© М.В. Шумейко, 2008

УДК 622.06

М.В. Шумейко

ГИДРОГЕНИЗАЦИЯ УГЛЯ

Систематизированы сведения по разработке технологических схем переработки угля в продукты топливного и химического назначения с применением метода гидрогенизации. Предложен новый подход к использованию термического растворения (рафинирующей гидрогенизации) для получения жидких продуктов из твердых горючих ископаемых: углей, горючих сланцев и др.

Гидрогенизация угля – превращение высокомолекулярных веществ органической массы угля (ОМУ) под давлением водорода в жидкие и газообразные продукты при 400-500 ^{o}C в присутствии различных веществ: органических растворителей, катализаторов и т.д.

В настоящее время цена на нефть резко повысилась, и проблема вовлечения твердого топлива, главным образом угля, в переработку для получения жидких продуктов-заменителей нефти, стала вновь актуальной. Для гидрогенизации применяют неокисленные бурые и малометаморфизованные каменные угли.

В связи с разразившимися в 70-80-х гг. в мире энергетическим кризисом в США, Германии, Японии, России, Австралии, Канаде, Китае, Великобритании было разработано в общей сложности около 60 технологических схем, в том числе 30 вариантов процессов с применением метода гидрогенизации для переработки угля в продукты топливного и химического назначения. В последние годы во многих странах мира продолжают проводиться научно-исследователь-кие и опытно-промышленные работы по совершенствованию технологий и улучшению показателей отдельных стадий разрабатываемых процессов переработки угля и метода в целом. Исследования гидрогенизации углей в настоящее время широко прово-дятся а Австралии, Афганистане, Болгарии, Великобритании, Германии, Испании, Индонезии, Колумбии, Китае, Монголии, Пакистане, США и Японии.

В настоящее время в Германии, Китае, США, Японии, России подготовлены к промышленной реализации новые процессы гидрогенизации угля в жидкие продукты.

Была подтверждена в опытно-промышленном масштабе возможность применения технологии NEDOL для глубокой переработки угля и начата разработка концепции промышлен-ного предприятия. Принято решение о разработке проекта и создании к 2011 г. демонстрационной установки производительностью 30 тыс. т угля в сутки в Индонезии, провинция Tanjung Enim (табл. 1).

Научно-исследовательский центр Takasago Coal Liquefication Center Kobel Still провел исследование по усовершенствованию технологии NEDOL-BCL переработки углей в жидкие продукты методом гидрогенизации.

Из практики ИГИ и МИТХТ им. М.В. Ломоносова по экстракционному разделению шламов, выполненных в 80-х годах, известно, что эта стадия является весьма сложной в аппаратурном оформ-

Результаты гидрогенизации углей в Индонезии и Австралии
(450 °C, 27,0 24,0 МПа, 60 *мин., катализатор* Fe_2O_3 [64]

Месторождение	W^2, %	A^2, %	H/C	O/C	Расход продуктов, масса, %		Расход H_2 масс, %
					масла	асфальтены	
Bamko	34,3	2,6	0,87	0,23	72,2	2,5	8,3
Adaro	25,0	1,4	0,84	0,21	63,5	10,9	7,3
Pasir	16,0	1,0	0,83	0,19	63,2	12,4	8,1
Berau	23,5	2,4	0,82	0,22	64,1	5,3	5,7
Cerentic	52,7	6,4	0,88	0,30	63,8	2,7	8,4
Yalbourn	65,0	1,6	0,85	0,31	56,4	10,0	7,8

лении, сопровождается потерями растворителя, требует применения газового теплоносителя, хотя и позволяет получать вторичный шлам с содержанием 70 % твердых веществ в порошкообразном виде, т.е. сводит к минимуму потери жидких продуктов.

В 2001 г. совместно индонезийскими (BPPT) и японскими (NEDO, BCL) организациями на основании полученных сведений и результатов экспериментальных исследований была разработана концепция сооружения на о. Суматра (угольное месторождение Branko) предприятия по переработке 30 тыс. угля/сутки для получения 140 тыс. баррелей/сутки жидких продуктов по стоимости 20,0 долл. США за баррель, (стоимость угля 15,22 долл. США за тонну). Намечено осуществить следующие этапы работ: испытание угля Branko на пилотной установке (0,1 т/сутки) в исследовательском центре в г. Таказадо (Япония); конструирование и сооружение начиная с 2010 г. опытного завода (300 т угля/сутки) в Индонезии; строительство к 2015 г. промышленного перерабатывающего предприятия.

Предполагалось использовать технологии процесса Advanced-BCL (Япония). Основным мотивом для разработки проблемы и сооружения промышленного предприятия является 40 %-я обеспеченность Индонезии собственными нефтепродуктами и наличие в стране больших запасов малозольных углей, пригодных для добычи высокопроизводительным открытым способом при сравнительно низкой стоимости – 15 долл. США за тонну.

Китай проводит широкомасштабные работы в области получения жидкого топлива из углей и, по-видимому, уже в 2010 г. будет первой страной в мире, осуществившей промышленное производство моторных топлив из углей. В Казахстане ведется строительство Приозерского экспериментального углехимического комплекса по переработке 65 тыс. тонн в год каражеринского угля в жидкое топливо и другие продукты топливного назначения. Разработка проекта осуществления НИИ новых химических технологий и материалов (г. Алматы), Институтом органического синтеза и углехимии (г. Караганда) и проектно-конструкторским институтом ДГП ГНПОПЭ «Казмеханобр». Комплекс рассчитан на получение 9 тыс. т бензина, 16 тыс. т низкосернистого дизельного топлива и 40 тыс. т угольных брикетов в год для отопления жилых домов.

В проекте для получения моторных топлив применен способ прямой гидрогенизации углей, который осуществляется при давлении водорода 4-5 МПа, темпера-

туре 400-420 °С и объемной скорости подачи сырья 1,0 $ч^{-1}$.

К прогрессивным технологическим решениям, характерным для технологии третьего поколения и предложенных разработчиками проекта, относится применение малодефицитных, дешевых катализаторов одноразового использования на основе природных рудных материалов и отходов металлургических производств на стадии сжижения угля, что позволит исключить из технологической схемы процесса стадию сжигания шлама и регенерации катализатора и тем самым улучшить экономические показатели производства.

Проведенная казахскими специалистами технико-экономическая оцен-ка проекта показывает, что при себестоимости 1 т каражеринского угля 1100 тэнге прибыль Приозерского экспериментального углехимического комплекса по получению жидкого топлива из угля составит 335,2 млн тэнге в год.

