УДК 33с5.04

Регион: экономика и социология, 2016, № 4 (92), с. 249–266

Н.М. Журавель

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ

Только после того, как будет срублено последнее дерево,
Только после того, как будет поймана последняя рыба,
Только после того, как будет отравлена последняя река,
Вы наконец осознаете, что деньги несъедобны.

Индийское пророчество[1]

В статье представлены технологические достижения сибирской науки, позволяющие создать экологически чистое промышленное производство. С позиций комплексной переработки на примере углеродосодержащего сырья рассматриваются плазменные технологии, относящиеся к наилучшим доступным технологиям (НДТ) в энергетике. Сегодня требование применять НДТ становится главным элементом нового, уже принятого природоохранного законодательства. В статье показаны экологические и экономические преимущества совместного извлечения ценных составляющих поликомпонентного сырья, обеспечивающие повышение эколого-экономической эффективности НДТ. Изложена авторская точка зрения на назревшие изменения в инвестиционном проектировании и финансовой отчетности предприятий в связи с принятием нового законодательства. Изменения необходимы для отражения эколого-экономического ущерба, предотвращаемого благодаря НДТ. Предложены методологические подходы и схема проведения расчетов для эколо-

[1] Цит. по: [4].

гизации показателей эффективности инвестиционных проектов по реализации НДТ. Представлены результаты оценки эффективности предлагаемых нововведений на примере возможностей реализации энергетических плазменных технологий при модернизации Гусиноозерской ГРЭС. Оценен потенциал сокращения ущерба окружающей среде с помощью НДТ как дополнительного источника природоохранных инвестиций. Даны рекомендации организационного характера по ускорению реализации НДТ в промышленном производстве.

Ключевые слова: комплексность, сибирская наука, наилучшая доступная технология, эколого-экономическая эффективность, ущерб

Институты Сибирского отделения Российской академии наук широко используют результаты успешных фундаментальных исследований на стыке наук [2; 7], в частности при изучении возможностей комплексного использования ископаемого (минерального) сырья. Комплексность становится, на наш взгляд, наиболее актуальным направлением в решении экономических и экологических задач технологического развития промышленного производства Сибири. Технологии комплексной переработки сырья, созданные учеными СО РАН, демонстрируют высокую эколого-экономическую эффективность и на экспериментальном уровне, и в промышленном производстве.

Мировая энергетика в перспективе (до 2100 г.) ориентирована на использование органического топлива, главным образом твердых топлив, доля которых в выработке электрической энергии сегодня составляет 40%, а в выработке тепловой – 24%. Создание технологий их эффективного и экологически чистого использования является приоритетной задачей в энергетике.

В работе [5] обобщены результаты многолетних исследований плазменных ресурсосберегающих и энергосберегающих технологий комплексной переработки твердых топлив. Применение этих технологий для получения целевых продуктов (синтез-газа, водорода, технического углерода, ценных компонентов минеральной массы углей) соответствует современным эколого-экономическим требованиям, предъявляемым к базовым отраслям промышленности. С экологической точки зрения плазменная комплексная переработка углей для по-

лучения синтез-газа из органической массы угля (ОМУ) и ценных компонентов из минеральной массы угля (ММУ) наиболее перспективна. Ее сущность состоит в нагревании угольной пыли электродуговой плазмой, являющейся окислителем, до температуры полной газификации, при которой ОМУ превращается в экологически чистое топливо – синтез-газ, свободный от частиц золы, оксидов азота и серы. Одновременно происходят восстановление оксидов ММУ углеродом коксового остатка и образование ценных компонентов: технического кремния, ферросилиция, алюминия и карбосилиция, а также микроэлементов редких металлов (уран, молибден, ванадий и др.). Обезуглероженная минеральная масса может быть использована для производства огнеупорных и абразивостойких материалов, минерального волокна, каменного литья и силикатной глыбы.

Более того, авторами работы [5] проведены эксперименты по плазменному пиролизу (крекингу) пропанобутановой газовой смеси. Результаты экспериментов подтвердили возможность получения водорода и конденсированного углерода, содержащего наноструктуры в виде колоссальных углеродных нанотрубок. На основании полученных результатов разработано техническое решение по созданию пилотной установки мощностью 1 МВт и производительностью по исходному природному газу 330 куб. нм/ч для осуществления плазменного крекинга углеводородных газов. Ожидаемый выход целевых продуктов составит 74% технического углерода (171 кг/ч) и 25% водорода (58 кг/ч).

