

РЕЗЕРВЫ УГОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Несмотря на значительные успехи в развитии мировой энергетики человечество, численность которого растет в геометрической прогрессии, уже на пороге третьего тысячелетия столкнулось с проблемами истощения природного топлива. Это активизирует общественный и научный интерес к поиску новых возобновляемых источников энергии, которые позволят избежать глобального энергетического кризиса. В арсенале таких источников сегодня господствуют солнечная, ветровая, геотермальная и атомная энергия. В последнее время подогревается интерес к биотопливу, источником которого наряду с традиционным топливом могут служить органические отходы городских свалок и животноводческих ферм.

Между тем вектор развития современной энергетики отражает не только направления научно-технического прогресса, но и экономические интересы участников конкурентной геополитической борьбы за их место на топливно-энергетическом рынке. При этом апологеты возобновляемых источников энергии предсказывают скорый «закат» углю, хотя оснований для такого прогноза нет, и его потребление в мировом топливно-энергетическом балансе (ТЭБ) постоянно растет. Действительно, предсказать будущее развитию энергетики в век нанотехнологий и термоядерной энергии, казалось бы, трудно, хотя и в нынешний постиндустриальный период топливная энергия будет, несомненно, востребована еще неопределенно долго.

Основной недостаток твердого топлива, используемого в теплоэнергетике, – потери углерода (до 14%) и образование продуктов неполного сгорания. Активизацию процесса горения можно повысить с помощью наномодификаторов [1].

Между тем в результате научных исследований установлено, что тонкоизмельченный уголь при сжигании приобретает свойства газа. Или, например, установлено, что при обработке растения смесью определенных наночастиц они приобретают свойства люминофоров, способных заместить часть электроэнергии, расходуемой на освещение (а это не менее 20% мирового потребления). Освоение производства этих и подобных им технологий позволило бы не только сократить выбросы в атмосферу газов, тонких твердых частиц, снизить загрязнение почвы и токсичное воздействие на окружающую среду. Это коренным образом изменит структуру мирового топливно-энергетического баланса и позитивно повлияет на глобальную экономику производства. Однако это и другие инновации в энергетике, образно

говоря, пока находятся в пробирке научных лабораторий. Поэтому уголь остаётся базовым сырьем мировой энергетики.

По нынешним прогнозам оптимистов запасов угля в доступных для добычи месторождениях достаточно на сотни лет, то есть значительно больше чем нефти (30-40 лет) и газа, хотя, следует заметить, что регистрируемые в недрах запасы нефти систематически растут. Кроме того, гипотеза Д.И. Менделеева о неорганическом, или как её ещё называют, об абиогенном происхождении нефти до сих пор не опровергнута. Более того, она находит подтверждение при изучении спектров атмосферной оболочки Юпитера и других планет, которые указывают на присутствие в ней углеводорода и водорода, что противоречит гипотезе об органическом происхождении углеводородного топлива. Однако это остаётся предметом научных дискуссий, и «зеленая» энергетика продолжает постепенно расти.

Кроме того запасов природного газа в виде гидратов метана, образовавшихся при низкой температуре и высоком давлении на дне Мирового Океана, и даже в озере Байкал, достаточно для компенсации снижения запасов нефти в земных недрах на многие годы. Освоение технологии отработки запасов этого природного топлива начали Япония и Китай.

Согласно прогнозу авторитетной британской компании «Статистический обзор энергетики» в ближайшие 20 лет возобновляемые источники энергии обеспечат прирост мирового спроса на энергоносители и треть – в секторе электрогенерации. Однако потребность в нефти будет расти вместе с совокупным ростом потребления энергетических ресурсов, и удовлетворить всех её потребителей при существующем режиме эксплуатации вскрытых месторождений вряд ли возможно, используя даже регулятивные инструменты рынка. Поэтому амбициозные претензии отдельных государств на удовлетворение в первую очередь собственных потребностей в углеводородном сырье сопряжена с риском возникновения геополитической напряженности и вооруженных конфликтов, угрожающих мировой цивилизации, о чем свидетельствуют последние события в Сирии, за которыми скрываются стремления США установить контроль за ресурсами нефти на Ближнем Востоке. Европейский Союз, желая избежать участия в конфликтах при распределении природного топлива, ориентирует свою экономику на низкоэнергетическое производство, ТЭБ – на рост долевого участия в нём возобновляемых и

атомных источников энергии, а также на устойчивые поставки природного газа из России.

