

№ 10, 2014

От редакции. Публикуемая ниже статья была представлена 24 сентября 2014 г. на Всеукраинском семинаре инженеров-электриков в рамках XII Международного форума «Паливно-енергетичний комплекс України: сьогодні та майбутнє», который прошел в Киеве 23—25 сентября 2014 года.

УДК621.311.24

ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРЕССИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА МОЩНЫХ ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ СЕВЕРНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ НА БАЗЕ ВЕТРОТУРБИН МЕГАВАТТНОГО КЛАССА

IMPLEMENTATION OF ADVANCED TECHNOLOGIES OF CONSTRUCTION OF LARGE-SCALE
WIND POWER PLANTS OF THE NORTHERN BLACK SEE REGION ON THE BASIS OF MW-CLASS
WIND TURBINES

Подгуренко В. С., академик АТН Украины, г. Николаев, Ефимов М. В., генеральный директор ООО «Энергомашспецсталь», г. Краматорск, Круглов Н. П., депутат Верховного Совета Украины, г. Николаев, Куцан Ю. Г., академик АТН Украины, г. Киев

Podgurenko V. S., Academician of ATS of Ukraine, Nikolayev, Yefymov M. V., Director General, ООО «Energomashspetsstal», Kramatorsk, Kruglov N. P., Deputat of Supreme Soviet of Ukraine, Nikolayev, Kutsan Yu. G., Academician of ATS of Ukraine, Kyiv

В Николаевской области осуществляется реализация проекта строительства и ввода в эксплуатацию промышленной ветровой электрической станции (ВЭС) мощностью не менее 500 МВт.

Инициаторами проекта являются ООО «Ветряной парк Очаковский» и Николаевская областная государственная администрация (НОГА) с участием ООО «Управляющая компания «Ветряные парки Украины».

В Очаковском районе Николаевской области построена

первая очередь промышленной ВЭС (Дмитриевское ветрополе, рис. 1) в составе 10-ти ветротурбин немецкой компании Рибгласлер общей мощностью 25 МВт. В декабре 2011 года началась опытно-промышленная, а с февраля 2012 года - промышленная ее эксплуатация.

Вторая очередь (Тузловское ветрополе, рис. 2) в Березанском районе состоит из 5-ти таких же ветротурбин суммарной мощностью 12,5 МВт.

С июля 2012 года началась её промышленная эксплуатация.

Несмотря на сложные экономические условия, интенсивно продвигается строительство третьей очереди.

Выдача генерируемой мощности согласно проекту осуществляется в сеть 35 кВ ПАО «Николаевоблэнерго».

Рис. 3 иллюстрирует эффективность работы промышленной ВЭС. Критерием оценки принят интегральный показатель - коэффициент использования установленной мощности $A_{\text{нум}}$, характеризующий как правильность выбора ветрополей для