Полученные результаты согласуются с данными, представленными в работах [11; 12]. В работе [11] описан процесс формирования так называемых колоссальных углеродных трубок (colossal carbon tubes, CCT), которые превышают размеры уже ставших привычными углеродных нанотрубок в тысячи раз, что и позволило назвать их «колоссальными», а авторам работы [12] – «гигантскими». Как и следовало ожидать, полые трубки из легкого углерода, да еще и с полыми стенками, оказались невероятно легкими, а прочность на растяжение у них очень высокая. В итоге колоссальные углеродные трубки прочнее кевларового волокна в 30 раз, а основного текстильного материала, хлопка, – более чем в 200 раз. Колоссальные трубки также отличаются

хорошей электропроводностью, которая растет с увеличением температуры, что означает полупроводниковый тип проводимости.

Процессы плазмохимической переработки топлив характеризуются крайне малой концентрацией вредных выбросов оксидов азота и серы (не более 20 мг/куб. м), что на порядок меньше, чем при традиционном использовании топлив. Эколого-экономическую эффективность плазменных технологий комплексной переработки твердых топлив по сравнению с традиционными химическими и электротермическими технологиями производства перечисленных побочных продуктов обосновывают следующие основные преимущества:

- отсутствие затрат на сырье, поскольку все побочные продукты получаются из ММУ (до 60–70% себестоимости химического производства);
- сокращение в разы затрат на все виды энергии, доля которых составляет до 50% в себестоимости электротермических производств (например, для металлического кальция в 2–12 раз, для технического кремния в 2 раза, для алюминия в 3 раза и т.д.). Снижение затрат на энергию частично связано с тем, что в процессе газификации угля зола поступает уже нагретой до 1200–1400°С, все тепловые затраты до этого уровня температур могут быть отнесены на синтез-газ и только плазменный догрев до температур восстановления металлов будет определять расход энергии на получение металлопродуктов плазменной переработки золы;
- сокращение трудовых и капитальных затрат (в 5–10 раз по экспертной оценке специалистов из Новосибирского государственного технического университета, Института теплофизики СО РАН и НПО «Тулачермет» [8–10]) в связи с компактностью плазменных установок и заменой многооперационных химических процессов двух-трехоперационными (плазменный процесс, плюс селективная конденсация, плюс очистка продукта);
- снижение условно-постоянных расходов на единицу продукта, связанное со значительной интенсивностью плазменных процессов и высокой производительностью оборудования;

- снижение ущерба окружающей среде и уменьшение платы за вредные выбросы как самой золы, так и тех токсичных продуктов, которые улавливаются в процессе ее плазменной переработки, что является главным эффектом безотходности плазменной технологии.

Влияние учета ущерба, предотвращаемого за счет реализации наилучших доступных технологий (НДТ), оценивалось по коммерческой эффективности инвестиционных проектов модернизации оборудования на примере Гусиноозерской ГРЭС (ГО ГРЭС). В основе модернизации использование двух технологий: плазменной алло-автотермической газификации угля (ААГ) и комбинирования ААГ с абсорбционным тепловым насосом (КОМБИ) [10]. Эти технологии наряду с технологией ПГУ (парогазовой внутрицикловой газификации угля) входят в число НДТ, применяемых в угольной энергетике. Инвестиционные проекты по реализации НДТ являются проектами производственного и природоохранного назначения, поэтому усложняется задача учета в денежном эквиваленте предотвращенного ущерба. Поскольку предполагается поэтапный перевод предприятий-загрязнителей на более чистые технологии, постольку чем дальше по времени от текущего момента будет этап внедрения новой технологии, тем более строгими будут технологические нормативы и, соответственно, тем ниже будет уровень негативного воздействия загрязнителя на окружающую среду. Очевидно, что данный процесс затрагивает долгосрочную перспективу, когда к предприятиям, оказывающим умеренное и значительное негативное воздействие на окружающую среду, начнут применять 100%-й коэффициент увеличения платы за выбросы загрязняющих веществ, превышающие установленную норму [6].