Что касается возобновляемых неуглеводородных источников энергии (ВИЭ), то на сегодняшний день в промышленно развитых странах это наиболее популярный источник производства электроэнергии, пользующийся различными государственными преференциями и кредитами. Однако в мировом производстве на долю собственно ВИЭ (без учета гидроэнергии) приходится 5,2%, в том числе тепловая энергия составляет 4,1%, электроэнергия – 1,1 и биотопливо – 0,8% [2].

Низкие темпы роста вырабатываемой энергии в мировом ТЭБ обусловлены значительными капитальными вложениями на приобретение установок и присущими им системными недостатками при эксплуатации [3-5], а именно:

- высокая стоимость монтажа и технического обслуживания;
- зависимость от климатических условий, состояния погоды и времени суток;
- отсутствие технических средств оперативного управления выработкой количества энергии;
- трудности с генерацией вырабатываемой энергии в общегосударственные линии электропередач;
- неспособность ВИЭ в замещении нефтепродуктов в наземных, воздушных и морских средствах транспорта (бензин, керосин, солярка и т.д.).

Наряду с недостатками у ВИЭ имеются преимущества перед традиционной энергетикой.

Первое и главное преимущество ВИЭ в том, что предпринимателю нет необходимости вкладывать средства для доступа к сырьевому источнику, как это требует природное топливо (геологоразведка, проектирование, строительство предприятий по добыче, транспортированию, хранению, сооружению отвалов, установок по аспирации газов и т.д.). Второе – это отсутствие выбросов в атмосферу вредных продуктов сгорания и сопутствующего добыче угля и нефти метана, угрожающего озоновому слою земной атмосферы. Третье: солнечная и ветровая энергии не имеют «собственной природной стоимости», в результате чего за их использование собственник полезных ископаемых не требует рентных или арендных платежей за пользование ветром и солнечной энергией.

В контексте обсуждаемой проблематики в мировой энергетике растет интерес к производству биотоплива в отдельных регионах с развитым животноводством и в мегаполисах с громадными свалками бытовых отходов, что даёт возможность сократить потребление энергии, вырабатываемой из минерального топлива на 14-20% [11]. Одновременно утилизация биомассы позволяет разрешить болезненную проблему XXI века – недостаток свободных территорий для размещения бытовых свалок и сокращения эмиссии метана в земную атмосферу. Следует, однако, признать, что вырабатываемый таким

образом газ имеет низкую теплотворную способность (40-60 процентов ниже природного газа) и, как прочие «зелёные» технологии зависит от состояния погоды, времени суток и нуждается в дополнительных генераторах, способных оперативно регулировать требуемые потребителями параметры топлива.

ВИЭ, или «Зеленая энергия», как называют её экологи, слишком дорогая по сравнению с традиционной и пока развивается благодаря государственной поддержке в высокоразвитых странах, стремящихся к господству на мировом рынке высокотехнологической продукции, в виде что солнечных батарей и ветровых установок, что способствует поддержке «тонуса» и развитию собственной науки и техники. Более того, сворачивая «грязное» производство (добыча угля, металлургия), они сохраняют машиностроение, кибернетику и, главное – обеспечивают долгосрочный инжиниринг продаваемой техники ВИЭ в Латинской Америке, Африке и Азии.

Таким образом, ВИЭ, бесспорно, перспективный и соответствующий идеологии и принципам Программы на XXI век источник энергии, который по мере совершенствования технологии займет с течением времени свою ограниченную конкурентоспособную «нишу» на мировом рынке электрической энергии. Однако пока ВИЭ не способны не по масштабам, не по технологиям промышленного производства (металлургия, химия, фармацевтика), где углеводородное топливо служит сырьевым источником, стать его аналогом.