Рис. 1. Дмитриевское ветрополе промышленной ВЭС



Рис. 2. Тузловское ветрополе промышленной ВЭС

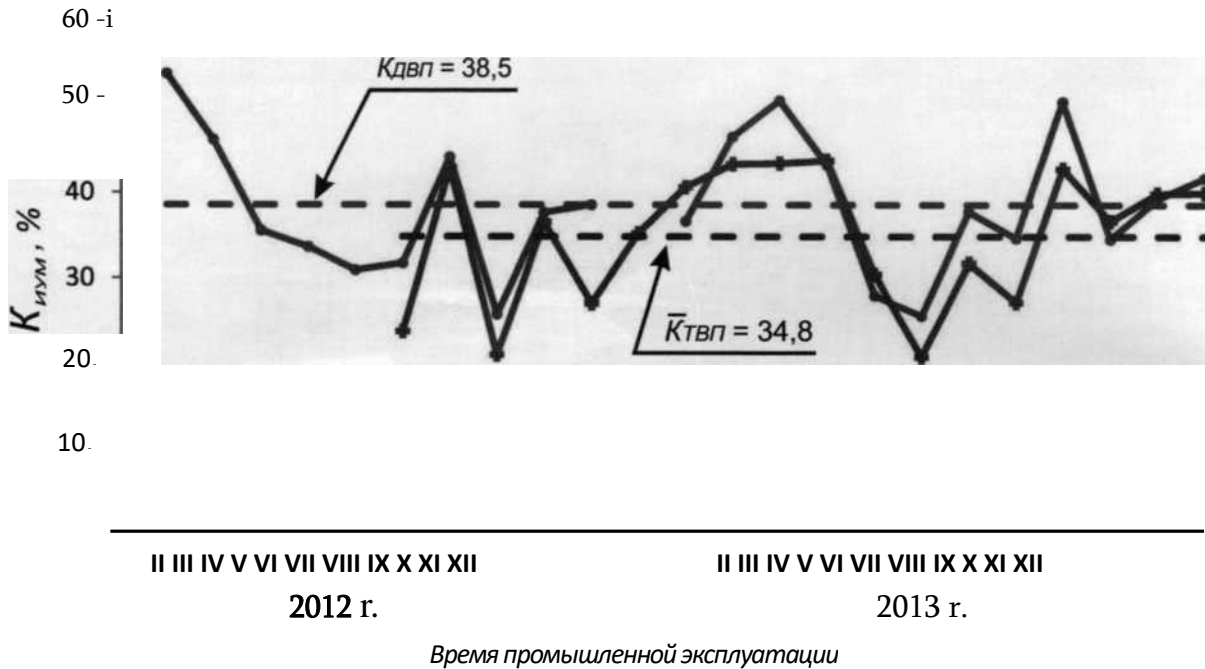


Рис. 3. Значения $A_{иум}$ промышленной ВЭС

ВЭС, так и подбора ветротурбин в соответствии с потенциалом ветроплощадок.

Полученные фактические средненные за весь период промышленной эксплуатации значения коэффициента использования установленной мощности Дмитриевского $A_{ДВП} = 38,5\%$ и Тузовского $A_{увр} = 34,8\%$ ветрополей находятся на уровне лучших мировых показателей. Так в сопоставлении, например, с Германией, у которой средний $A_{иум}$ на протяжении 2012 года был даже ниже 17,5%. Для ветроферм Шотландии в период с 2008 по 2010 годы он в среднем составил лишь 24%. Коэффициент использования установленной мощности, достигнутый

на американском континенте в 2010 г., достиг порядка 40% и повышается по мере совершенствования технологий [1].

Зафиксированный результат почти двухгодичной эксплуатации промышленной ВЭС стал возможен только благодаря освоению и внедрению широкого диапазона прогрессивных технологий строительства, монтажа, производства, преобразования и использования энергии.

В табл. 1 приведены результаты работы электростанций объединенной энергетической системы (ОЭС) Украины, в которой представлены годовые значения $A_{иум}$ по категориям станций и их средненные за шесть лет показатели.

Все электростанции Украины (исключением АЭС, которая составляет 74% установленной мощности и производит около 53% вырабатываемой электроэнергии) имеют средний шестилетний период значения $A_{иум} = 27,7\%$. Его сопоставление со средним значением ривиса показывает превышение практически в 1,4 раза. Это вполне убедительный вывод, что результаты промышленной ВЭС в Украине высокая и превзойти результативность работы станций ОЭС Украины, АЭС. И всего лишь менее чем в 2 раза среднее значение меньше $A_{иум}$ АЭС.

Таблица 1

Результативность работы электростанций ОЭС Украины

Категория станций	2005 2006 2007			2008 2009 2010			^ИУМ> %	
	^ЧІУМ> %							
ТЭС и ТЭЦ	28,7	30,8	31,9	30,8	26,6	29,2	29,7	27,7
ГЭС и ГАЭС	29,9	29,8	23,1	23,9	24,9	26,8	26,4	
блок-станции и др. источники	28,9	26,3	27,5	28,4	24,6	26,2	27,0	
АЭС	73,4	74,6	76,5	74,3	68,6	73,8	73,5	

Реализация проекта засвидетельствовала ряд трудностей в решении земельных вопросов, в интеграции ВЭС в общую энергосистему страны, в отработке взаимодействия энергогенерации с энергопередачей, по поставке оборудования и его растаможиванию и др. Практически на каждом этапе (от подготовки фундаментов, доставки и монтажа оборудования и до тестовых испытаний) строительства очередей ВЭС были сложности, вызванные освоением новейших для всех участников процесса впервые осваиваемых в Украине ветроэнергетических технологий.