В России в 70-90 гг. интенсивно проводились исследования, опытные и проектно-конструкторские разработки, направленные на создание конкурентоспособного с переработкой нефти производства любых жидких топлив и химических продуктов из бурых и каменных углей, в основном открытой добычи, крупнейших в мире месторождений Канско-Агинс-кого, Кузнецкого и других угольных бассейнов. В этих работах участвовало много научно-исследовательских, проектно-конструкторских организаций и промышленных предприятий России. Были разработаны научные основы отечественной технологии производства жидкого топлива, гидрогенизации угля под давлением водорода (10,0 МПа, 423-433 °С, время реагирования на стадии ожижения 60 мин., эмульгированный Мо катализатор), которая прошла опробования в опытно-промышленном производстве на заводе СТ-5 (производительность – 10 т угля в сутки); концепция для сооружения в Канско-Агинском бассейне промышленного предприятия мощностью от 3 до 4,5 млн т. жидких продуктов в год. В ближайшее время сооружение предприятий по производству угля 3,0–5,0 млн т моторный топлив в год в одном угольном регионе вряд ли целесообразно в связи с трудностями обеспечения инвестициями на создание столь крупномасштабного производства. Более реальным представляется строительство установок мощностью от 200 до 500 тыс. т жидких продуктов в год.

По мере накопления сведений о технических решениях отдельных стадий производства осуществлялась их экономическая оценка и прогнозирование направлений совершенствования с использованием современных достижений в топливоперерабатывающей и химической промышленности. Эти работы возглавлялись и координировались следующими институтами: «Грозгипронефтехим», ГИАП, ВНИИ Нефтемаш, Тулапроект, Сибгипрошахт ВНИИНП и другими специализированными организациями на основе исходных данных исследований Института горючих ископаемых.

Главными задачами на этом этапе были оценка технологической осуществимости новых технологий, получение убедительных доказательств экономической целесообразности производства моторных топлив по новой технологии, прогнозирование путей накопления данных, необходимых для строительства промышленного углеперерабатывающего комплекса.

Эти задачи были успешно решены, в результате чего был спроектирован и построен опытный завод СТ-5, который

эксплуатировался в 1984-1991 гг. Опытно-промышленная установка СТ-75 была полностью спроектирована и укомплектована оборудованием, но ее строительство, начатое в 1987 г., осталось незавершенным.

Результаты работ на заводе СТ-5 полностью подтвердили результаты, полученные на пилотных установках института, а также использованные принципы моделирования. Это позволило возобновить работы по оценке возможностей новой технологии для создания промышленных производств.

В настоящее время единственно возможным путем реализации новой промышленной технологии ожижения углей является строительство головного предприятия мощностью, которая, с одной стороны, должна быть достаточной для полномасштабной отработки немоделируемых или трудномоделируемых элементов технологии, а с другой стороны - обеспечивать экономическую эффективность эксплуатации и прибыль предприятия в рыночных условиях. По ряду признаков наиболее отвечающей этим условиям является мощность модуля в 500 тыс. т жидких продуктов в год. По данным «Туланефтегаз, это мощность может быть обеспечена одной ниткой, укомплектованной оборудованием для процесса гидрогенизации угля, выпускаемым российскими машиностроительными заводами.

Дальнейшее увеличение мощности модуля до 2-3 млн т моторных топлив в год (мощность основного процесса гидрогенизации угля) будет осуществляться за счет строительства соответственно четырех и шести параллельных линий освоенной мощности. Дальнейшее увеличение мощности не приведет к пропорциональному увеличению стоимости оборудования и заметному ухудшению технико-экономических показателей производства.

Для максимального снижения объема капитальных вложений на строительство модуля снижено давление гидрогенизации бурого угля с 10 до 6 МПа, что привело также к снижению расхода электроэнергии на сжатие пасты и водорода. Для этого же максимально упрощена технологическая схема всего производства по сравнению с промышленным предприятием мощностью 3 млн т жидких продуктов в год, ТЭО которого было выполнено институтом «Грознефтехим» в 1991 г.

Сводный товарный баланс (табл. 2) разработан Тулаинжнефтегаз применительно к переработке бурых углей Канско-Агинского бассейна.

Технико-экономические показатели и относительное распределение капитальных затрат промышленного производства по модулю приведены в табл. 3.

Несмотря на изобилие нефти и в то же время недогруженности НПЗ, существуют практически все научно-технические и экономические предпосылки для создания головного промышленного модуля мощностью 500 тыс. т жидкого топлива в год по ценам не выше 150 долл. за тонну, что эквивалентно 24 долл/баррель.

Удельные капитальные вложения на 1 т жидкого топлива:

254 000 000 : 500 000 =

=50 в долл. США/т

Термическое растворение (рафинирующая гидрогенизация) является одним из способов получения жидких продуктов из твердых горючих ископаемых: углей, горючих сланцев и д.р.

Процесс осуществляют в присутствии дистиллатного и (или) остаточного пастообразователя при давлении 3-5 МПа, температуре 380-450 ^{o}C, с объемной скоростью подачи сырья от 1 до 6 ч (смесь ТГИ с пластообразователем 1:1,3-1,8). При переработке углей, содержащих

Таблица 2

Сводный товарный баланс модуля производительностью 500 тыс. т жидких продуктов в год

	В расчете на уголь, масс %		Тонн за год
	влажный	сухой	
взято			
1. Бурый уголь, влажность 33 %, в том числе сухой уголь	96,6 66,7	- 95,0	1584000 1061000
2.Отходы полимеров, пластмасс (ПРТМ)	3,4	5,0	56000
3. Аммоний молибденовокислый	-	-	74
Итого	100,0	100,0	1640 000
Получено			
1. Автомобильный бензин АИ-93 неэтилированный	8,2	13,3	135 000
2. Низкосернистое дизельное топливо (S ≤ 0, 05 %)	22,3	36,2	365 000
3. Сера элементная	0,04	0,1	700
4. Аммиак	0,2	0,4	4000
5. Шлак гидрогенизации	4,3	7,0	70700
6. На собственные нужды модуля: - топливный газ - аммиак	 28,3 0,05	 - -	 463 000 900
7. Газовые, жидкие и твердые отходы	36,4	-	595700
8. Потери	0,3	0,5	5000
Итого	100,0	100,0	1640 000

в своем составе небольшое количество водорода (около 5 % на органическую массу), в процесс дополнительно вводят водород в связанном виде: донора водорода (например, гидрюры, типа тетралина) и (или) газообразный водород.

Сущность метода термического растворения заключается в воздействии на ТГИ органических растворителей преимущественно углеводородного состава при высоких температурах (380-450 ^{o}C), вызывающих диполимеризацию, растворение и незначительный крекинг растворившейся органической массы ТГИ. Глубина растворения и крекинга зависит от природы растворяемого ТГИ, условий растворения, состава и свойств растворителя.