В контексте этих рассуждений уместно сослаться на высказывания лауреата Нобелевской премии по физике академика Петра Леонидовича Капицы. Он писал: «На практике плотность потока энергии очень мала, из квадратного метра электрода можно снимать только 20 Вт. Для 100 МВт мощности рабочая площадь электродов достигает квадратного километра, и нет надежды, что капитальные затраты на построение такой электростанции оправдуются генерируемой ею энергией. Значит, топливные элементы можно использовать только там, где не нужны большие мощности. Но для макроэнергетики они бесполезны» [6]. Для образного представления абсурдности идеи замены атомных и тепловых электростанций солнечными приведем пример. Исходя из плотности солнечной энергии (100 Вт/м²) для замещения мощности одной Запорожской АЭС пришлось бы установить на площади 120 квадратных километров, а учитывая необходимость проходов для ремонта, технического обслуживания, очистки батарей от осадков понадобится площадь, равная самому городу Запорожью (324 км²). Следовательно, необходимо ориентировать современную теплоэнергетику на достигнутые инновации в тепло- и электроэнергетику при сжигании топлива.

Несмотря на значительные успехи в совершенствовании технологий использования энергии твердого топлива и на благоприятные эколого-экономические условия для его конверсии в синтетическое

топливо и другую продукцию с высокой добавленной стоимостью, в мировом сообществе ископаемые угли продолжают считать «грязным» топливом, продукты сгорания которого угрожают озоновому слою атмосферы. При этом экологические проблемы, связанные с добычей, переработкой нефти и сжиганием её продуктов игнорируют, хотя последствия загрязнения литосферы в зонах нефтепромыслов, нефтеперерабатывающих заводов и от повсеместного сжигания мазута, моторных топлив не уступают углю. По своему генезису и содержанию в них химических элементов нефть и уголь подобны, а их способности к конверсии в моторное топливо практически одинаковы.

Технологическими преимуществами нефтепродуктов является их природное фазовое состояние: извлечение нефти из земных недр не требует, как правило, возведения дорогостоящих инженерных сооружений, дает значительные технологические и логистические преимущества при транспортировании, хранении и переработке жидких и сопутствующих добыче газообразных веществ.

Если абстрагироваться от логистических преимуществ нефти и ориентироваться на инновации в энергетике, можно признать, что ископаемые угли по потребительным качествам не уступают нефти. В связи с этим доктрина национального энергетического развития Украины может быть в значительной мере ориентирована на собственные природные ресурсы, что соответствует принципам энергетической независимости и условиям устойчивого социально-экономического развития общества на длительную перспективу.

Основным инструментом стратегических преобразований в отрасли может стать её диверсификация. В принципе идеология диверсификации, как способа распространения хозяйственной деятельности на новые, нетрадиционные для угольной промышленности виды хозяйственной деятельности и ассортимент новых видов продукции, требует более подробного объяснения. Речь, впрочем, не идет о полной замене нефтепродуктов и природного газа синтетическим топливом. Пока это следует рассматривать как дополнительный ресурс при постоянном быстро растущем уровне потребления углеводородного топлива. В то же время это чрезвычайно важная превентивная мера подготовки как мировой, так и национальной экономики к вполне вероятному истощению природных запасов углеводородного сырья и замены нефтепродуктов его углеродным синтетическим аналогом.

В принципе при всем разнообразии технологий (свыше 130) существуют два основных способа получения синтетического жидкого топлива (СЖТ) из углей – прямое ожижение (добавление к углю водорода с одновременной его деструкцией) и конверсия угля в синтез-газ, который может быть использован непосредственно, либо путем его преобразования в

жидкое топливо и различные химические продукты [7].

Прямое ожижение бурых и низкосортных каменных углей в промышленном масштабе было осуществлено в Германии в 30-40-е годы прошлого столетия с получением 4 млн т жидких продуктов в год (авиа- и автобензины, котельное топливо). Дальнейшее развитие этой технологии происходило в ЮАР, где производство СЖТ было доведено до 4,5 млн т в год и успешно конкурировало с нефтепродуктами. В настоящее время это производство в ЮАР переориентировано на получение более дорогостоящих эфиров и других оксигенатов, используемых как добавки к бензину и дизельному топливу. Сравнительные показатели каждой из технологий приведены в табл. 1 [5].