Сложности преодолевались новыми подходами в расчетах и принципах взаимодействия, в тесном творческом и оперативном сотрудничестве с администрациями области, районов, со специалистами ПАО «Николаеоблэнерго», Южная электроэнергетическая система ГП НЕК «Укрэнерго», проектных и других организаций.

В итоге была оформлена в полном объеме земельная и

документация, получены все необходимые экспертизы и разрешения, включая Государственный Архитектурно-строительный контроль (ГАСК) на проведение строительных работ.

На земельные участки под ВЭУ полностью оформлены и зарегистрированы в установленном порядке договора аренды на 49 лет, а на монтажные площадки — на 1 год. Выполнены тестовые испытания и получена лицензия Национальной комиссии регулирования электроэнергии (НКРЭ) на производство электроэнергии сроком на 20 лет. Установлен «зеленый» тариф для реализации выработанной электроэнергии. Заключен договор с ГП «Энергорынок» на продажу электроэнергии.

Первая очередь промышленной ВЭС - ДВП - расположена на прилегающих к пилотной Аджигольской ВЭС территориях. Это северное очаковское побережье Черного моря в районе Днепро-Бугского лимана, на удалении 2-3 км от лимана, на правом крутом обрыве Аджигольской балки с отметками

местности в 41,0—45,3 м над уровнем моря.

Очаковское побережье представляет собой высокий мыс, окруженный с трех сторон водой: с юго-востока — Днепровским лиманом, с юго-запада - морем, а с северо-запада - Березанским заливом. Водная среда имеет большое значение при строительстве ВЭС, так как приводит к усилению скоростей ветра к более высоким его значениям даже на удалении 5-10 км от прибрежной зоны.

За 18-летний период функционирования пилотной Аджигольской ВЭС изучен ветропотенциал площадки и прилегающих к ней территорий на достаточно большой фактической базе данных. Средневзвешенная за 26 месяцев измерения автоматическим регистратором - прибором Logger #9200 — среднегодовая скорость ветра составила 6,2 м/сек на высоте флюгера 31,5 м. Средневзвешенная за 18 лет среднегодовая скорость ветра на высоте флюгера 20 м для репрезентативной метео-

станции (военный аэродром) - 6,04 м/сек.

Годовая роза энергетических ветров имеет явную северо-северовосточную-юго-югозападную направленность с некоторым северозападным выступом (рис. 4).

Полученные данные распределения ветра по скоростям позволили выполнить прединвестиционные расчеты эффективности строительства промышленной ВЭС, произвести выбор из мегаваттного класса ветроэнергетических установок наиболее эффективные турбины для её комплектации.

Промышленная ВЭС Северного Причерноморья — одна «из первых ласточек» Национального проекта «Энергия природы». Это одно из первых строителств мегаваттной промышленной ВЭС на территории Украины без имеющейся инфраструктуры. Если не считать восстановления остатков инфраструктуры пилотной Аджигольской ВЭС, основное строительство начиналось с абсолютного нуля. Генеральный подрядчик ОАО «Жилпромстрой-8», несмотря на отсутствие опыта в строительстве подобных объектов, настолько уверенно справился с поставленной задачей, что в дальнейшем

-O-Среднее по замерам Logger 1997-1998 (энерг. ветер)

Среднее по замерам Logger 1997-1998 (весь ветер)

