания и электрогенераторов. Эти установки не-



Рис. 1. Основные типы традиционных автономных энергоустановок

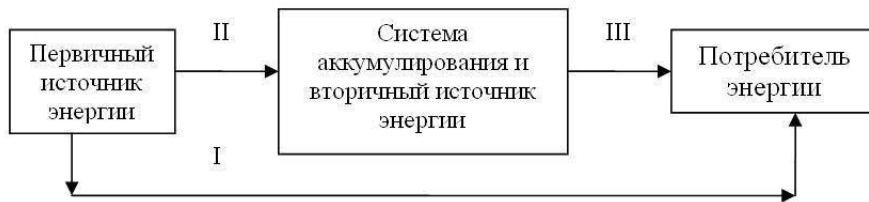


Рис. 2. Структурная схема и компоненты системы автономного энергоснабжения

посредственно работающих на потребителя и позволяющих вырабатывать электроэнергию, тепло и, если необходимо, холод (при дополнительном оснащении их холодильными установками) (см. рис. 1а). Достоинствами таких АЭУ являются отработанность технологии и относительно невысокая стоимость оборудования. Вместе с тем, в связи с существенно неравномерными графиками потребления энергии такие установки большую часть времени работают в ненормальном режиме, вследствие чего характеризуются повышенными расходами топлива и относительно низким ресурсом и соответственно высокими затратами на топливо и обслуживание. Например, в отдаленных районах Якутии (Российская Федерация), куда доставка топлива осуществляется вертолетами, на начало 2007 года стоимость 1 кВтч электроэнергии, получаемой от дизельных энергоустановок (ДЭУ) мощностью до 100 кВт достигала от 25 до 60 руб./кВтч [5].

Более эффективными традиционными АЭУ являются установки, снабженные электрохимическими аккумуляторами электрической энергии (рис. 1, б). В этой схеме дизель-генератор автоматически включается в работу на номинальной мощности для периодической подзарядки аккумуляторной батареи (АБ), а переменное электропитание потребителя осуществляется преимущественно от АБ. Работа установки по такой схеме, по некоторым данным [7], позволяет до 2 – 3 раз снизить расход топлива и существенно увеличить долговечность и сроки между очередными обслуживаниями дизель-генератора. Несмотря на значительное удорожание АЭУ, связанное с затратами на АБ, во многих случаях такие установки оказываются более экономично

эффективными, чем АЭУ первого типа без АБ (рис. 1, а) [7].

3. Структурная схема и компоненты систем автономного энергоснабжения

На рис. 2 представлена типичная схема АЭУ, отражающая основные компоненты любой системы автономного энергоснабжения. С целью повышения энергетической эффективности АЭУ, вырабатываемая первичными источниками энергия, должна напрямую направляться потребителю (путь I). В периоды генерации избыточной для потребителя энергии она должна запасаться системой аккумулярования (путь II). При дефиците энергии, вырабатываемой первичным источником, аккумулярованная энергия от вторичных источников должна направляться потребителю, покрывая имеющийся дефицит (путь III).

4. Проекты перспективных нетрадиционных автономных энергоустановок

Рассмотрим проекты перспективных нетрадиционных АЭУ.

4.1. Когенерационная установка на базе паровой радиальной турбины Юнгстрема

Достойной альтернативой дизельным когенерационным АЭУ может стать проект мини-ТЭЦ в основу которого заложено техническое решение об

использовании в качестве базового преобразователя энергии - паровой радиальной турбины с колесами встречного вращения и из двух электрогенераторов, помещенных в одном корпусе (рис. 3) [8]. Эти турбины могут перерабатывать в 4 раза больше пара, чем осевая турбина с таким же количеством ступеней, при этом нет неподвижных направляющих лопаток, поскольку направляющими являются лопатки предыдущей ступени второго колеса. Такая турбина очень компактная, ее называют турбиной Юнгстрема [9, 10].