Таблица 1

Характеристика процессов ожижения углей

Вид и характеристики моторного топлива	Технология ожижения	
	прямое	непрямое
Выход дизельного топлива, %	65	82
Выход бензина, %	35	18
Цетановое число (воспламеняемость)	42-47	70-75
Октановое число (стойкость к детонации)	100	45-75
Термическая эффективность, %	60-70	55

Если не вдаваться в технические характеристики, а исходить из цен на бензин и дизельное топливо, то явных преимуществ ни у одной из технологий нет.

Потери углерода, водорода, кислорода в сырье и выбросах при непрямом ожижении выше, чем при прямом. Но, по мнению специалистов, это обстоятельство, как и более низкие энергетические показатели непрямого сжигания (табл. 2), нельзя считать решающими при оценке конкурентоспособности конечной продукции, получаемой в процессе синтеза [9].

На стороне непрямого ожижения (газификации) угля остаются такие преимущества, как низкая чувствительность к качеству исходного топлива, широкие возможности управления ассортиментом получаемых продуктов и использования тепла собственных реакторов для увеличения эффективности газификации и синтеза [7].

Окончательную оценку при выборе конечного продукта (а он принадлежит моторному жидкому топливу) определяет доход и рентабельность, зависящие от затрат на сырье, тепловую и электрическую энергию.

По мнению Т.Г. Шендрик [11], для Украины наиболее привлекательна немецкая технология (освоена и проверена в промышленном масштабе, близкие по свойствам донецкие угли, наличие отходов металлургического производства, являющихся

хорошим катализатором для начальной стадии ожигения). Газификация угля по термическому КПД хотя и хуже, чем прямое ожигение, но её технологии более разнообразны, детальнее разработаны и шире внедрены в промышленности. Образующийся при этом синтез-газ (смесь водорода и окиси углерода) может быть превращен в очень широкий набор продуктов: высокооктановый бензин, дизельное топливо, пропан-бутановую фракцию, олефины

с последующей переработкой в метанол и другие спирты, эфиры, кислоты и т.д. Спирты могут использоваться и как добавки к бензину и как самостоятельное топливо. Из простых эфиров уже сейчас широко применяют метил-трет-бутиловый эфир для повышения октанового числа бензинов; перспективны другие диалкиловые эфиры как самостоятельное топливо и для повышения октанового числа дизельного топлива [12].

Таблица 2

Ориентировочные показатели технологий переработки угля

Конечный продукт	Технология	Достигнутые (и проектные) показатели			Оценки предельных показателей	
		$\eta_t, \%$	В	З	$\eta_t, \%$	В
СЖТ	Гидрогенизация	64–72	1,39	52	91,8	1,09
	Газификация + синтез	35–42	2,38	75	69,6	1,35
	Газификация + синтез метанола + Mobil-процесс	43–48	2,08	114	69,6	1,35
Метанол	Газификация + синтез	49–51	1,96	100	76,8	1,23
Водород	Газификация + конверсия	55–60	1,67	68	81,6	1,23
	Металлопаровой процесс	60	1,67	28	85,7	1,17

Примечание. $\eta_t, \%$ – термический КПД; В – удельный расход угля (т у.т. угля / т у.т. конечных продуктов); З – приведенные затраты в рублях на т у.т. конечных продуктов (без стоимости исходного угля).

Следует обратить внимание и на то, что генерация синтез-газа из низкокачественного топлива широко используется как промежуточная операция. Уже в первом десятилетии XXI века такие газификационные установки действовали на 144 предприятиях общей мощностью 56,29 МВт. В большинстве случаев это были крупные заводы по переработке угля, где производилось в среднем 19% электроэнергии, 45% химпродуктов, 28% СЖТ и 8% горючих газов [13]. В России такой завод ЗАО «Карбоника» находится в Красноярске.

В Китае, Австралии, Индонезии, Филиппинах, Новой Зеландии в ближайшие 10-15 лет планируется сконструировать и построить несколько заводов по ожигению углей суммарной производительностью до 700000 бар/сутки, на это потребуется 150-180 млн т ископаемых углей в год.