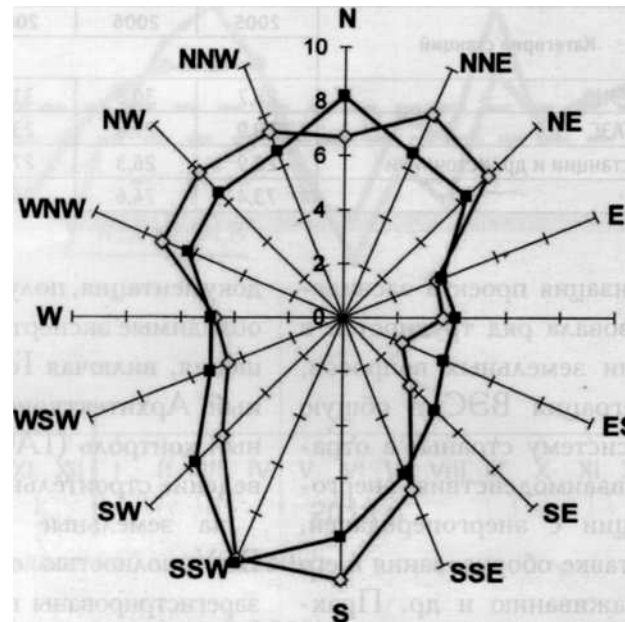


Рис. 4. Роза ветров на площадке Аджигольской ВЭС для всего и для энергетического ветров

Особенностью ВЭС стало строительство фундаментов под ветротурбины с забивными сваями, в отличие от буро-инъекционных свай в других проектах. Фундамент - ответственнейшее и сложное сооружение. В одном фундаменте 80 штук свай расположены по кругу в четырех рядах; укладывается 80 т арматуры диаметром 8—32 мм со стыковкой внахлест, сварка не допускается; 580 м³ бетона В45 (М600) с непрерывной укладкой, скорость которой 40—45 м в час (рис. 5).

Забивные сваи были «дерзким» предложением, было

Внедренная технология только сократила строительства, но увеличила прочность фундамента за использования заводских свай колаевского ЗЖБИ.

Строительство Дмитриевского и Тузовского ветрополей ВЭС потребовало реконструкцию существующих подстанций, создание систем автоматической релейной защиты, автоматизации и телемеханики. Выпущены прокладка подстанции кабельных напряжением 35 кВ, строительство распределительных