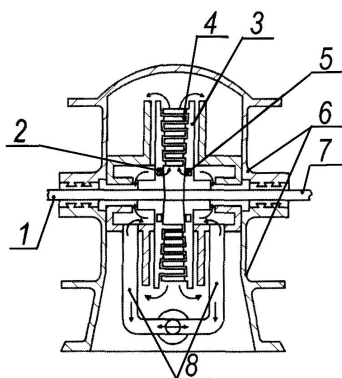


Рис. 3. Конструктивная схема турбины Юнгстрема [9]: 1, 7 – валы; 2, 5 – диски турбины; 3, 4 – рабочие лопатки; 6 – корпус; 8 – паропровод

В проекте мини-ТЭЦ применен прямоточный котел состоящего из топки, колосника, вентилятора, трубы с водой, паропровода и контрольных приборов [9].

Первичным источником тепловой энергии для получения пара в котельных установках может служить любое органическое топливо, в том числе биогаз и пеллеты. Последние можно отнести к ВИЭ. Рабочим телом системы является вода [10, 11].

Рабочий процесс включает горение топлива в котле, теплопередачу от горячих дымовых газов к

воде или пару, парообразование (нагревание воды до кипения и ее испарение) и перегрев насыщенного пара. В прямоточных котлах питательная вода последовательно проходит испаряющие и перегревающие поверхности с помощью насоса. С испарительной поверхности выходит пар, который подается на турбину. Далее поток пара движется в турбине, в направлениях перпендикулярных к ее оси, т. е. радиально (см. рис. 3).

После турбины весь отработавший пар направляется из выпускного патрубка в отопительную систему. Давление пара паровой турбины для отопительных целей обычно составляет $0,12 \text{ МН/м}^2$, а для технологических нужд $0,5 - 0,15 \text{ МН/м}^2$ [12].

Табл. 1 содержит характеристики топлив, к.п.д. цикла и себестоимость электроэнергии при сжигании различных органических топлив в автономной мини-ТЭЦ мощностью 150 кВт.

Их анализ показывает, что себестоимость производства электроэнергии на проектируемой установке работающей на биогранулах (пеллетах) составляет $0,164 \text{ грн./кВт} \cdot \text{час}$. Это меньше себестоимости электроэнергии при использовании природного газа и является первой особенностью разрабатываемой установки. Другая особенность - наивысший к.п.д. цикла ($0,85$) при ее работе пеллетах. Следовательно в этом случае установка является наиболее чистой с экологической точки зрения. Третьей особенностью данной мини-ТЭЦ является то, что она в первую очередь является источником пара, получаемого в котле установки, т.е. тепловой энергии. При расчете основных параметров пара был получен к.п.д. турбины Юнгстрема, который составляет 75% . Кроме того, дополнительным источником тепла является энергия отработанного пара после турбины. Можно считать, что эта часть тепловой энергии является вторичным энергоресурсом, а значит – бесплатной.

Таблица 1

Себестоимость электроэнергии мини-ТЭЦ при сжигании различных органических топлив

Топливо	Теплота сгорания топлива – Q_p^p , кВт · час/кг	к.п.д. цикла – η	Количество необходимого топлива – G, кг или (м^3)	Цена единицы топлива – $C_{\text{един}}$, грн./кг (м^3)	Себестоимость электроэнергии – C_s , грн./кВт · час
Уголь	4,65	0,5	1290	0,46	0,198
Природный газ	9,89	0,6	506	1,6	0,270
Мазут	10,82	0,65	427	3,15	0,448
Дизельное топливо	11,63	0,8	322	6,78	0,729
Дрова	2,8	0,4	2679	0,32	0,286
Биогаз	5,44	0,45	1225	0,85	0,347
Биогранулы (пеллеты)	4,8	0,85	735	0,67	0,164

Это приводит к фактическому удешевлению себестоимости полученной электроэнергии. В зависимости от требований потребителя можно в широких пределах изменять соотношение производимых тепловой и электрической энергии.

Данный проект мини-ТЭЦ, целесообразно и эффективно использовать с сельских районах, не обеспеченных природным газом. Он может применяться для тепло – и электроснабжения, как жилых домов, так и малых сельхозпредприятий, являющихся производителями биомассы (солома, стебли, лузга и т.д.) либо биотоплива (пеллеты).