Установлено, что ТГИ сапропелитовой природы – богхеды, горючие сланцы растворяются намного быстрее и глубже, чем топлива гумусовой природы. Степень метаморфизма определяет растворимость сырья, в особенности для гумусовых, но также для сапропелитовых углей с повышением углефикации, а именно с переходом от торфа и балхашита к бурым углям и богхедам, от бурых углей к каменным с возрастающей обуглероженностью, вплоть до антрацита и графита, способность органической массы деполимеризоваться, переходить в раствор и подвергаться крекингу уменьшается, а при высоких степенях углефикации (например, у антрацита) почти совершенно исчезает.

При термическом растворении ТГИ наряду с газом образуется значительное количество жидкой фракции (т.е. легкие и средние фракции), тяжелый пекоподобный экстракт, нерастворившийся остаток и пирогенетическая вода.

Таблица 3

Относительное распределение капитальных затрат промышленного модуля по производствам

Наименование	Затраты, млн долл. США
Инженерная подготовка территории	15,5
Подготовка угля и пасты	13,1
Гидрогенизация угля	17.5
Гидрооблагораживание угольных дистиллатов	9,0
Производство топливного газа	5,6
Производство водорода из угля	7,8
Производство водорода из газа собственной выработки	15,3
Объекты подсобного и обслуживающего хозяйства	30,2
Объекты энергетического хозяйства без электростанций	9,0
Объекты транспорта и связи	7,6
Наружные сети, водоснабжение, канализация, тепло-и газоснабжение	5,0
Долевое участие в строительстве электростанции	70,5
Прочие затраты	47,9
Итого	254,0

Количество легких фракций типа бензина, образующихся при термическом растворении ТГИ, следует общей закономерности: чем моложе ТГИ и чем менее ароматизировано, тем выше процент бензинообразования. Кислород гумусовых и сапропелитовых углей при термическом растворении переходит в бензиновые и керосиновые фракции в виде фенолов и других кислородных соединений.

Основная причина повышенного образования жидких фракций из богхедов и горючих сланцев заключается в их элементарном составе, в частности, в содержании водорода, достигающего 9,5-10 % на органическую массу.

Вторая причина высоких выходов бензинокеросиновых фракций при относительно невысоких температурах процесса (400-440 ^{o}C), в отличие от более высоких температур, применяемых при термическом крекинге нефтепродуктов (480-500 ^{o}C), заключается в каталитическом влиянии некоторых составных частей золы сапропелитовых углей, в первую очередь, алюмосиликатов, пирита и других соединений железа.

В приложении к торфам и бурым углям термическое растворение есть метод подготовки их для гидрогенизации, позволяющий применять последнюю к таким объектам, которые до сих пор невозможно было подвергнуть гидрогенизации из-за очень высокого содержания органического балласта (кислорода).

Для торфа, запасы которого в России составляют около 160 млрд т сухого вещества, до настоящего времени не существовало промышленного метода его переработки в синтетическое жидкое топливо. Наиболее эффективный метод – гидрогенизация – не применим к торфу из-за высокого содержания в нем кислорода (порядка 35 %).

При термическом разложении торфа, как показали исследования, проведенное ИГИ, основная масса торфа обуглероживается, теряется около 2/3 кислорода в виде CO_2 и воды и превращается на 20 % в легкие бензино-

керосиновые фракции. Продукты термического растворения торфа (примерно 70 % от его органической массы), а именно подвергнуты гидрогенизации, в результате которой получается, считая на органическую массу исходного торфа: бензина автомобильного – 48,9 %, ценных фенолов -3,7 %. Из тонны с зольностью 5 % и влажностью 37 % может быть получено в результате растворения и гидрогенизации 280 кг бензина и 22 кг низких фенолов.

Основная причина, вынуждающая обязательное дополнение процесса термического растворения, молодых гумусовых углей (Б1) и торфа процессом гидрогенизации продуктов растворения заключается в низком содержании водорода в органической массе растворяемого гумусового угля (порядка 6 %) и торфа и необходимости его ввода извне. В противном случае взятый для процесса пастообразователь не удается полностью регенерировать, и процесс не замыкается на собственном пастообразователе. Вместе с тем тяжелый экстракт, получаемый в значительном количестве при термическом растворении без дальнейшей переработки его гидрогенизацией не может быть достаточно квалифицированно использован.

Еще одну группу ТГИ, пригодных для переработки их путем термического растворения, составляют гумусовые угли – бурые, типа блестящих (Б2, Б3), и молодые каменные угли, типа длиннопламенных и газовых. При этом выход бензиновых и керосиновых фракций невелик (до 7-10 % от органической массы угля), а остальное количество продуктов растворения составляет экстракт. Переработка последнего в моторные фракции возможна только путем гидрогенизации. Следовательно, применительно к бурым углям Б2 и Б3 и к каменным углям метод термического растворения с целью получения синтетического жидкого топлива должен комбинироваться с гидрогенизацией, причем преимущества такого сочетания по сравнению с непосредственной гидрогенизацией угля, без предварительного термического растворения, в настоящее время очевидны только для высокозольных, трудно обогащаемых углей.

В 90-е годы были разработаны две основные технологии термического растворения ТГИ. Один процесс был ориентирован на термическое растворение горючих сланцев, а второй – бурых и каменных углей.

Процесс термического растворения сланцев ориентирован на производство зольных (минерализованных) и беззольных высококипящих продуктов, обладающих свойствами вяжущих материалов, которые отвечают по большинству показателей требованиям ГОСТ 22245-91, и на их основе можно получать асфальтобетоны.

Другим вариантом термического растворения горючих сланцев является совместная переработка их с бурыми углями Канско-Агинского бассейна без использования специально вводимого жидкого водородно-донор-ного пастообразователя или газообразного водорода. Источником водорода, необходимого для сжижения угля, являются образующиеся при терморастворении горючего сланца жидкие продукты, т.е. в процессе принимает участие регенерированный пастообразователь.

При термическом крекинге нефтяного сырья со сланцами протекают с различной скоростью реакции термолиза и конденсации. Интенсификация химического превращения осуществляется по стадии подготовки сырья путем использования приемов изменения степени по-

лидисперсности и кинетической устойчивости реакционной системы.

Технология термического крекинга смеси нефтяного гудрона и сланцев включает следующие основные стадии:

- смешение нефтяного остатка (тяжелой нефти) с измельченным горючим сланцем для получения пасты;
- термокрекинг или термичес-кий гидрокрекинг пасты в полом реакторе;
- разделение продуктов реакции с выделением газа, бензиновой, дизельной фракций, вакуумного газойля и крекинг остатка.