№ 10, 2014

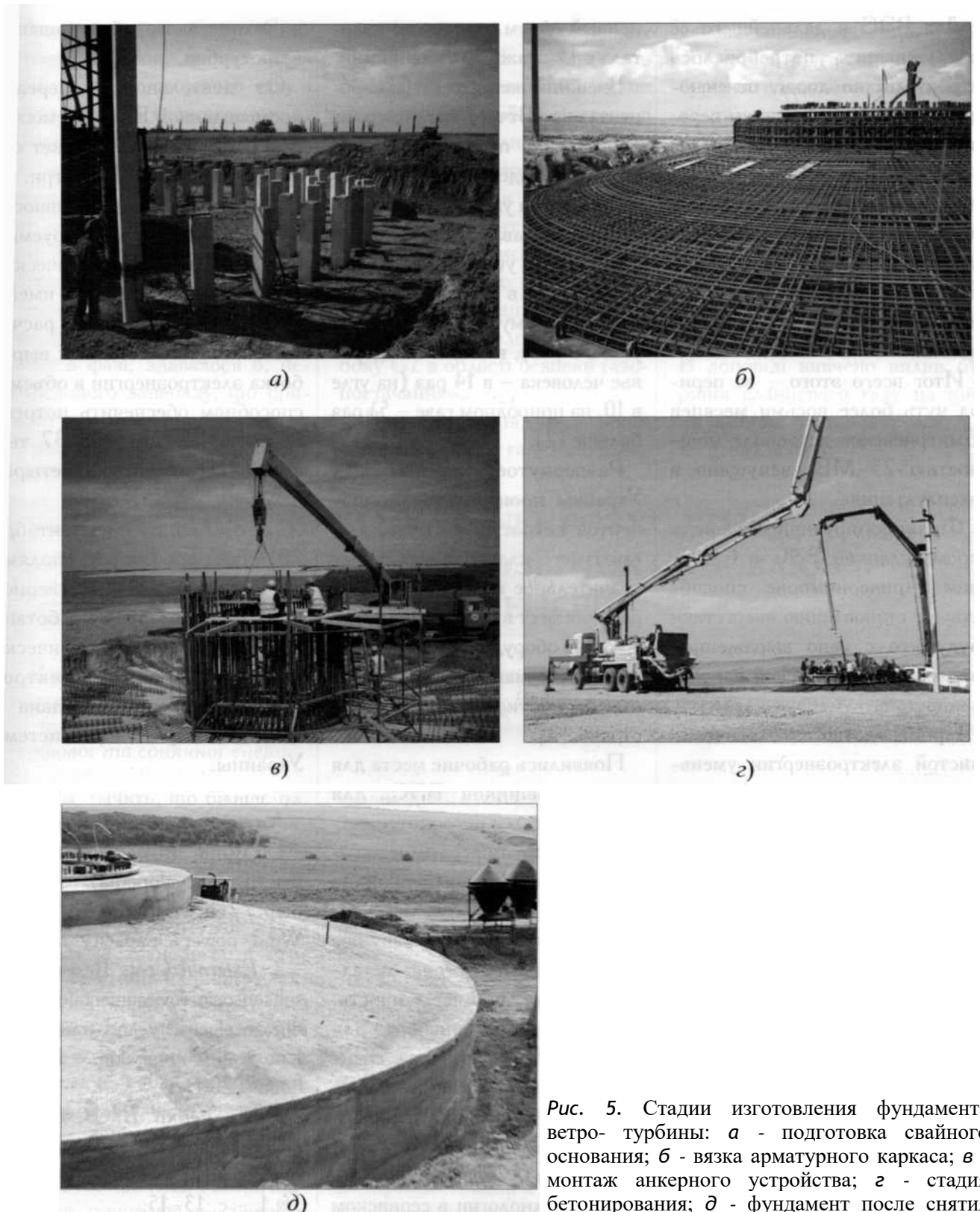


Рис. 5. Стадії изготовления фундаменту вітро- турбини: а - підготовка свайного основи; б - зв'язка арматурного каркаса; в - монтаж анкерного пристрою; г - стадія бетонування; д - фундамент після зняття

№ 10 2014

Для ВЭС и дальнейшего её обслуживания потребовалось строительство дорог, отвечающих строгим требованиям перевозчиков и монтажников.

Помимо строительства создана диспетчерская служба ветропарка, налажены новые взаимоотношения с облэнерго и другими контролирующими и инспектирующими организациями.

Итог всего этого — за период чуть более восьми месяцев Дмитриевское ветрополе мощностью 25 МВт запущено в эксплуатацию.

Функционирующие очереди промышленной ВЭС в Северном Причерноморье способствуют становлению энергетики будущего с явно выраженной эколого-экономической направленностью.

Производство экологически чистой электроэнергии уменьшает импорт энергоресурсов и использование собственных запасов традиционных топливно-энергетических ресурсов. Убеждает в сказанном такой пример. Одна ветротурбина за 20 эксплуатационных лет вырабатывает приблизительно 80 млн кВтчас чистой энергии и таким образом заменяет приблизительно 90 тысяч тонн бурого угля. Наглядно эти 90 тысяч тонн угля можно представить как квадрат 70 X 70 м и высотой 40 м - практически это

полный объем городского квартала с 13-этажными зданиями.

Внешний же эффект (в евроцентах на кВтчас), например, на образование парниковых газов при производстве электроэнергии на буром угле в 50 раз больше в сопоставлении с ветряной энергией (на угле - в 40, на природном газе в 18 раз). Влияние на экосистему - в 20 раз (на угле в 5 раз), влияние на здоровье человека - в 14 раз (на угле в 10, на природном газе - 5) раз больше [2].

Развернутое на заводах Украины производство компонентов ветротурбин мультимегаваттного класса обеспечивает значительное количество новых рабочих мест в машиностроении. Сегодня оборудование под брендом «Ветряная турбина Украины» экспортируется в соседние страны [3].

Появились рабочие места для проектировщиков ВЭС, для исследователей ветропотенциала регионов, программистов - как правило, для выпускников ВУЗов.

Дополнительную загрузку получают стройиндустрия, металлургическая промышленность, создается спецтранспорт для доставки ВЭУ (спецсуда, спецавтомобили, грузоподъемные устройства в виде спецкранов на гусеничном и пневмоходу и др.).

Молодежь осваивает современные технологии в сервисном

и техническом обслуживании ветротурбин.

От деятельности очередей промышленной ВЭС ежемесячные поступления в бюджет составляют свыше 2,5 млн грн.

Как оценить результативность промышленно эксплуатируемых 37,5 МВт ветроэнергетических мощностей? С учетом имеющихся в спецлитературе расчетов они оцениваются как выработка электроэнергии в объеме, способном обеспечить потребность приблизительно 37 тысяч семей, состоящих из четырех человек.