Из сказанного следует, что по крайней мере на первом этапе перехода на НДТ загрязнение от использования вновь введенной технологии будет ненулевым и необходим также учет ущерба от данного загрязнения – собственного ущерба НДТ ($У_{НДТ}$). Предотвращенным же ущербом ($У_{пред}$) будет разница между оценками негативного воздействия старой и новой технологий. В основу расчета стоимости ущерба $У_{НДТ}$ и $У_{пред}$ может быть положена методика определения

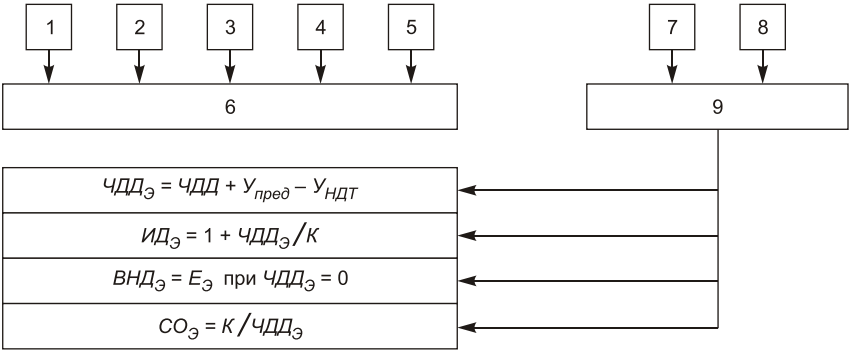

Схема проведения расчетов для экологизации показателей эффективности инвестиционных проектов по реализации НДТ

предотвращенного экологического ущерба[2]. Предлагаемая последовательность расчетов экологизированных показателей эколого-экономической эффективности проектов по инвестированию НДТ с учетом предотвращенного ущерба приведена на рисунке. Здесь 1 – выбор ставки дисконтирования E и количества временных периодов T; 2 – расчет дисконтированных капитальных вложений K в t-м периоде; 3 – расчет эксплуатационных затрат без учета амортизации C в t-м периоде; 4 – расчет выручки B в t-м периоде; 5 – расчет прибыли $П$ в t-м периоде как элемента денежного потока по формуле $П_t = (B - C) - (B - C - З)\ D - K + И$, где D – налоговая ставка, $З$ – расходы, на которые распространяются налоговые льготы, $И$ – различные компенсационные выплаты; 6 – расчет коммерческой эффективности инвестиционных проектов реализации НДТ[3]: чистого дисконтированного дохода $ЧДД = \sum_t П_t / (1+E)^t$, индекса доходности капитальных вложений $ИД = 1 + ЧДД / K$, внутренней нормы доходности $ВНД = E_0$ при решении уравнения $ЧДД = 0$, срока окупаемости $СО = K / ЧДД$;

[2] См.: *Методика* определения предотвращенного экологического ущерба / Госкомитет по охране окружающей среды. – М.: Экономика, 1999.

[3] См.: *Методические* рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. – М.: Экономика, 2011.

7 – расчет собственного ущерба НДТ ($У_{НДТ}$); 8 – расчет ущерба, предотвращаемого в результате применения НДТ ($У_{пред}$); 9 – расчет экологизированных показателей эффективности инвестиционных проектов, осуществляемый по приведенным в схеме формулам.

Рассмотрим вопрос отражения $У_{НДТ}$ и $У_{пред}$ в финансовой отчетности предприятия. Учет собственного ущерба НДТ затруднений не вызывает, так как он представляет собой «долг» предприятия за использование ассимиляционного потенциала окружающей среды и может быть отражен в пассиве бухгалтерского баланса как долгосрочное обязательство. Величину прибыли следует уменьшить на величину данного обязательства, так как компания получила эту дополнительную величину «бесплатно» извне. В связи с переносом рассматриваемой суммы собственного ущерба НДТ из раздела III «Собственный капитал» в раздел IV «Долгосрочные обязательства» рекомендуется выделить дополнительную статью «Экологические обязательства». Название статьи «Нераспределенная прибыль» раздела III предлагается оставить прежним, подразумевая экологически откорректированную нераспределенную прибыль.

Учет ущерба, предотвращенного за счет НДТ, в финансовой отчетности компаний требует точной интерпретации. Воздействие предприятия на окружающую среду имеет и обратный эффект. Загрязненная окружающая среда ухудшает показатели работы предприятия через снижение производительности труда и сокращение использования основных фондов, загрязнение используемых материальных запасов и т.д. Таким образом, предотвращая ущерб посредством отказа от устаревшей технологии, организация приостанавливает не только рост «долга» окружающей среде, но и ухудшение параметров своей деятельности.

Еще одна составляющая эффективности предотвращенного ущерба связана с улучшением репутации компании у контрагентов за счет производства экологически чистой продукции. Это связано с ростом экологического сознания в среде бизнеса и потребителей и особенно важно для тех компаний, которые экспортируют свою продукцию. Экспортер-загрязнитель сталкивается с более жесткой конкуренцией, если не модернизирует производство и управление своей

деятельностью в соответствии с экологическими требованиями. Предотвращая ущерб, компания имеет больше шансов улучшить свою репутацию, повысить конкурентоспособность и, как следствие, увеличить доходы. По этой причине предотвращенный ущерб можно рассматривать как собственный невещественный капитал, приносящий дополнительный доход. В связи с этим рекомендуется в части III пассива выделить статью «Экологический капитал», а в активе выделить статью «Экологическая репутация».