4.2. Выбор эффективных проектов ветроэнергетических установок

В последние годы ведутся активные разработки перспективных АЭУ, оснащенных наряду с дизель-генератором и АБ ветроэнергетическими установками (ВЭУ) (рис. 4) [7]. Этот проект АЭУ содержит сразу два новшества – измененную структурную схему системы энергоснабжения и ВЭУ, введенное в состав ее оборудования. Данные технические изменения позволяют существенно сократить расход дизтоплива.

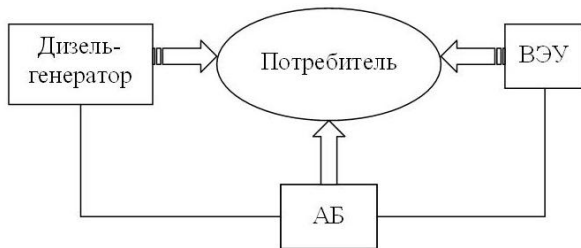


Рис. 4. Типичная структурная схема АЭУ на базе ВЭУ

Ветер является одним из наиболее мощных первичных ВИЭ и может быть использован для производства электрической и тепловой энергии в значительно больших масштабах, чем в настоящее время. Энергия ветра, являются повсеместно доступной. Однако ее непостоянство и сильная зависимость от времени года, времени суток и погодных условий сильно осложняют проблему создания полностью автономных энергосистем, обеспечивающих гарантированное энергоснабжение потребителя. Задача осложняется также тем, что график потребления энергии потребителем тоже, как правило, является неравномерным. В этой связи для таких установок требуется использование АБ, размеры и стоимость которых при мощности установок уже в несколько киловатт могут оказаться чрезмерно большими. Более того, поскольку традиционные электрохимические АБ представляют собой компо-

зицию из отдельных элементов относительно небольшой емкости, с увеличением размера батареи число элементов возрастает, а эффективность и надежность их совместной согласованной работы и системы аккумулирования в целом существенно снижается. Это ограничивает возможности наращивания мощности ветровых автономных энергоустановок.

Имеются проблемы с ресурсом АБ, ограниченным предельным числом циклов заряда/разряда, и другие. В этой связи в настоящее время предпочтению отдается гибридным энергоустановкам, сочетающим использование ВИЭ и традиционных установок на базе двигателей внутреннего сгорания, что обеспечивает экономию топлива и более высокую надежность энергоснабжения.

Техническое совершенство ВЭУ определяет ряд показателей, основными из которых являются коэффициент использования энергии ветра, номинальная и максимальная мощность, номинальная скорость ветра и др. В работе [13] показано, что энергетическую эффективность ВЭУ в первую очередь можно повысить за счет оптимального профилирования лопастей. Практически достигнутых диапазон величин коэффициент использования энергии ветра (C_p) для тихоходных ветроколес (ВК) находится в пределах от 0,15 до 0,3, для быстроходных ВК – от 0,4 до 0,48 и поэтому их применение является предпочтительней [14]. Оптимально спрофилированные лопасти значительно уменьшают сопротивление и увеличивают коэффициент использования ветра [13].

Повысить надежность работы ВЭУ с горизонтальной осью вращения можно за счет применения нового устройства узла защиты лопастей, позволяющего опрокидывать ветротурбину назад при критических скоростях ветра [15] (рис. 5).

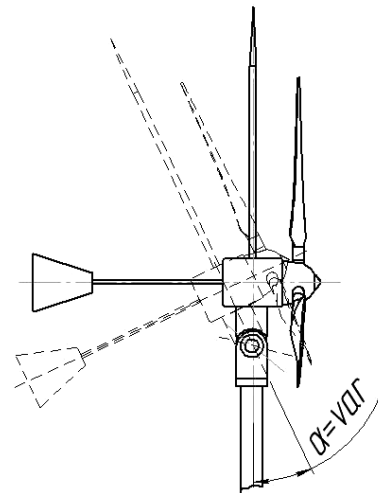


Рис. 5. Схема ВЭУ с механизмом опрокидывания ветродвигателя при критических значениях скорости ветра [15]

4.3. Проекты АЭУ с использованием водородных технологий

Одним из эффективных технических решений, позволяющим значительно улучшить эксплуатационные показатели АЭУ, может стать использование водорода как долгосрочного аккумулятора энергии и промежуточного энергоносителя [16]. Принципиальная схема проекта такой автономной энергоустановки с первичным источником – ВЭУ, представлена на рис. 6.