Предлагаемый процесс обладает следующими важными преимуществами:

1. отсутствие специальной стадии и детализации тяжелого нефтяного сырья, так как содержащиеся в сырье асфальтены, никель и ванадий в процессе переработки осаждаются на минеральной части сланцев и, вместе с продуктами реакции, выводятся из реактора и трубопроводов;
2. осуществление процесса без специальных дорогостоящих катализаторов и водорода;
3. обессереривание жидких продуктов на 50-60 %;
4. возможность использования простого в техническом исполнении оборудования традиционного термического крекинга нефтяных остатков.

Все это позволяет существенно снизить капитальные и эксплуатационные затраты на переработку тяжелого нефтяного сырья в моторные дистиллатные фракции, что делает его конкурентоспособным со многими современными процессами деструктивной переработки нефтяных остатков. В зависимости от месторождения сланца и метода его активации возможно предпочтительное получение бензина, дизельного или котельного топлива. ГИАБ

Коротко об авторе

Шумейко М.В. – кандидат экономических наук, директор представительства в странах СНГ компании «Continental contitech.

Рецензент академик, д-р техн. наук, проф. *Ю.А. Чернегов.*

© М.В. Шумейко, 2008

УДК 622.74

М.В. Шумейко

НОВОЕ РЕШЕНИЕ В ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Выполнена оценка производства полукокса, размещенного на производственной площадке ОАО «Разрез Березовский -1», и дано обоснование по его использованию в производстве глиноземистого спека на Агинском глиноземном комбинате.

В 1990-е годы получила развитие внутрицикловая газификация для производства электроэнергии, т.е. использования бинарного цикла при котором горючий газ утилизируется в газовой турбине, а продукты сгорания используются при генерации пара для паровой турбины. Первая коммерческая электростанция с внутрицикловой газификацией Cool Water в США, штат Калифорния, мощностью 100 МВт (160 т по углю) была построена в 1983 г. Использовался газогенератор Texako с подачей топлива в виде водо-угольной суспензии. После 1993 г. в разных странах было введено в эксплуатацию 18 электростанций с внутрицикловой газификацией твердого топлива мощностью от 60 до 300 МВт.

Это демонстрирует ускорение динамики вовлечения угля в мировую промышленность. Повышенный интерес к внутрицикловой газификации в развитых странах объясняется двумя причинами: Во-первых, ТЭС с внутрицикловой газификацией экологически менее опасна. Благодаря предварительной очистке газа сокращаются выбросы оксидов серы, азота и твердых частиц. Во-вторых, использование бинарного цикла позволяет существенно увеличить КПД электростанции и, следовательно, сократить удельный расход топлива.

В табл. 1 приведены характерные величины удельных выбросов и КПД для ТЭС с внутрицикловой газификацией, а также для ТЭС с традиционным сжиганием.

Необходимо отметить, что удельные капитальные затраты при использовании внутрицикловой газификации составляют примерно 1500 долл. США за 1 КВт, в то время как для традиционной угольной ТЭС удельные капитальные затраты составляют примерно 800-900 дол. США за 1 КВт. Ясно, что ТЭС с внутрицикловой газафикацией твердого топлива более привлекательна при наличии экологических ограничений и использовании достаточно дорогого топлива, так как расход топлива на 1КВт сокращается. Эти условия характерны для разви-

Таблица 1

Величины удельных выбросов и КПД для ТЭС с внутрицикловой газификацией и традиционным сжиганием угля

Параметры	Традиционная угольная ТЭС	ТЭС с внутрицикловой газификацией
Концентрация вредных веществ в дымовых газах угольной ТЭС - согласно Евростандарту, мг/м^3 -SO_x -NO_x -твердые частицы	 130 150	 10 30
Электрический КПД,%	33-35	42-46

тых стран. В настоящее время использование внутрицикловой газификации твердого топлива считается самым перспективным направлением в энергетике.

К настоящему времени накоплен большой опыт (положительный и отрицательный) переработки углей. Существуют десятки технологических процессов, реализованных в разное время – от пилотных установок до крупномасштабных промышленных предприятий. В большинстве случаев целевые продукты переработки угля замещаются альтернативными видами продукции. Поэтому объем переработки угля определяется не технологической необходимостью, а сравнительной эффективностью производства и использования целевых продуктов. Оценка и выбор технологий переработки угля производятся по следующим критериям: себестоимость целевых продуктов не выше получаемых из альтернативного сырья; наличие реального и прогнозируемого спроса на продукцию; возможность быстрой реализации в промышленных масштабах; экологическая безопасность; приемлемая величина капитальных вложений и привлекательность для потенциальных инвесторов, гибкость технологии и возможность расширения номенклатуры продукции.

При оценке технологии переработки угля необходимо учесть следующее.

Во-первых, простого решения проблемы глубокой технологической переработки угля не существует. Удельная производительность аппаратов для термологических превращений твердых топлив всегда ниже, чем для переработки нефти и газа, а транспортирующие устройства, запорная и регулирующая аппаратура, автоматика и т.п., то есть то, что называют «обвязкой аппаратов», сложнее в исполнении. В итоге для любых процессов термодинамической переработки твердых топлив материалоемкость и, соответственно, удельные капитальные затраты на одну магакалорию в 2-4 раза выше, чем при переработке нефти и газа. Если в ТЭР или ТЭО удельные капитальные затраты на переработку угля малы, это означает одно из двух: появилась гениальная технология или, что вероятнее, сделана неправильная оценка.

Во-вторых, не существует универсальной концепции переработки угля, так как различает не исходное сырье и, главным образом, требование реальных и потенциальных потребителей.

В-третьих, высокие удельные капитальные затраты на реализацию технологий переработки угля предлагают, что эффективно решить эту задачу можно только поэтапно и комплексно, с использованием модульных производств, постепенно увеличивающих номенклатуру продукции и стоимость реализации целевых продуктов.

В результате маркетинговых исследований, выявлено, что существует неудовлетворенный спрос на углеродистые восстановители и технологическое топливо для агломерационных и глиноземных производств в объеме более 5 млн т в год (без экспорта). В качестве агломерационного топлива применяется, как правило, коксовая мелочь.

Производство кокса в России сокращается, так как батареи в 1990-е г. не строились и не планируются к стро-ительству, а ресурс почти всех действующих будет исчерпан до 2010 г. Коксохимические производства экологически опасны, и для приведения их в соответствие действующим природоохранным нормам потребуется строительство очистных сооружений и систем аспирации, соизме-

римых по стоимости с основным оборудованием. Коксовую мелочь стали частично заменять углями марок Т, СС, и ОД, что отрицательно повлияло на качество агломерата и привело к увеличению вредных выбросов на действующих производствах. Еще острее дефицит углеродистых восстановителей для кремниевых и ферросплавных производств. До 1990-х гг. в качестве углеродистого восстановителя широко применяли полукокс. Основным поставщиком полукокса на внешний рынок была ГДР, а в России – Ангарский и Геремховский коксогазовые заводы. Производство полукокса экологически еще более опасно, чем коксохимическое. Из жидких продуктов полукоксования получали ряд ценных химических соединений, но в 1970-1980-е гг. эти вещества стали производить из нефтяного сырья, и спрос на продукты полукоксования упал. В 1990-е гг. по экономическим и экологическим причинам производство полукокса было сокращено. В России действуют только маломощный (80 тыс. т в год) Ленинск-Кузнецкий завод полукоксования (запущен в 1942 г., но он не покрывает потребности даже производств, действующих в Кузбассе.