Таким образом, предотвращенный ущерб в стоимостном выражении представляет собой сумму трех элементов: уменьшения потенциальной задолженности перед природой, снижения дополнительных затрат, вызванных негативным воздействием загрязненной среды на само предприятие, и увеличения нематериального капитала, ведущего к получению дополнительного дохода в будущем.

При оценке эффективности плазменных технологий в модернизации Гусиноозерской ГРЭС применение каждой из наилучших доступных технологий рассматривается как отдельный инвестиционный проект. Проект анализируется для пессимистического, наиболее вероятного и оптимистического вариантов по соответствующим прогнозным значениям закупочных цен на топливо, а также отпускных цен на электроэнергию и тепло[4]. Таким образом, оцениваются показатели коммерческой эффективности трех вариантов каждого проекта: модернизации на основе технологий ААГ, ПГУ и КОМБИ. Для дисконтирования денежных потоков по инвестиционным проектам в электроэнергетике, как правило, используется ставка 10%, что сделано и в наших расчетах. Срок реализации каждого из проектов определен в 5 лет, а в качестве налоговой ставки взята основная ставка налога на прибыль в размере 20%.

Сводные результаты расчетов (табл. 1) свидетельствуют о том, что учет предотвращенного эколого-экономического ущерба в инвестиционных проектах резко увеличивает чистый дисконтированный доход по всем технологиям в любом из трех вариантов. Причем в отличие от первоначальных экологизированные величины ЧДД не со-

[4] См.: *Энергетическая* стратегия России на период до 2030 года. – URL: http://www.energystrategy.ru/projects/es-2030.htm .

Таблица 1

Показатели коммерческой эффективности проектов без учета и с учетом предотвращенного ущерба

Технология	Показатель	Пессимистический вариант		Наиболее вероятный вариант		Оптимистический вариант	
		Без учета предотв. ущерба	С учетом предотв. ущерба	Без учета предотв. ущерба	С учетом предотв. ущерба	Без учета предотв. ущерба	С учетом предотв. ущерба
ААГ	ЧДД, млн руб.	–474,98	5020,20	–90,71	5404,48	648,51	6143,69
	ИД	0,14	10,09	×	11,87	2,44	14,68
	ВНД, %	×	×	×	Максимум	103,09	Максимум
	СО, лет	×	0,11	×	0,09	0,69	0,07
ПГУ	ЧДД, млн руб.	–560,01	5787,47	–11,59	6335,89	513,94	6861,42
	ИД	0,39	7,30	0,99	8,99	1,78	11,35
	ВНД, %	×	546,04	9,14	1893,27	56,42	Максимум
	СО, лет	×	0,16	×	0,13	1,29	0,10
КОМБИ	ЧДД, млн руб.	5,99	80,42	18,71	93,14	31,06	105,49
	ИД	2,46	7,12	2,54	8,68	4,42	12,62
	ВНД, %	33,44	318,36	89,19	495,69	207,06	1768,29
	СО, лет	2,19	0,16	0,65	0,13	0,29	0,09

Примечание: символ «×» означает неприемлемое значение показателя; тоном выделены технологии с наилучшими показателями в каждом варианте.

держат нулевого значения ни в одном из случаев. Таким образом, риски неудачной реализации проектов существенно снижаются. Включение предотвращенного эколого-экономического ущерба в оценку коммерческой эффективности инвестиционных проектов по модернизации энергоблоков Гусиноозерской ГРЭС существенно улучшает все

показатели эффективности, особенно внутреннюю норму доходности. При этом проекты по внедрению таких технологий, как ААГ и ПГУ, изначально неэффективные в двух вариантах из трех, становятся выгодными для их осуществления во всех случаях. Следовательно, коммерческая привлекательность всех проектов резко возрастает.

При сравнении проектов внедрения технологий по их коммерческой привлекательности в случае, когда предотвращенный эколого-экономический ущерб не учитывается, почти во всех вариантах и по всем показателям наиболее выгодным оказывается проект модернизации генерирующих мощностей по технологии КОМБИ. Только при оптимистичных условиях по чистому дисконтированному доходу оказывается лучшей технология ААГ.