По состоянию на 1 сентября 2014 года обоими ветрополями промышленной ВЭС Северного Причерноморья выработано 240 млн кВтчас экологически чистой «зеленой» электроэнергии, которая передана в Объединенную энергосистему Украины.

Литературы

1. Wind Power. Wikipedia, the free encyclopedia/ - 2014. http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_power#Capacity_factor .
2. External Costs Research results on socio - environmental damages due to electricity and transport / European Commission. - Luxembourg. — 2003.
3. Еременко В. В. Ветроэнергетическая база Украины. - Энергосбережение. - 2013. — № 1. - с. 13-15.

Захоплені прикладом Сполучених Штатів, де революція з видобутку сланцевого газу і нафту сприяла економічному та промислового відновленню, міністри Великої Британії твердо впевнені, що сланцевий газ і нафта можуть бути благополучно розроблені, при належному регулюванні.

Крім того, видобуток газу з шельфу Північного моря вже давно в фазі, здавалося б, невблаганного занепаду, що призвело до необхідності імпорту Великобританією зростаючих

обсягів газу по трубопроводу й у вигляді ЗПГ. Суперечка з Україною та можливий вплив на поставки російського газу в Європу, посилили побоювання з приводу залежності від зовнішніх поставок енергоносіїв, з огляду на запит до МЕА на недавньому Римському саміту лідерів G7 представити «протягом шести місяців варіанти індивідуальних і колективних дій з боку СА в області безпеки газопостачання».

Велике питання, яке в даний час стоїть перед галуззю, з на

скільки сильною опозицією вона зіткнеться при початку робіт з буріння. Минулого літа пройшли великі демонстрації в південній Англії, коли Cuadrilla Resources провела бурильні роботи. Спорі посилілися, коли через кілька днів було оголошено раунд заявок на купівлю, і уряд опублікував відредаговану доповідь під назвою «Сланцевий газ: Сільська економіка. Впливи». В доповіді вивчено вплив буріння сланцевого газу на ціни на житлові будинки та надання місцевих послуг.

ПРОГНОЗИ МЕА І ВЖЕ РОЗХОДЯТЬСЯ ЩОДО ПЕРСПЕКТИВИ НА РОЗВИТОК ПОНОВАЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Звіти щодо перспективи поновлюваних джерел енергії, щойно опубліковані Міжнародним енергетичним агентством (МЕА) та Bloomberg New Energy Finance (BNEF) істотно різняться по їх прогнозах щодо зростання, підкреслюючи невизначеність, яка до цього часу оточує розвиток вітрової та сонячної енергії.

В^Б бачить, що більше половини світових потреб у електроенергії до 2030 року походитиме з поновлюваних джерел. Голова ради директорів Майкл Лібрайх прокоментував: «Цей прогноз за технологіями стосовно інвестицій на ринку електроенергії більш оптимістичний на майбутнє для поновлюваних джерел енергії ... ніж деякі інші прогнози, в основному тому, що в нас є більш позитивний погляд на триваюче скорочення витрат».

У той же час МЕА зазначивши, що поновлювані джерела

енергії зростають дуже швидко, попереджає про уповільнення темпів. Виконавчий директор Марія ван дер Ховен каже: «Просто коли поновлювані джерела енергії стають економічно конкурентоспроможним варіантом ... політична та регуляторна невизначеність зростає».

Карл Роуз, старший директор ВЕР з політики і сценаріїв, попереджає: «Зниження витрат на устаткування, наприклад, сонячні панелі, стали менш важливими. Витрати на інтеграцію з енергосистемами є реальними витратами на поновлювані дже

рела енергії. Коли нестійкість системи та силових ліній або систем зберігання стає проблемою, раптом їх вартість значно зростає вище ніж очікувалося».

World Energy Scenarios вважає, що поновлювані джерела енергії зростатимуть у геометричній прогресії й у 2030 році досягнуть 20-30% світових первинних енергоресурсів. Тим не менш, викопні види палива залишаться основним джерелом енергії, забезпечуючи 59-77% в енергетичному балансі.