Электротермические производства ферросилиция и кремния были переведены на использование металлургического кокса, имеющего низкое электрическое сопротивление и малую реакционную способность. Это привело к увеличению расхода электроэнергии и к уменьшению удельной производительности электропечей. Анализ технических требований к углеродистым восстановителям и технологическим топливам для агломерационных и глиноземных производств (калорийность не менее 6000 ккал/кг, зольность не выше 15 %. Выход летучих веществ не выше 12 %, высокая реакционная способность) показал, что буроугольный кокс, производимый ЗАО «Карбоника-Ф» из канско-агинских углей, соответствует всем необходимым параметрам. Но ЗАО «Карбоника-Ф» производит в год до 10 тыс. т полукокса (для природоохранных технологий в качестве углеродного сорбента, а потенциальным потребителям требуются поставки сотен тысяч тонн в год.

В действующем производстве ЗАО «Карбоника-Ф» горючий газ без дальнейшей очистки направляется в котлы – утилизаторы для нагрева теплофикационной воды, подаваемой в городскую теплосеть. При этом удельные выбросы на 1 Гкал по всем показателям (пыль, оксиды серы и азота, оксид углерода и др.) существенно ниже, чем на угольных котельных, ТЭС и ТЭЦ и ниже действующих нормативов.

Горючий газ - это эффективный экологически чистый энергоноситель для генерации электроэнергии. Внутрицикловая газификация с бинарным циклом производства электроэнергии, когда горючий газ из угля подается на газовую турбину, а продукты горения – в котел утилизатор для производства пара для паровой турбины, считается самым перспективным направлением в теплоэнергетике. Электрический КПД электростанции с бинарным циклом в 1,5 раза выше, чем у традиционной ГРЭС. Удельные выбросы по сере, окислам азота и пыли сокращаются в несколько раз. С 1995 г. в мире построено более 20 электростанций, с внутри цикловой газификацией твердого топлива. В России – ни одной. Здесь мы отстаем минимум на 20 лет. Ежегодный прирост мощности ТЭС, работающих на этом принципе – более 30 %.

Технология совмещенного производства полукокса и горячего газа, реализо-

ванная ЗАО «Карбоника-Ф» позволяет создать на базе угледобывающего предприятия эффективный технологический комплекс, включающий выпуск нескольких видов продукции: сортового угля, полукокса, электрической и тепловой энергии, бездымного бытового топлива, углеродных сорбентов, сульфокатионита. За счет внутреннего перераспределения потоков сырья и полупродуктов имеется возможность гибкого реагирования на спрос изменением долитого или иного продукта. Этот фактор кроме экономического эффекта обеспечивает оперативную адаптацию производства к изменениям рынка.

Программа развития переработки может быть реализована последовательным увеличением глубины переработки путем создания модульных производств и включает в себя следующие основные этапы:

- наращивание доли выпуска сортового угля;
- создание производства полукокса (цена от 20 до 70 дол/т для разных классов продукта);
- создание производства высокококсовых брикетов и гранул (бездымное топливо, цена от 70 до 150 дол/т);
- создание малотоннажных производств «элитных» продуктов: углеродных бентов (цена от 800 до 1400 дол/т); сульфокатионита (цена 350-400 дол/т); карбюризаторов (500-800 дол/т).

По тепловому балансу в газе содержится более 40 % теплоты сгорания исходного угля. Эффективное использование газа при производстве полукокса по технологии ЗАО «Карбоника-Ф» имеет принципиальное значение, так как это самый серьезный рычаг снижения удельных приведенных затрат на единицу продукции. Прибыльность производства полукокса больше всего будет зависеть от того, насколько эффективно будет использована или продана электрическая и тепловая энергия. В этом и заключается комплексный подход к переработке угля.

Выполнена оценка производства полукокса (табл. 2-4) мощностью 1 млн т полукокса в год, или 7 млн т рядового угля в год, размещенного на производственной площадке ОАО «Разрез Березовский -1». Сортовый уголь – 3,5 млн т Б2 ПКО (класс 25-100 мм) направляется потребителям, а отсев после сортировки угля – на технологическую переработку.

Производительность комплекса выбрана исходя из потребности ОАО «Агинский глиноземный комбинат», намеренного использовать буроугольный полукокс в производстве глиноземистого спека. При размещении на борту разреза предполагается разделить производство на четыре автономных модуля и вводить их в эксплуатацию поочередно.

Агинский глиноземный комбинат (АГК) в настоящее время потребляет 1,3 млн т Кузнецких углей марки Тс калорийность 6000-6500 ккал/кг. Кузнецкие угли нестабильные нестабильны по содержанию и составу минеральной части, что отрицательно сказывается на качестве глинозема. Собственниками АГК (ОАО «Русский алюминий») перед руководством комбината поставлена задача – перевести технологический передел обжига глинозема на более стабильные по составу канско-агинские угли (КАУ). Ближайший поставщик КАУ – разрез «Березовский-1» (120 км от АГК). Высокое содержание СаО минеральной

Таблица 2

Основные показатели производства полукокса (на один модуль)

Показатели	Величины
1. Производительность по углю (класс 3-25)	
- тыс. т в год	750
- т/час	95
2. Производительность по полукоксу:	
-тыс. т в год	250
- т/час	31,6
3. Производительность по электроэнергии, млн. КВт-ч в год	335
4. Мощность энергогенерирующей установки (КПД 30 %, МВт)	42
5. Производительность по тепловой энергии	
- тыс. Гкал в год	653
- Гкал/час в год	82,4
6. Численность работающих, чел.	75
7. Установленная электрическая мощность, включая энергоблок, КВт	8000
8. Потребление электроэнергии, включая энергоблок, млн. КВт-ч в год	44
9. Отпуск электроэнергии (335-44), млн. КВт-ч в год	291
10. Оценочная стоимость строительства, включая СМР и оборудование с монтажем, млн. долл.	37,7
В том числе: - электрогенерирующая установка	14,7
- производство полукокса	23,0
Удельные капитальные затраты на 1 т переработанного угля, долл.	50,3