Система аккумулирования энергии может быть построена на базе накопителя водорода (рис. 7). В установке с водородным накопителем избыток генерируемой электроэнергии направляется на электролиз воды с получением водорода и кислорода. Полученные газы накапливаются в ресиверах. Хранение водорода и кислорода в отличие от аккумулирования электроэнергии в АБ может осуществляться практически без потерь и сколь угодно долго. При дефиците электроэнергии, вырабатываемой ветровой установкой, водород и кислород направляются в батарею топливных элементов (ТЭ), производящую недостающее потребителю электричество.

Включение в состав автономной энергоустановки водородного накопителя позволяет обеспечить более надежное и большее по емкости аккумулирование энергии, чем это возможно с традиционными электрохимическими АБ. Вместе с тем, как показывает анализ [7], полностью отказаться от использования АБ не представляется возможным. Причина состоит в том, что для обеспечения большого ресурса работы современных топливных

элементов и электролизеров и соответственно энергоустановки в целом необходимо стабилизировать режимы потребления/отбора мощности; их эксплуатация в маневренных режимах должна быть ограничена. В этой связи целесообразно создание комбинированных энергоустановок, в которых сочетаются различные вторичные источники электрической энергии, одни из которых, ввиду их высокой энергоемкости (топливные элементы), можно рассматривать как источники энергии, а другие (например, АБ или конденсаторные накопители) – как источники мощности, обеспечивающие пиковые и переходные режимы потребления мощности нагрузкой. Согласовать режимы работы источников энергии и мощности, входящих в состав АЭУ, можно с помощью современных высокоэффективных электронных преобразователей и контроллеров. Таким образом, в комбинированных энергоустановках с помощью накопителя водорода решается задача долгосрочного аккумулирования энергии, а с помощью АБ и/или конденсаторного накопителя - задача краткосрочного аккумулирования и отслеживания переменного графика нагрузки. При этом, в отличие от установок без водородного накопителя, емкость АБ может быть существенно уменьшена, а пиковая мощность энергоустановки увеличена при одновременном обеспечении ее высокой эксплуатационной надежности.

В результате проведенных исследований по выбору эффективных технических решений использования водородных технологий, создан проект перспективной комбинированной автономной ветродородной энергоустановки, структурная схема которой представлена на рис. 8.

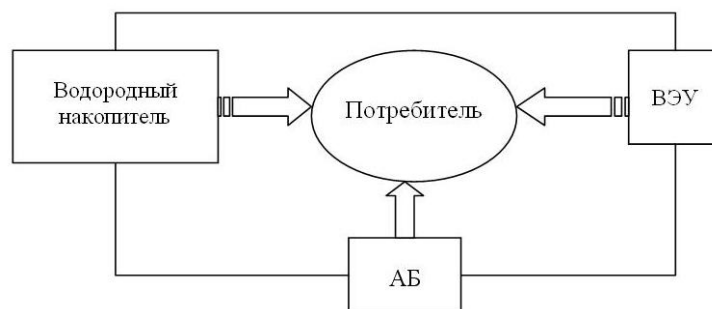


Рис. 6. Типичная схема автономной установки на базе ВЭУ с применением водородного цикла