По финансовым показателям проектов с учетом ущерба, предотвращенного за счет реализации НДТ, складывается другая картина. По большей части индикаторов коммерческой эффективности наиболее привлекательным оказывается проект внедрения технологии ААГ. Из общей картины выбиваются внутренняя норма доходности (пессимистический вариант) и чистый дисконтированный доход (наиболее вероятный и оптимистический варианты), имеющие наилучшие значения для технологии ПГУ. Изучая изменение ЧДД по годам реализации проектов (профили ЧДД), можно оценить улучшение срока возврата инвестиций, который в отличие от срока окупаемости отражает возврат не только первоначальных капиталовложений, но и эксплуатационных затрат. Так, по наиболее вероятному варианту возврат всех затрат по рассматриваемым технологиям с учетом предотвращаемого ущерба становится возможным менее чем за год вместо 6 лет для ААГ, 5,1 года для ПГУ и 2,3 года для КОМБИ без его учета.

Для полной оценки и сравнения эффективности проектов по внедрению НДТ были проведены дополнительные расчеты. Для каждого из проектов по всем вариантам рассчитаны инвестиции и себестоимость переработки угля (без учета топливной составляющей) на рубль предотвращаемого ущерба (результаты представлены в табл. 2.) Во всех случаях по каждому эколого-экономическому показателю выигрывает технология КОМБИ, что в совокупности с результатами оценки финансовых показателей инвестиционных проектов позволяет из

Таблица 2

Эколого-экономические показатели НДТ для условий Гусиноозерской ГРЭС

Технология	Ущерб, руб./тут	Сокращение ущерба по сравнению с ТЭЦ на угле (ГО ГРЭС), руб./тут	Удельные инвестиции, руб./тут	Себестоимость переработки (без стоимости угля), руб./тут	Отношение удельных инвестиций к ущербу, руб./1 руб.	Отношение себестоимости переработки к ущербу, руб./1 руб.
Оптимистический вариант						
ПГУ	858,767	8125,775	309,550	267,954	0,038	0,033
ААГ	131,015	8853,527	518,591	369,396	0,059	0,042
КОМБИ	131,015	8853,527	144,297	87,164	0,016	0,010
Наиболее вероятный вариант						
ПГУ	858,767	8125,775	370,170	335,990	0,046	0,041
ААГ	131,015	8853,527	574,439	447,584	0,065	0,051
КОМБИ	131,015	8853,527	192,809	118,141	0,022	0,013
Пессимистический вариант						
ПГУ	858,767	8125,775	428,855	399,513	0,053	0,049
ААГ	131,015	8853,527	638,265	535,345	0,072	0,060
КОМБИ	131,015	8853,527	208,885	131,669	0,024	0,015

Примечание: ущерб по технологии прямого сжигания угля на ГО ГРЭС во всех вариантах составляет 8984,542 руб./тут.

трех рассматриваемых вариантов модернизации Гусиноозерской ГРЭС на основе НДТ считать наиболее выгодным вариант с КОМБИ.

Если оценивать плазменные технологии по показателям инвестиционных и эксплутационных затрат на предотвращаемый ущерб (две последние графы табл. 2) по сравнению с ущербом, который наносит ГО ГРЭС природоохранной зоне оз. Байкал, сжигая уголь в традиционных котлах, то получаем следующие результаты. Для ААГ показатель инвестиционных затрат может составлять с наибольшей вероят-

ностью 65 руб. на 1000 руб. предотвращенного ущерба, изменяясь в диапазоне от 59 до 72 руб. на 1000 руб. предотвращенного ущерба. Для КОМБИ он варьирует от 16 до 24 руб. на 1000 руб. предотвращенного ущерба при наиболее вероятном значении 22 руб. Следовательно, для предотвращения экологического ущерба на 1 млн руб. достаточно на плазменные технологии израсходовать 22–65 тыс. руб. Для показателя эксплуатационных затрат картина аналогичная.

На основе полученных результатов можно сделать вывод: модернизация производств экологически «грязных» отраслей на основе НДТ и учет предотвращаемого тем самым эколого-экономического ущерба выгодны не только обществу в целом, но и самим предприятиям-загрязнителям. Это путь к изменению сознания у производителей в направлении более бережного отношения к природным ресурсам и ассимиляционному потенциалу окружающей среды, что приближает эколого-экономическую систему в целом к траектории устойчивого развития.