Производство СЖТ из любых видов угля становится конкурентоспособным с нефтепродуктами, когда стоимость нефти превышает стоимость угля в 6 и более раз. Теперь, когда цена на уголь опустилась до \$20-30, а цена на нефть на порядок выше, инвесторы, как оказалось, не готовы вкладывать средства в производство синтетического топлива. Причина очевидна – существуют другие возможности получать прибыль и наращивать капитал быстро, не вкладывая больших первоначальных средств в новое производство, то есть за счет депозитов, биржевых операций, развивающихся высокими темпами некапиталоемких отраслей экономики. Поэтому, как правило, производство СЖТ из угля развивается там, где ограничены собственные запасы нефти, газа и низкая стоимость рабочей силы (ЮАР, Китай, Индонезия и др.). Вместе с тем, зна-

чительную роль в формировании дохода от реализации СЖТ играет цена единицы углеродной составляющей в топливе и гидрогенизационные свойства сырья. В мире наряду с горючими сланцами и лигнитами к такому сырью относят бурый уголь.

Именно этому уголю принадлежит первенство в производстве СЖТ, когда в 1911 г. немецкий химик Ф. Бергиус впервые синтезировал бензин из бурого угля. Этот же уголь стал основой для производства моторного топлива в Германии в 1943-1945 гг. Сейчас бурый уголь признан малоэффективным для прямого сжигания и в энергетике не используется, но наряду с марками Д, Г и углепородными отходами остается важным сырьевым источником в Украине для синтеза жидкого и газообразного топлива [14]. В этом качестве он имеет и другие преимущества – его месторождения расположены в непосредственной близости от главных потребителей энергии индустрии – юго-востока Украины и Криворожского и Лисичанского нефтеперерабатывающих заводов, свободные производственные мощности которых могут быть использованы для выработки СЖТ. Днепропетровское месторождение бурого угля характеризуется неравномерностью территориального расположения и мощности угленосной толщи. Однако его главное преимущество – малая глубина залегания (10-150 м) запасов и наличие зон, где их толщина достигает 25 и более метров [5]. Это позволяет вести добычу угля открытым способом, то есть с небольшими капитальными и эксплуатационными затратами, что чрезвычайно важно для конкурентоспособности синтетического топлива на энергетическом рынке.

Перспективным средством диверсификации теплоэнергетики являются *когенерационные* комплексы, научные основы создания которых изложены в работах ряда академических учреждений НАН Украины, которые были систематизированы и дополнены исследованиями, проводившимися под руководством академика А.Ф. Булата [15].

Экономический эффект от внедрения паротурбинных и когенерационных комплексов, согласно принятой авторами математической модели, формируется от снижения всех составляющих производственных издержек (замена устаревшего оборудования на новое, замена поставляемой со стороны энергии на производимую собственным комплексом, использование в качестве топлива метановоздушной смеси и углесодержащих отходов, сокращение амортизационных отчислений и т.д.). Выполненные расчеты и фундаментальность изложения технических вопросов в источнике [13] безупречны. Вместе с тем, с точки зрения принципов маркетинга, из вида упущен один из важнейших факторов успешности диверсификации в широких масштабах (или, как говорят авторы, «практически на всех шахтах») – наличие и ёмкость рынка сбыта для реализации избыточных объемов тепловой и электрической энергии.

Концепция создания предприятий такого профиля предусматривает «объединение в рамках единого шахтного энергетического комплекса процесса добычи угля и его переработку в тепловую и электрическую энергии с одновременной ликвидацией абсолютного большинства промежуточных технологических операций, что открывает возможность существенного повышения эффективности, технологической чистоты и безопасности работ» [14].

В научной литературе широко обсуждается вопрос использования в тепловой энергетике модифицированных технологий сжигания топлива в ЦКС, в кислороде и т.д. Особый интерес вызывает поточная газификация угля в кипящем слое для получения бытового газа и синтетического топлива. Эта технология может быть использована и для производства СЖТ [15].

Маркетология при оценке объектов инвестиций принимает во внимание не только прогрессивность и технический уровень предлагаемых технологий, прежде всего она ориентируется на размеры прибыли от вложенных капиталов и сроки их окупаемости. В ряду многих факторов, определяющих эти уровни, важное место принадлежит емкости рынка и перспективам спроса на реализуемую продукцию.