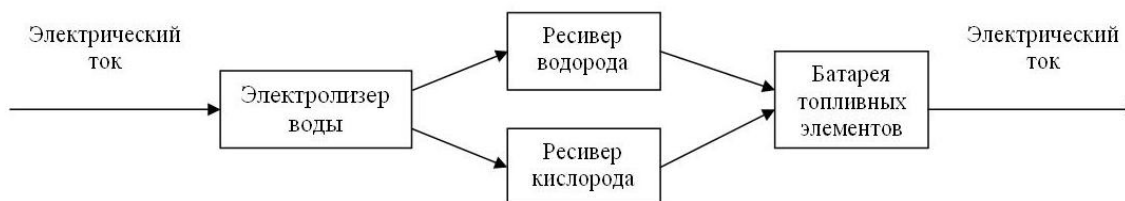


Рис. 7. Схема водородного накопителя

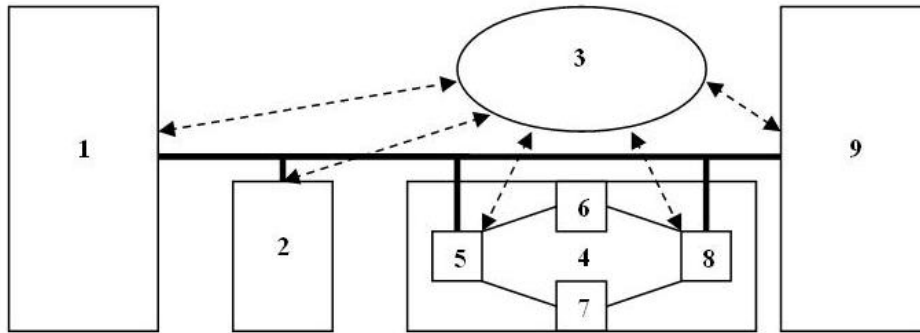


Рис. 8. Схема комбинированной ветроводородной установки:
 1 – ВЭУ; 2 – аккумуляторная батарея; 3 – система автоматического управления;
 4 – водородный накопитель; 5 – электролизер воды; 6 – ресивер водорода;
 7 – ресивер кислорода; 8 – батарея топливных элементов; 9 – потребитель

Многофункциональный энергосберегающий ветроводородный комплекс разрабатывается ведущими предприятиями и НИИ Украины. ГП КБ «Южное» и ПО «Южный машиностроительный завод» (г. Днепропетровск) разрабатывают ВЭУ; ИП-Маш (г. Харьков) – электролизеры воды высокого давления; Институт возобновляемой энергетики НАН Украины (г. Киев) – батареи топливных элементов [17].

В настоящее время к промышленному производству автономных ветроводородных установок приступили ряд ведущих компаний мира: SAGIM-GIP (США), Mahler AGS (Германия), Hydrogenenergy Technology.Co.Ltd (Китай) и др.

На фотографии (рис. 9) изображен генератор водорода на основе электролизного цикла с водородными накопителями и системой управления, производства SAGIM-GIP.



Рис. 9. Генератор водорода с накопителями

5. Основные направления дальнейших научных исследований и технических разработок

Ключевой проблемой разработки и создания полностью автономной энергоустановки является *оптимизация* конфигурации и состава оборудования, которые обеспечивают гарантированное энергоснабжение заданного потребителя при минимальных затратах. Решение этой проблемы должно базироваться на учете реальных климатических данных места ее предполагаемой эксплуатации, особенностей графика нагрузки и режимных параметров входящих в состав установки компонентов.

Принципиально важной является разработка системы автоматического управления, обеспечивающей рациональную логику работы установки, поскольку сочетание в установке первичных и вторичных источников энергии и различных аккумуляторов энергии требует оптимизации алгоритма управления с обеспечением максимальной интегральной эффективности преобразования энергии и ресурса основных узлов установки.

Ясно, что поиск оптимальных технических решений при построении эффективных АЭУ должен базироваться как на экспериментальных исследованиях, так и на построении адекватных математических моделей.

Выводы

Перспективными направлениями развития энергетики в ближайшие годы являются: автономизация (малая энергетика), когенерация, использование ВИЭ и применение водородных технологий.

В настоящее время наиболее быстро развивающейся технологией использования возобновляемых энергоресурсов в автономных системах является ветроэнергетика, поскольку она может обеспечить не только экологический, но и экономический эффект.

Повышению энергетической эффективности ВЭУ способствует аэродинамическое совершенствование лопастей. Оптимальное профилирование лопасти, значительно уменьшают сопротивление ВК воздушному потоку и увеличивают коэффициент использования энергии ветра.

Надежность работы ВЭУ с горизонтальной осью вращения можно значительно увеличить с помощью нового технического решения на устройство ветродвигателя [15], которое обеспечивает его опрокидывание вместе с лопастями назад при критических скоростях ветра.