Сокращение ущерба можно рассматривать как источник дополнительных инвестиций, что позволяет оценить вклад этого источника в финансирование экологизированного развития угольной энергетики Сибири. Для Сибири и Дальнего Востока сокращение ущерба оценивается по второму этапу (2016–2022 гг.) *базового сценария* Энергетической стратегии России до 2030 г. в размере 69,0–82,6 млрд руб., по третьему, заключительному, этапу – в 179,1–223,7 млрд руб. [1]. Использование НДТ на втором этапе за счет сокращения ущерба как минимум дважды компенсирует инвестиции в основной капитал, направленные в 2013 г. на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов всей России при добыче полезных ископаемых всех видов, – 27,3 млрд руб.[5] Начиная с 2023 г. могут быть компенсированы все экологические инвестиции РФ, осуществленные в 2013 г., – 124,5 млрд руб.[6]

Общее сокращение ущерба в *экологическом сценарии* Энергетической стратегии России до 2030 г. (по сумме для трех периодов реа-

[5] См.: *Охрана* окружающей среды в России: Стат. сб. / Росстат. – М., 2014.

[6] Там же.

лизации стратегии при сравнении вариантов с НДТ и без НДТ) составило 263,9–380,6 млрд руб. Это равнозначно 0,7% инвестиций, закладываемых в развитие всего топливно-энергетического комплекса страны до 2030 г. (46690 млрд руб.), или 13% инвестиций в развитие угольной промышленности. По стоимости строительства установок НДТ упомянутая выше общая величина сокращения ущерба по экологическому сценарию эквивалентна ориентировочно 13–16 ПГУ на газе или семи ПГУ на угле, а также это сокращение равносильно стоимости трех-пяти инвестиционных проектов по газификации угля.

Поскольку угольная промышленность является главенствующей для Кузбасса, то проблематика комплексной переработки угля становится базовой при организации комплексных интеграционных проектов в Федеральном исследовательском центре угля и углехимии (ФИЦ УУХ) СО РАН. По мнению председателя СО РАН академика А.Л. Асеева, в ближайшие годы необходимо продолжить разработку научных основ технологий комплексной переработки углей, которые позволят получать из них востребованные продукты с высокой добавленной стоимостью: сорбенты, наполнители композиционных материалов, гуминовые удобрения, исходные компоненты для фармакологии при синтезе веществ. Эти направления СО РАН определил как важнейшие в фундаментальных исследованиях.

* * *

2017 год в России назван Годом экологии. Широкому применению в отечественном производстве достижений науки экологической направленности призван способствовать Федеральный закон от 21 июля 2014 г. «О внесении изменений в Федеральный закон “Об охране окружающей среды” и отдельные законодательные акты Российской Федерации». Закон устанавливает правовые основы и формирует стимулы для модернизации производства, для снижения загрязнения окружающей среды, для энергосбережения и ресурсосбережения на основе внедрения наилучших доступных технологий. Критериями отнесения технологических процессов к НДТ служат: наименьший уровень негативного воздействия на окружающую сре-

ду; экономическая эффективность внедрения и эксплуатации; применение ресурсосберегающих и энергосберегающих методов; промышленное внедрение на двух и более объектах в России, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду [3]. Важными документами для реализации принципов НДТ в преобразовании отечественного производства являются отраслевые справочники по НДТ, которые разрабатываются в качестве документов национальной системы стандартизации. До 2018 г. будет разработано 47 таких справочников, из них 12 в 2016 г. и 25 в 2017 г.

Приведенные выше результаты анализа экономических и экологических преимуществ комплексной переработки сырья наглядно показывают, что комплексная переработка сырья является важнейшим фактором эффективности НДТ. С целью скорейшей замены экологически вредных технологий на безотходные комплексные с помощью измерения экологизированных показателей внутренней эффективности отдельной технологии и соизмерения по эффективности между собой разных НДТ предлагаем следующее.

Во-первых, ввести в справочниках по НДТ понятие «категория технологий по степени использования исходного сырья». Технологиям, с помощью которых перерабатывается почти все сырье, присваивается первая категория, технологиям, перерабатывающим до 76% сырья, – вторая, перерабатывающим от 75 до 50% – третья, от 49 до 25% – четвертая. К пятой категории относятся все остальные.

Во-вторых, использовать материальные и моральные стимулы поощрения объектов и субъектов промышленного производства в привязке к названной классификации категорий НДТ: за разработку и применение технологий только первой и второй категорий – на вновь создаваемых производствах, за стимулирование замены технологий пятой категории на те, которые комплексно используют сырье, – на действующих производствах. Виды поощрений могут быть самыми разнообразными. Наиболее эффективны, на наш взгляд, дотации из федеральных и региональных бюджетов на период разработки и освоения НДТ и весомое снижение налогов в период последующей эксплуатации

технологий. Весьма продуктивными могут оказаться и моральные стимулы: правительственные награды, присвоение высоких званий руководству и участникам разработок и внедрения НДТ и др.