С точки зрения маркетинга у СЖТ как товарной продукции имеются и другие важные преимущества в конкуренции на инновационном и энергетическом рынках – это возможность его использования для различных видов транспорта. В отличие от электроэнергии жидкое топливо можно накапливать, хранить, осуществлять перевозки и т.д. Кроме того, работа когенерационных комплексов как дизельгене-

раторов сопряжена с сезонными и суточными колебаниями и в потреблении, и в производстве энергии, что может негативно сказываться на выполнении условий его поставки сторонним потребителям.

Инвестиционная активность иностранного и внутреннего частного капитала низка, следовательно, разрешение проблемы сохранения и использования вскрытых промышленных запасов угля требует других подходов и механизмов, которые бы сочетали в себе государственные функции управления и экономические механизмы либерального рынка, свободного от монополизма и коррупции, а также активного участия в их решении трудовых коллективов и бизнеса. Одним из таких механизмов является кластеризация. При этом сохранится возможность передачи наиболее инновационно привлекательных шахт в концессию, что позволяет предпринимателю (государству) избежать затрат на закладку новых шахт, на вскрытие запасов и создание сопутствующей производственной инфраструктуры. Это может быть весьма убедительным аргументом для инвесторов с точки зрения снижения вложений первоначального капитала и сокращения сроков его возврата. При этом в условиях концессионного договора следует предусмотреть расчеты за пользование месторождением и инженерной инфраструктурой в виде доли продуктов его обогащения, что будет дополнительным стимулом для наращивания темпов роста добычи угля и обеспечения потребности в угле базовых секторов экономики Украины.

Дополнительными источниками инвестиций, необходимых для диверсификации национального угольного производства, могут стать также поступления в бюджет от дифференциальной горной ренты, доход от реализации попутных продуктов конверсии угля в синтетическое топливо (термококк, углеродные сорбенты, пар и др.), а также от вовлечения в хозяйственный оборот вторичных ресурсов угольного производства (геотермальная энергия, метан и др.).

Потенциально существует и ряд других возможных объектов сотрудничества – создание комплексов по производству жидкого и газообразного углеводородного топлива, промысловая разработка углегазовых месторождений и скоплений метана в земных пустотах Донбасса и др. Полученный таким образом энергетический ресурс имеет значительно большую удельную теплотворную способность, требует меньших затрат (особенно при сжижении газа) на транспортирование. Кроме того, внедрение этих технологий способно радикально изменить социальную и экологическую обстановку в Донбассе.

Предложенные механизмы стратегической диверсификации угольной отрасли соответствуют мировым тенденциям и нашли отражение в перспективных планах развития энергетики угледобывающих стран [13-15].

Разумеется, реформирование угольной отрасли таких масштабов требует изменений в государственной концепции национальной энергетической безопасности, опирающейся на импортные сырьевые источники, нуждается в крупных внешних инвестициях и улучшении состояния мировой экономики. Вместе с тем наличие в стране развитой сети научных учреждений дает возможность глубокой проработки конкурирующих вариантов пилотных проектов кластерных предприятий с привязкой их к реальным сырьевым источникам вскрытых промышленных запасов угля.