Таблица 3

Структура эксплутационных затрат на 1 т полукокса

Статьи затрат (включая НДС)	Величина затрат, долл/т	% от себестоимости
1. Уголь класса 3-25 мм, 3 т	9,0	43,3
2. Энергоматериальные затраты	4,2	20,2
3. ОПЗ с отчислением в фонды	3,4	16,3
4. Укрупненные расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, цеховые и общезаводские расходы	4,2	20,2
Итого себестоимость	20,8	100,0
При выпуске 1 т полукокса производится:		
- электроэнергии 1340 КВт-ч	32,1	154,3
-тепловой энергии 2,6 Гкал	10,0	48,1

части угля разреза «Березовский-1», неблагоприятное для энергетического использования, для глиноземного производства является, наоборот, положительным фактором, так как CaO (известняк) добавляется в качестве компонента шихты (флюса) при спекании глинозема. Использование рядовых КАУ в глиноземном производстве невозможно из-за низкой калорийности углей, не позволяющей достичь необходимой температуры спекания в печах. Кроме того, существующие печи не пригодны для использования углей с выходом летучих выше 25 % (у КАУ – 48 %) по условиям взрывобезопасности.

Руководством АГК сформулированы технические требования к техническому топливу – калорийность не ниже 6000 ккал/кг, выход летучих – от 10 % до 25 %. Полукокс из угля разреза «Березовский-1», производимый ЗАО «Карбоника-Ф», удовлетворяет техническим требованиям к технологическому топливу

Таблица 4

Укрупненная оценочная характеристика товарной продукции (на весь комплекс)

Наименование товарной продукции	Область сбыта	Количество	Стоимость (с НДС)	
			единицы, долл.	всего, тыс. долл.
Базовый вариант				
Бурый энергетический уголь	ТЭК	7000 тыс. т	6,5	45 500
Бурый энергетический уголь	Энерготехнологический комплекс			
	ТЭК, ком –быт сектор	3000 тыс. т	7.8	23 400
Отсев, 25-3 мм	ТЭК	1000 тыс. т	6,5	6500
Полукокс	Металлургия (ОАО «АГК»)	1000 тыс. т	20	20 000
Электроэнергия	Собственные нужды, км-быт. сектор	1164 мм КВТ-ч	0,024	27940
Тепловая энергия	Собственные нужды, км-быт. сектор	2612 тыс. Гкал	3,84	10030

для АГК, а также для агломерационных и цементных производств. В расчетах использованы энергетические тарифы, действовавшие в январе 2003 г.

Укрупненно эксплуатационные издержки, связанные с функционированием нового производства, оценены в 8,6 млн долл. в год. Себестоимость сырья исходного принята по данным практики в 3 дол/т. Исходя из этих данных, можно заключить, что срок окупаемости инвестиционного проекта составит:

4,37700 / 42370-8600 = 4,5 года после выхода на проектную мощность.

Таким образом, есть реальная перспектива создать на базе разреза «Березовский-1» эффективный энерготехнологический комплекс: есть технология, есть платежеспособный потребитель продукции и возможно решение социальных проблем, которые назрели в регионе. Нужны инвестиции и стремление решить вопрос. ГИАБ

Коротко об авторе

Шумейко М.В. – кандидат экономических наук, директор представительства в странах СНГ компании «Continental contitech.

Рецензент академик, д-р техн. наук, проф. *Ю.А. Чернегов.*

© М.В. Шумейко, Е.Ю. Чернегова, 2008

УДК 65:65.011.12

М.В. Шумейко, Е.Ю. Чернегова

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФУНКЦИИ. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ ПРОИЗВОДСТВА

Проведен анализ использования производственных функций и возможности формирования единого критерия оценки эффективности национальной экономики. Предложен метод оценки социально-экономической эффективности инноваций в угольной промышленности.

С середины XIX века многие экономисты как в России, так и за рубежом стали заниматься составлением и использованием т.н «производственных функций». Последние связывали результаты производственного процесса с используемыми ресурсами в различных сочетаниях. В результате анализа было установлено, что таких функций, имею-щих между собой принципиальные различия, - шесть. Постепенно было выявлено, что из этих шести функций, наиболее совпадающих по результатам расчетов с реальностью, - одна, названная функцией Кобба-Дугласа.

Функции строились по данным статистики, они имели вид зависимостей типа-экспонент с показателями степени в диапазоне 0,4–0,6. Вокруг истинности показателей степеней и отношению к определенным отраслям производства в науке было «сломано много копий». Так продолжалось до середины XX века, пока не было замечено, что и эта функция начала давать сбои, которые выражались в том, что получаемые расчеты значение результатов производства не стали возрастающим темпом отклоняться в меньшую сторону от практически достигаемых значений. Вскоре возникло и объяснение этого факта, и отражение его в формуле. Проявилось влияние научно-технического прогресса. Причем, проявил себя он не только в США и в Англии, но и в СССР. Это было следствием чрезвычайно высокой наукоемкости производства. В СССР еще в 1947 г. она составляла 11 %.

Потребовались изменения в производственной функции Кобба-Дугласа, и они были предложены известным экономистом Тинбергеном в виде множителя e^{lt} к производственной функции Кобба-Дугласа, которая теперь объединила три имени ее авторов, включая Тинбергена.

Однако производственная функция Кобба-Дугласа-Тинбергена имела два существенных недостатка:

1. она была пригодна только для национальной экономики в целом;
2. она предполагала проявление последствий научно-техничес-кого прогресса как прямого следствия фактора времени и поэтому не могла учесть последствий начавшейся после II-ой мировой войны структурной перестройки экономики.

Исследованиями советских ученых, кроме того, было установлено, что изменение показателя степени функции в диапазоне 0,4-0,6 настолько незначительны, что они могут быть заменены без видимой погрешности показателем 0,5 и принять форму корня квадратного из рассчитываемой величины.

Анализ экономической литературы свидетельствует, что в последние годы все больше специалистов высказыва-

ются в пользу возможности сформирования единого критерия эффективности, хотя подходы к решению этой задачи остаются различными.