Статья подготовлена по плану НИР ИЭОПП СО РАН в рамках приоритетного направления XI.172 (проект XI.172.1.1.5). Номер регистрации 0325-2014-0009 в ИСГЗ ФАНО

Список источников

1. *Журавель Н.М., Накорякова В.К.* Эколого-экономические последствия доминирования угля в энергетике Сибири // Регион: экономика и социология. – 2010. – № 4. – С. 275–292.

2. *Кин А.А.* Магистральный трубопровод «Сила Сибири»: основные положения крупномасштабного проекта // Регион: экономика и социология. – 2016. – № 2 (90). – С. 154–164.

3. *Кучкаров З.А., Максименко Ю.Л., Сокорнова Т.В.* Наилучшие доступные технологии: подготовка к внедрению // Экология производства. – 2015. – № 11. – С. 38–45.

4. *Левашов В.К.* Социально-политические риски устойчивого развития // Вестник РАН. – 2014. – № 2. – С. 143–152.

5. *Мессерле В.Е., Устименко А.Б.* Плазмохимические технологии переработки топлив // Известия вузов. Сер.: Химия и химическая технология. – 2012. – Т. 55, вып. 4. – С. 30–34.

6. *Нельзикова Е.А.* Требования к предприятию в зависимости от категории объекта // Экология производства. – 2015. – № 12. – С. 82–83.

7. *Фомин В.М., Молодин В.И., Ермиков В.Д.* Междисциплинарные исследования – главный тренд развития науки в России // Вестник РАН. – 2015. – № 11. – С. 993–1004.

8. *Фролов В.А., Ноздренко Г.В., Коркишко Г.С. и др.* Перспективы создания экологически чистых энерготехнологических комплексов в черной металлургии // Сталь. – 1990. – № 9. – С. 42–46.

9. *Frolov V.A., Puchov A.P., Tzeitlin M.A., Zhuravel N.M.* Metallurgical application of hydrogen-containing gases produced by the plasma coal gasification process at an environmentally clean thermal power station // Int. J. Hydrogen Energy. – 1993. – Vol. 18, No. 8. – P. 665–672.

10. *Эколого-экономическая* эффективность плазменных технологий переработки твердых топлив / Карпенко Е.И., Мессерле В.Е., Чурашев В.Н. и др. – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 2000. – 159 с.

11. *Huisheng Peng, Daoyong Chen, Jian-Yu Huang et al.* Strong and ductile colossal carbon tubes with walls of rectangular macropores // Phys. Rev. Lett. – 2008. – Vol. 101, Iss. 14. – 145501.

12. *Yong Tang, Lipeng Zhou, Jiaxi Li et al.* Giant nanotubes loaded with artificial peroxidase centers: Self-assembly of supramolecular amphiphiles as a tool to functionalize nanotubes // Angewandte Chemie International Edition. – 2010. – Vol. 49, Iss. 23. – P. 3920–3924.

Информация об авторе

Журавель Нинэль Михайловна (Россия, Новосибирск) – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Института экономики и организации промышленного производства СО РАН (630090, Новосибирск, просп. Акад. Лаврентьева, 17, e-mail: zhnela@mail.ru); доцент Новосибирского национального исследовательского государственного университета (630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2, e-mail: zhnela@mail.ru).

DOI: 10.15372/REG20160412

Region: Economics & Sociology, 2016, No. 4 (92), p. 249–266

N.M. Zhuravel

ASSESSING THE ECO-ECONOMIC EFFICIENCY OF TECHNOLOGIES FOR INTEGRATED PROCESSING OF RAW MATERIALS

The article presents the advanced technological achievements by Siberian scientists for the creation of environmentally friendly industrial production. Studying the field of complex processing and using the example of carbonaceous raw material, we consider plasma technologies as part of Best Available Techniques (BAT) in the energy sector. Today the requirement for BAT is becoming the main element of the new, already adopted nature conservation law. We show environmental and economic advantages of joint extraction of valuable components of multicomponent materials that improve the

eco-economic efficiency of BAT. We explain our point of view on overdue changes in the enterprise investment planning and financial reporting as related to the newly adopted legislation. Changes are necessary to display the eco-economic damage prevented by BAT. The article suggests methodological approaches and a settlement scheme to achieve the ecologically sound performance of investment projects for the implementation of BAT. We have evaluated the efficiency of proposed innovations based on the feasibility of energy plasma technologies in the Gusinoozersk SDPP modernization program. We assess a potential decrease of environmental damage with having BAT as an additional source of environmental investment and give organizational recommendations on how to accelerate the introduction of BAT in industrial production.