Литература

1. **Использование наномодификаторов в твердотопливной энергетике** / Н.Н. Ефимов, А.П. Севастьянов, А.С. Онищенко, А.В. Рыжков. URL: <http://www.abercade.ru/research/analysis/2256.html>.
2. **Фортов В.Е., Попель О.С.** возобновляемые источники энергии в мире и в России. *Теплоэнергетика*. 2014. № 6. С. 17-28. 3. **Осипов А.М., Бойко З.В., Кузнецова Л.В., Барна Т.В.** Прямое ожижение бурого угля Днепровского бассейна. *Уголь Украины*. 1996. № 9. С.20-22. 4. **Лавренченко Г.К.** Актуальные проблемы производства и использования диоксида углерода. *Технические газы*. 2009. №4. С. 3. URL: <http://www.nbu.gov.ua/Portal/natural/TG/2009,4/2009,4/2-16.pdf>. 5. **Горная** энциклопедия: в 5-ти т. Москва: Сов. энциклопедия. Т. 2: Геосферы-Кеная. 1986. С. 141-142. 6. **Капица** оказался прав: революции в альтернативной энергетике ждать без толку // Федеральное агентство новостей. URL: <https://riafan.ru/883559>. 7. **Крейнин Е.В.** Нетрадиционные термические технологии добычи трудноизвлекаемых топлив: уголь, углеводородное сырье. Москва: ООО «ИРЦ «Газпром», 2004. 302 с. 8. **Булат А.Ф., Чемерис И.Ф.** Научно-технические основы создания шахтных когенерационных энергетических комплексов. Киев: думка, 2006. 176 с. 9. **Гусак С.И., Иванчишин С.Я., Коваленко В.В.** Рациональное использование тепловой энергии глубоких шахт. *Уголь Украины*. 2004. № 5. С. 16-18. 10. **Белодед В.Д., Тарасенко П.В.** Газификация – перспективный путь использования твердого топлива. *Энерготехнологии и ресурсосбережение*. 2011. № 3. С. 16-20. 11. **Пятниченко А.И., Крутневич Т.К.** Производство биометана из биогаза. *Энерготехнологии и ресурсосбережение*. 2009. № 4. С. 109-112. 12. Стариков А.П. Новые решения в технологии добычи, переработки и использования угля. *Уголь*. 2010. № 7. С. 31-33. 13. **Крапчин И.П., Кузьмина Т.И.** Технические возможности и экономическая эффективность расширения сфер и направлений использования углей в обозримой перспективе. *Уголь*. 2011. № 6. С. 14-18. 14. **Красноярский Г.Л.** Формирование энергоугольных кластеров – инновационный этап технологической реструктуризации уголь-

ной промышленности Российской Федерации. *Уголь*. 2011. № 4. С. 42-46. 15. **Майдуков Г.Л., Петенко А.В., Майдукова С.С.** Метан угольных месторождений Донбасса. Состояние и перспективы. *Економічний вісник Донбасу*. 2007. № 3 (9). С. 4-13. 16. **Майдуков Г.Л.** Комплексное использование угольных месторождений Донбасса как основа экологической безопасности и энергосбережения в регионе. *Економічний вісник Донбасу*. 2007. № 4 (10). 17. **Майдуков Г.Л.** Особенности оценки угольных шахт как объектов инвестиций. *Економічний вісник Донбасу*. 2014. № 3 (45). С. 11-19. 18. **Леванковський І.А.** Инновационные технологии добычи, переработки и использования угля. *Уголь*. 2011. № 4. С. 46-48.

Майдуков Г. Л. Резерви вугільного виробництва у світовій енергетиці

Розглянуто, зіставлено і узагальнено сучасні уявлення про роль і можливості раціонального використання природного палива з відновлюваними нетрадиційними його аналогами на досягнутому науково-технічному рівні земної цивілізації в контексті їх екологічної складової в навколишньому природному середовищі. Позначено резервні ресурси вугільного виробництва як додаткового резерву у світовій енергетиці.

Ключові слова: вугілля, відновлювані джерела енергії, синтетичне паливо, інновації.

Майдуков Г. Л. Резервы угольного производства в мировой энергетике

Рассмотрены, сопоставлены и обобщены современные представления о роли и возможностях рационального использования природного топлива с возобновляемыми нетрадиционными его аналогами на достигнутом научно-техническом уровне земной цивилизации в контексте их экологической составляющей в окружающей природной среде. Обозначены резервные ресурсы угольного производства в качестве дополнительного резерва в мировой энергетике.

Ключевые слова: уголь, возобновляемые источники энергии, синтетическое топливо, инновации.

Majdukov G. Reserves of coal production in the world energy sector

Modern concepts of the role and possibilities of rational use of natural fuels with renewable non-traditional analogues at the scientific and technical level of terrestrial civilization in the context of their ecological component in the surrounding natural environment are considered, compared and generalized. The reserve resources of coal production are indicated as an additional reserve in the world energy sector.

Keywords: coal, renewable sources of energy, synthetic fuel, innovation.

Стаття надійшла до редакції 07.05.2018

Прийнято до друку 11.09.2018