Улучшить технико-экономические параметры когенерационных АЭУ позволяет использование в качестве источника тепловой и электрической энергии - паровую радиальную турбину Юнгстрема, работающую на биотопливе (пеллетах). Рассмотрены две основные конфигурации этих высокоэффективных АЭУ. Первая, - может быть создана только на основе турбогенератора Юнгстрема, а вторая, - на базе совместного применения этой турбины и ВЭУ.

Существенно повысить технико-экономические и эксплуатационные показатели автономных ВЭУ можно при использовании водорода, как долгосрочного аккумулятора энергии, промежуточного энергоносителя и топлива.

Важнейшим условием успешного создания высокоэффективных АЭУ является дальнейшее развитие научных исследований и опытно-конструкторских разработок в этой области энергетики.

Литература

1. Беляев Л.С. *Мировая энергетика и переход к устойчивому развитию* / Л.С. Беляев, О.В. Марченко, С.П. Филиппов. – Новосибирск: Наука, 2000. – 315 с.

2. Комбинированная выработка тепла и электроэнергии / В.И. Клименко, П.П. Сабашук, А.М. Мазур, Ю.А. Клименко // *Укр. промышленный журнал «Деньги и технологии»* – 2009. – № 1. – С. 14-18.

3. Степаненко В.А. *Куда идет малая энергетика – предисловие главного редактора [Электронный ресурс] // Электронный журнал энергосервисной компаний «Экологические компании»*. – 2008. – Режим доступа к статье : http://www.esco.co.ua/journal/2004_8/art76.htm.

4. Гелетуха Г.Г. *Анализ основных положений энергетической стратегии Украины на период до 2030 года* / Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железная // *Про-*

мышленная теплотехника. – 2006. – Т. 28, № 5. – С. 82-92.

5. Попель О.С. *Возобновляемые источники энергии: роль и место в современной и перспективной энергетике* / О.С. Попель // *Рос. хим. журн. (Журн. Рос. химического Об-ва им. Д.И. Менделеева)*. – 2008. – Т. LII, № 6. – С. 95-106.

6. Марченко О.В. *Анализ эффективности производства водорода с применением ветроэнергетических установок и его использования в автономной энергосистеме* / О.В. Марченко, С.В. Соломин // *Альтернативная энергетика и экология: между. научный журнал*. – 2007. – № 3. – С. 112-118.

7. Попель О.С. *Комбинированные энергоустановки на основе ВИЭ [Электронный ресурс] : по данным компании ГРЦ-Вертикаль* / О.С. Попель. – 2008. – Режим доступа: <http://www.src-vertical.com/files/misc/maps.pdf>.

8. Оранская Д.А. *Мини-ТЭЦ на базе паровой радиальной турбины Юнгстрема и оценка ее эффективности при сжигании различных видов топлива* / Д.А. Оранская, А.И. Яковлев // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. – 2010. – №1 (42). – С. 12-19.

9. Нигматулин П.Н. *Тепловые двигатели машин* / П.Н. Нигматулин, П.Н. Шляхин, В.А. Целев. – М.: Высш. шк., 1974. – С. 7-47.

10. Маляренко В. А. *Енергетичні установки. Загальний курс: навчальний посібник* / В.А. Маляренко. – Х.: ХНАМГ, 2007. – 287 с.

11. Маляренко В.А. *Основы теплофизики будинків та енергозбереження: підручник* / В.А. Маляренко. – Х.: ХНАГХ, 2006. – 499 с.

12. Кривцов В.С. *Неисчерпаемая энергия. Альтернативная энергетика: учебник* / В.С. Кривцов, А.М. Олейников, А.И. Яковлев. – Х.: Нац аэрокосм. ун-т "Харьк. авиац. ин-т", Севастополь: Севаст. нац. техн. ун-т, 2006. – Кн. 3. – 645 с.

13. Сравнительный анализ мощностных характеристик ветроэнергетических установок. Выбор оптимального профиля лопасти / А.И. Яковлев, М.А. Затучная, В.Н. Пашков, Д.А. Оранская // *Гидроэнергетика Украины*. – 2010. – № 2. – С. 40-42.