Keywords: integrity; Siberian science; best available technique; eco-economic efficiency; damage

The publication is prepared within the priority XI.172 (project XI.172.1.1.5) according to the research plan of the IEIE SB RAS

References

1. *Zhuravel, N.M.* & *V.K. Nakoryakova.* (2010). Ekologo-ekonomicheskie posledstviya dominirovaniya uglya v energetike Sibiri [Prevailing coal energy: ecological and economic consequences]. Region: ekonomika i sotsiologiya [Region: Economics and Sociology], 4, 275–292.

2. *Kin, A.A.* (2016). Magistralnyy truboprovod «Sila Sibiri»: osnovnye polozheniya krupnomasshtabnogo proekta [The Power of Siberia pipeline: fundamentals of the large-scale project]. Region: ekonomika i sotsiologiya [Region: Economics and Sociology], 2 (90), 154–164.

3. *Kuchkarov, Z.A., Yu.L. Maksimenko* & *T.V. Sokornova.* (2015). Nailuchshie dostupnye tekhnologii: podgotovka k vnedreniyu [Best available technologies: preparation for their introduction]. Ekologiya proizvodstva [Industrial Ecology], 11, 38–45.

4. *Levashov, V.K.* (2014). Sotsialno-politicheskie riski ustoychivogo razvitiya [Socio-political risks of sustainable development]. Vestnik RAN [Herald of the Russian Academy of Sciences], 2, 143–152.

5. *Messerle, V.E.* & *A.B. Ustimenko.* (2012). Plazmokhimicheskie tekhnologii pererabotki topliv [Plasma chemical technologies of fuel processing]. Izvestiya vuzov. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya [Proceedings of Higher Educational Institutions. Chemistry and Chemical Technology], Vol. 55, Iss. 4, 30–34.

6. *Nelzikova, E.A.* (2015). Trebovaniya k predpriyatiyu v zavisimosti ot kategorii obyekta [Requirements to industrial facilities depending on the object category]. Ekologiya proizvodstva [Industrial Ecology], 12, 82–83.

7. *Fomin, V.M., V.I. Molodin* & *V.D. Ermikov.* (2015). Mezhdistsiplinarnye issledovaniya – glavnyy trend razvitiya nauki v Rossii [Interdisciplinary research is the main trend of science development in Russia]. Vestnik RAN [Herald of the Russian Academy of Sciences], 11, 993–1004.

8. *Frolov, V.A., G.V. Nozdrenko, G.S. Korkishko et al.* (1990). Perspektivy sozdaniya ekologicheski chistykh energotekhnologicheskikh kompleksov v chernoy metallurgii [Prospects for clean energy technology systems in the steel industry]. Stal [Steel], 9, 42–46.

9. *Frolov, V.A., A.P. Puchov, M.A. Tzeitlin* & *N.M. Zhuravel.* (1993). Metallurgical application of hydrogen-containing gases produced by the plasma coal gasification process at an environmentally clean thermal power station. Int. J. Hydrogen Energy, Vol. 18, No. 8, 665–672.

10. *Karpenko, E.I., V.E. Messerle, V.N. Churashev et al.* (2000). Ekologo-ekonomicheskaya effektivnost plazmennykh tekhnologiy pererabotki tverdykh topliv [Environmental and Economic Efficiency of Plasma Technologies for Processing of Solid Fuels]. Novosibirsk, Nauka Publ., 159.

11. *Huisheng Peng, Daoyong Chen, Jian-Yu Huang et al.* (2008). Strong and ductile colossal carbon tubes with walls of rectangular macropores. Physical Review Letters, Vol. 101, Iss. 14, 145501.

12. *Yong Tang, Lipeng Zhou, Jiaxi Li et al.* (2010). Giant nanotubes loaded with artificial peroxidase centers: Self-assembly of supramolecular amphiphiles as a tool to functionalize nanotubes. Angewandte Chemie International Edition, Vol. 49, Iss. 23, 3920–3924.

Information about the author

Zhuravel, Ninel Mikhaylovna (Novosibirsk, Russia) – Candidate of Sciences (Economics), Senior Researcher at the Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (17, Ac. Lavrentiev av., Novosibirsk, 630090, Russia, e-mail: zhnela@mail.ru); Associate Professor at Novosibirsk National Research State University (2, Pirogov st., Novosibirsk, 630090, Russia).

Рукопись статьи поступила в редколлегию 29.08.2016 г.