При построении единого критерия все исследователи исходят из формулировки, согласно которой цель экономики – наиболее полное удовлетворение материальных и духовных потребностей всех членов общества или, как говорят в Германии, «благосостояние для всех». Но понятие «потребность общества» можно понимать и рассчитывать поразному. Их можно трактовать как совокупность текущих запросов населения. Рассматриваемая категория населения должна включить нужды обороны, помощь дружественным странам и некоторые другие потребности. Потребности общества должны наиболее полно удовлетворяться в данный момент, но и в длительной перспективе. Следовательно, хотя качественно цель функционирования экономической системы формулируется весьма четко, появляется трудность математичес-кой ее формулировки в виде определенного критерия оптимальности, которая заключается в умении соизмерять все виды потребностей общества, а также одинаковые виды потребности для различных моментов времени. Единственным источником, за счет которого решаются проблемы развития материальной базы произ-водства и роста материального и культурного благосостояния всех членов общества, а также развития научного потенциала, вовлечение в эксплуатацию новых природных ре-сурсов, является национальный до-ход. Поэтому в последние годы мно-гие исследователи уделяют серьез-ное внимание возможности исполь-зования показателя национального дохода (или его прироста) в качестве единого критерия оценки эффективности национальной экономики. На уровне отраслей народного хо-зяйства, коммерческих и государст-венных предприятий (естественных монополий) определяются слагаемые национального дохода – чистая продукция, создаваемая в соответствующих подразделениях Националь-ной экономики. Проведенные рабо-ты выявили следующие достоинства этого показателя:

- отражение в критерии прироста не только производственных возможностей, но и роста источников повышения благосостояния населения;

- связь затрат на социальные нужды с источниками их осуществления;

К исследованиям по использованию национального дохода в качестве единого критерия оценки эффективности национальной экономики тесно примыкают разработки по формированию и применению критерия темпа технического прогресса.

Суть этого подхода состоит в следующем:

1. Задача существенного подъема уровня жизни населения количественно адекватна максимизация темпа роста ассигнований, выделяемых на «уровень жизни», т.е. на материальные и культурные нужды, приходящиеся на одного человека. Поэтому необходимо определить параметры, от которых зависит достижение указанной цели (выделение ассигнований на «уровень жизни»). Эти ассигнования составляют известную долю национального дохода.

2. Эффективность экономических систем, так как и других сложных систем, определяется многими факторами. В таких системах при изменении одного лишь фактора рост эффективности

постепенно замедляется из-за ограничений, создаваемых другими неизменяющимися факторами. Эта закономерность обычно характеризуется кривыми типа экспонент. Постоянный темп роста эффективности может быть обеспечен лишь при одновременном, более или менее пропорциональном измерении всех факторов, определяющих эффективность.

Анализом статистического материала по экономической системе в целом установлена зависимость между производительностью и фондовооруженностью труда, а также уровнем применяемой техники, технологии, организации и управления производством, аппроксимированых выражением

$$b = a\sqrt{УФ}\ , \qquad (1)$$

где b – годовая производительность труда, руб/чел; а - коэффициент пропорциональности, характеризующий природно-технологические условия выполнения работ в отдельных отраслях; У – коэффициент, характеризующий «уровень используемых знаний и умения». Коэффициент оценивает уровни совершенства управления, конструктивного совершенства применяемых технических средств, технологических, организационных и управленческих решений; Ф – фондовооруженность труда, руб/чел.

3. Научно-технический прогресс – это по-существу, рост знаний, «уровня их технологического использования, следовательно, он характеризуется изменением величины У.

На этом основании вводится понятие о количественном определении темпа научно-технического прогресса $Т_Т$ как годового прироста величины У, выражаемого в процентах

$$T_{т} = \left(\frac{y^{1}}{y} - 1\right) * 100\ \%, \qquad (2)$$

Посредством математических преобразований доказывается, что с достаточной степенью точности можно принять:

$$T_{т} = 2T_{в} - T_{ф} - 2T_{а}, \qquad (3)$$

где $T_{в} = \left(\frac{b^{1}}{b} - 1\right) * 100\ \%$ (4)

$$T_{ф} = \left(\frac{ф^{1}}{ф} - 1\right) * 100\ \% \qquad (5)$$

$$T_{а} = \left(\frac{a^{1}}{a} - 1\right) * 100\ \% \qquad (6)$$

Здесь индекс со штрихом относится к новому, а без штриха – к исходному году.

Для народнохозяйственных расчетов с достаточной степенью точности можно принять а = const. То тогда Та = 0, и равенство (3) можно переписать так:

Тт = 2 Тв – Тд. (7)

Вероятно, для обрабатывающих отраслей также можно принять а = const и Та = 0;

Для горнодобывающих отраслей с меняющейся глубиной разработки коэффициентом вскрыши такое допущение неприемлемо, что подтверждается данными таблицы.

Тт можно легко связать с любыми общеупотребительными технико-экономическими показателями.

4. В результате анализа структуры национального дохода за ряд лет доказано, что возможный темп роста ассигнований на увеличение уровня жизни, определяемый как

$$Ту.ж. = \left(\frac{Уж}{Уж} - 1\right) * 100\ \% \qquad (8)$$

Изменение коэффициентов вскрыши (относительное) по отраслям горнодобывающей промышленности в СССР

Отрасль промышленности	Относительное значение коэффициента вскрыши по годам							
	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985
Железорудная	1,0	1,28	2,54	2,30	1,96	2,22	1,60	1,14
Марганцеворудная*	1,0	1,72	2,36	2,57	2,69	2,32	2,84	3,55
Угольная	1,0	1,10	1,14	1,27	1,36	1,37	1,17	1,25
Агрорудная	1,0	1,10	1,0	1,36	1,71	1,65	1,67	1,71
Асбестовая	1,0	1,20	1,10	1,71	0,80	0,64	1,06	1,32

* Добыча марганцевой руды началась в Никольском бассейне открытым способом с 1952 г.

практически совпадает с показателем темпа научно-технического прогресса Ту.ж. z Тт

Отсюда следует, что в национальной экономике единственный источник роста уровня жизни - научно-технический прогресс, или, иными словами, реализованный информационный ресурс.

Поскольку необходимо стремиться к максимизации темпа роста уровня жизни, а ему численно соответствует темп научно-технического прогресса Тт, величину Тт следует отождествлять с народнохозяйственным критерием оптимизации развития экономической системы и добиваться ее максимизации.

Достоинства критерия темпа научно-технического прогресса определяются следующим:

- возможностью применения его уже в настоящее время в практических расчетах;
- отражением в его составе таких важнейших видов производственных ресурсов, как производственные фонды, живой труд и степень технологического использования научно-технической информации;
- учетом в составе критерия условий производства;
- одновременное отражение критерием возможных темпов повышения уровня жизни работающих, источника обеспечения этого роста – научно-технического прогресса.

С целью проверки правомерности применения критерия темп технического прогресса на нижних уровнях иерархии управления экономикой горного производства (отрасль, компания, предприятие, цех, бригада) были проведены исследования в приложении к условиям железорудной подотрасли черной металлургии. Для этого темпа технического прогресса был аналитически связан с такими показателями, как выпуск товарной продукции, фонд заработной платы, численность промышленно-производственного персонала, потребная величина дополнительных инвестиций при увеличении выпуска продукции, балансовая прибыль, средняя заработная плата и д.р.

По полученным зависимостям определены технико-экономические показатели производства по железорудной отрасли в целом, по всем объединениям и предприятиям, находящимся на самостоятельном балансе, в пятилетнем и годовом разрезе. Кроме того, для отдельных предприятий бассейна Курской магнитной аномалии, их цехов и производственных бригад были проведены расчеты в квартальном и месячном разрезах. Сопоставление расчетных и фактических данных показало высокую

сходимость: 89,6 % отклонений попали в диапазон ± 1 %; 95,3 % - в диапазон ± 2 %; 98 % - диапазон ± 3 %; максимальная величина единичного отклонения достигла 13,5 %.

Полученные результаты свидетельствуют о правомерности использования критерия темп технического прогресса в подотрасли, где преимущественно применяется открытый способ разработки и где условия не отличаются значительной динамикой.

В выполненных расчетах имело место одно допущение, оказавшее влияние на динамику Тт. Ввиду того, что природа коэффициента *а* была изучена недостаточно, он участвовал в расчетах как величина постоянная. Естественно, что возможные колебания этого коэффициента математически перекладывались на изменение величины У.

По-видимому, природу коэффициента *а* нельзя понять лишь через анализ геологических условий. Эти условия, влияя на выбор техники, технологии, организации и управления производством, вызывают определенные экономические последствия в производственных процессах. Коэффициент *а* в некотором смысле родственен экономическим оценкам месторождений.

С целью проверки этих предположений были выполнены исследования по применению показателя темпа технического прогресса для оценки эффективности производства в условиях разработки угольных месторождений подземным способом. Эти условия в инженерной оценке отличаются от условий разработки железных руд открытым способом значительной изменчивостью в ограниченные временные интервалы. В качестве исходных были приняты отчетные данные по производственному объединению «Ростовуголь» в целом, по его шахтам, а также по отдельным участкам шахты «Майская» (ныне шахта им. М.П. Чиха).

Вначале расчеты выполнялись при предположении о неизменности коэффициента *а* (так же как и для железорудной отрасли). Достаточно высокая сходимость расчетных и фактических показателей (отклонение 0-10 %) была получена при глубине прогноза 1-2 года на уровне объединения и для большинства шахт. Однако, при увеличении глубины прогноза и снижении уровня иерархии ошибка возрастает и достигает практически неприемлемых величин. Логически это объясняется существенной динамикой величины коэффициента *а,* что вызывает необходимость нахождения метода ее самостоятельного определения. Нет достаточных оснований утверждать, что при большой скорости углубки открытых горных работ не выявятся нежелательные последствия, связанные с допущением *а* = const. Поэтому разработан способ раздельного определения коэффициентов а и У.

По-существу, для раздельного определения *а* и *У* необходимо решить одно уравнение с двумя неизвестными.

Делается это следующим образом. Вначале высчитывается значение *У* для народного хозяйства. Затем принимается, что *Унх~Уотр. (У* пропорциональная *Унх).* Это достаточно приемлемое допущение, особенно для отраслей тяжелой промышленности, проверенное для железорудной отрасли.

Расчет производится по формуле *Унх*

$$= \frac{b^2}{a^2} \qquad (9)$$

а поскольку

$$ф = \frac{ф_{пр}}{L} \text{ и } в = \frac{Q}{L}, \qquad (11)$$

то формула (1) может быть упрощена.

После преобразований вычисляется *Уотр* по формуле:

$$Уотр = Ун.х. = \frac{Q^2_{отр}}{a^2_{отр} ф_{пр} L_{отр}} \qquad (12)$$

При Ан.х. = 1;

$$А\ отр = \frac{Q^2_{отр}}{\sqrt{У_{отр} ф_{пр} L_{jnh}}} \qquad (13)$$

Аналогичным образом определяют показатель *а* для предприятий, участков, цехов, бригад.

Выражение (13) справедливо при условии, что к отчислениям на обеспечение уровня жизни относятся расходы на оборону, пенсионное обеспечение, культуру, включая развитие физкультуры и спорта, рост заработной платы, образование и фундаментальную науку. Расходы на охрану окружающей среды не вошли в этот перечень по той причине, что во время проведения исследований акад. В.А. Трапезниковым вопрос о сохранении окружающей среды в состоянии, не допускающем ее необратимой деградации, не стоял так остро.

В последнее время все настойчивее выдвигается мысль о том, что организации, занимающиеся инновационной деятельностью, особенно на уровне наукоемких технологий, объединяющих в себе высокую эффективность, конкурентоспособность и присущую им экологичность наряду с комфортностью для обслуживающего персонала, должны поощряться предоставлением налоговых льгот. Последнее важно для привлечения к инновационным разработкам частных инвестиций коммерческих организаций. Такая практика уже начинает складываться в ряде структур, как это будет показано ниже.

Установление налоговых льгот не должно происходить посредством их одновременного увеличения за счет других видов налогов, например, налога на прибыль.

Если такое условие будет соблюдено, это позволит сократить срок окупаемости инвестиций в инновации и может стать источником их тиражирования с целью расширения области использования эффективных решений.

Размер налоговых льгот может быть исчислен следующим образом:

$$\Delta Н_{льг} = С_{штр} \qquad (14)$$

где $\Delta Н_{льг}$ - размер налоговой льготы, руб/год; $С_{штр}$ – штраф на санкции за загрязнение окружающей среды в расчете на единицу выпущенной продукции, руб/ед; Q – объем выпущенной продукции, ед.

При этом подразумевается, что с использованием инновации уровень загрязнения окружающей среды опустится ниже предельно допустимых концентраций вредных веществ. Если это не произойдет в полной мере и последует лишь снижение уровня загрязнения, размер штрафных санкций на единицу выпущенной продукции определится как разница между размером платежей, соответствующих традиционной и инновационной технологии.

Изложенное дает основания принять за основу оценки социально-экономической эффективности инноваций в угольной промышленности методологические выкладки акад. В.А. Трапезникова с учетом способа специфики угольной промышленности

как одной из добывающих отраслей и предложенной системы мер по стимулированию разработки и широкомасштабного внедрения мер инновационного характера для снижения нагрузки на окружающую среду посредством финансирования инвестиций за счет средств частных коммерческих структур. ГИАБ

Коротко об авторах

Шумейко М.В. – кандидат экономических наук, директор представительства в странах СНГ компании «Continental contitech.

Чернегова Е.Ю. – кандидат технических наук.

Рецензент д-р техн. наук, проф. *Ю.А. Чернегов.*

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ			
КОБЫЛЯНСКИЙ Дмитрий Михайлович	Обоснование конструктивных и режимных параметров винтового перегружателя геохода	05.05.06	к.т.н.
КОЛМАКОВА Мария Владимировна	Разработка метода оценки метаноопасности шахт по комплексной метанообильности	05.26.03	к.т.н.