14. Кривцов В.С. *Неисчерпаемая энергия. Ветроэнергетика: учебник* / В.С. Кривцов, А.М. Олейников, А.И. Яковлев. – Х.: Нац аэрокосм. ун-т "Харьк. авиац. ин-т", 2004. – Кн. 2. – 519 с.

15. Патент UA 45238 U Украины, МПК (2009) F03D 7/00. *Вітродвигун* / Кривцов В.С., Яковлев А.І., Оранська Д.А.; Заявник та патентовласник Нац. аерокосм. ун-т ім. М. С. Жуковського «Харк. авиац. ін-т». - № U 2009 07225; заявл. 10.07.09; опубл. 26.10.09, Бюл. № 20. – 3 с.

16. Яковлев А.И. *Получение водорода методом электролиза воды с использованием электроэнергии от ветроэнергоустановки с учетом энергетических и экономических показателей* / А.И. Яковлев, Д.А. Оранская // *Гидроэнергетика Украины*. – 2010. – № 1. – С. 52-56.

17. Водородная и энергосберегающая ветро-энергетика в Украине / В.А. Глазков, В.В. Соловей, Н.А. Шитайлов, В.А. Попов: сборник докладов VIII Международной конференции [«Возобновляемая энергетика XXI века»], 19-23 сент. 2007. – АР Крым, г.т Николаевка. – 2007. – С. 236-240.

Поступила в редакцию 25.11.2010

Рецензент: д-р физ.-мат. наук, проф., проф. кафедры аэрокосмической теплотехники А.В. Бастеев, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

ВИБІР ЕФЕКТИВНИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ АВТОНОМНИХ ЕНЕРГОУСТАНОВОК

Д.А. Оранська, А.І. Яковлев

Представлені результати досліджень, метою яких є поліпшення техніко-економічних та експлуатаційних показників перспективних автономних енергоустановок. Показано, що ця мета може бути досягнута шляхом вибору ефективних технічних рішень по видам і способам перетворення енергії поновлюваних джерел, а так само, по конфігурації і складу обладнання на етапі їх проектування. Встановлено, що серед розглянутих варіантів, найбільш ефективною є: створення когенераційних енергоустановок на базі парової радіальної турбіни Юнгстрема і прямооточного котла; включення до складу традиційних установок вітроенергетичні агрегатів; застосування вітродвигунів з оптимально зпрофільованими лопатями і новим пристроєм вузла його відкидання назад при критичних швидкостях вітру; використання водневого циклу в якості довгострокового акумулятора енергії та виробництва для палива.

Ключові слова: автономні енергоустановки, турбіна Юнгстрема, вітроенергетичні установки, вітродвигуни, водневий цикл, електролізери, паливні елементи.

THE SELECTION OF THE EFFECTIVE TECHNICAL DECISIONS DURING THE PROCESS OF DESIGNING THE AUTONOMOUS POWER INSTALLATIONS

D.A. Oranskaya, A.I. Yakovlev

The article deals with the results of the investigations, which aimed the improvement of the techno-economic characteristics and performance criteria of the perspective autonomous power installations. This aim can be achieved through the selection of the effective technical decisions, based on the kinds and ways of renewable energy sources transformation, and also through the configuration and composition of the equipment at the stage of its designing. It has also stated, that among the examined variants the most effective are: the creation of the cogenerational power installations on the base of the Ungstrom's radial steam turbine and once-through boiler; the usage of the wind-energetic engine as the constituent part of the traditional installations; the usage of the wind-powered engine with the optimally simulated blades and with the new organization of its knot's breakdown with the crippling wind speed; the usage of hydrogen-helium cycle as the long-term energy storage device and for the production of fuel.

Key words: autonomous power plant, the Ungstrom turbine, wind turbines, hydrogen-helium cycle, electrolytic sections, fuel cells.

Оранская Дарья Анатольевна – магистрант кафедры энергоустановок и двигателей летательных аппаратов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина, e-mail: oranskaya.darya@yandex.ru.

Яковлев Александр Иванович – д-р техн. наук, проф., проф. кафедры энергоустановок и двигателей летательных аппаратов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина.