

Экономическое обоснование глубокой переработки углей месторождения Кайнама

¹*КУЛЬЖАКАЕВ Нурлан Балбатырович, директор, kulzhakaev@mail.ru,

¹КУЛЬЖАКАЕВ Ержан Нурланович, м.т.н., главный инженер, kulzhakaev@mail.ru,

¹ТОО «Кайнама Комир», Казахстан, 140800, Павлодарская область, Майский район, село Коктобе, ул. Казбек Би, 26-2,

*автор-корреспондент.

Аннотация. В работе приведены результаты теоретического, методологического и аналитического исследования экономической эффективности глубокой переработки углей месторождения Кайнама. Показаны результаты исследований и расчетов оценки экономической эффективности применения кайнаминских углей при производстве электроэнергии, жидкого топлива и удобрений. Определено, что внедрение в производство новых технологий по производству электроэнергии, жидкого топлива и удобрений с использованием углей требует разработки рекомендаций и экономического обоснования их внедрения в производство. Проведен анализ макроокружения и SWOT-анализ основных сильных и слабых сторон, возможностей и угроз месторождения Кайнама. В работе представлены результаты финансово-экономического анализа глубокой переработки угля. Проведен анализ макро- и микросреды предприятия. По результатам анализа выявлен высокий уровень конкуренции среди предприятий на рынке угля.

Ключевые слова: уголь, анализ, глубокая переработка, производство электроэнергии, конкуренты.

Введение

Основой развития экономики любой страны является промышленность, но для деятельности любой промышленности требуются значительные энергозатраты, а значит, угледобывающая отрасль определяет основу успешного развития всей экономики страны в целом. Уголь применяется в качестве основного сырья не только в добывающих отраслях, но в ряде других перерабатывающих производств [1].

Наиболее изученной и разведанной является юго-западная часть рассматриваемого месторождения. Разведанными являются 10 мелких шахтных полей, пять из которых были изучены детально, и пять полей подверглись предварительной разведке. Ранее проведенные работы не отвечают современным требованиям, предъявляемым к детальной разведке, в связи с редкой сетью разведочных выработок, неизученностью газоносности, пылеопасности, силикозоопасности пород, а также недостаточной изученностью гидрогеологических и горнотехнических условий эксплуатации, в том числе отсутствием серьезных технологических исследований. К балансовым отнесены угли с зольностью до 40% при мощности пластов не менее 0,6 м. Забалансовые запасы – 18,3 млн т.

Балансовые и забалансовые запасы месторождения Кайнама производительностью 2,4 млн тонн в год при 30% потере дают возможность

добывать уголь в течение 40 лет. Месторождение расположено недалеко от реки Иртыш, что облегчает его освоение. Однако, в связи с тем что энергетическая полезность добываемых углей не представляет ценности, месторождение не рассматривается как объект эксплуатации. Поэтому возникает необходимость исследования проблемы дальнейшей переработки углей месторождения Кайнама [1].

Для этого рассмотрим основные характеристики и особенности угля месторождения Кайнама и возможности его глубокой переработки.

Уголь марки «Д», добываемый на месторождении Кайнама, имеет следующие характеристики [1]:

- уголь длиннопламенный марки Д, ГОСТ 25543-88;

- зольность 13,3%;

- высшая теплота сгорания 7315 ккал, низшая теплота сгорания 5300 ккал;

- химический состав золы угля ГОСТ 10538-87;

- подкатегория углей среднего ранга ГОСТ ИСО 11760-2012 ранг А, суббитуминозный уголь.

Анализ себестоимости угля месторождения Кайнама

На основании имеющихся входных данных из отчетов ТОО «Кайнама Комир» [1] был произведен расчет себестоимости добычи угля на месторождении Кайнама. Средняя себестоимость

добычи 1 тонны угля за период инвестирования 25 лет составит 12,1\$/тонну без НДС и без амортизационных отчислений (рисунок 1). При этом объем необходимых капиталовложений составит 88,7 млн \$.

Потребность в финансовых средствах для глубокой переработки угля месторождения Кайнама составит 88,7 млн \$ с дальнейшим возвратом этих средств в течение 4,5 лет при плановом объеме добычи в 2 млн тонн в год. Расчетная оценочная стоимость создаваемой компании для глубокой переработки угля составит 129,4 млн \$ (оценка методом дисконтирования денежных потоков [2]; WACC (средневзвешенная стоимость капитала) = 9,89%). IRR (Внутренняя норма доходности) проекта составляет 22,6%. Инвестирование в данный проект при заданных параметрах является выгодным, так как необходимые финансовые средства в размере 88,7 млн \$ возвращаются в течение 4,5 лет. Есть риск при реализации угля марки Д, который возможно снизить за счет глубокой переработки получаемых углей.

Финансово-экономический анализ глубокой переработки угля

Создаваемая компания осуществляет глубокую переработку угля по следующим направлениям:

1. Производство электроэнергии.
2. Производство жидкого топлива.
3. Производство удобрений.

Рассмотрим каждый из этих направлений.

Производство электроэнергии

Одним из вариантов производства электро-

энергии был рассмотрен вариант строительства завода по переработке угля по методу Фишера-Тропша, который позволяет получить синтетическое жидкое топливо из углеводородных газов. Стоимость строительства составляет порядка 700 млн \$, с установленной мощностью в 383 МВт, собственное потребление – 25 МВт [3].

Расчетное количество электроэнергии для реализации в год – 3,1 млрд кВт*час [3]. Прогнозная цена реализации электроэнергии 7,8 тенге/кВт*час без НДС. Чистая приведенная стоимость проекта за 10 лет – 51 млн \$, при ставке дисконтирования равной 9,89% [2]. Срок окупаемости – 9 лет. IRR 11,55%.

Данный проект является капиталоемким с длительным сроком окупаемости вследствие регулирования цен на электроэнергию уполномоченным органом. Прогнозная цена реализации заложена исходя из статистических данных [3] по ценам реализации электроэнергии по Казахстану предприятиями-производителями. В случае необходимости возможно увеличить создаваемую мощность завода, так как для производства 3,1 млрд кВт*час необходимо только 730 тыс. тонн угля, из данных расчета выход энергии из 1 тонны угля 4276 кВт*час электроэнергии.

Стоит отметить, что себестоимость 1 кВт*час электроэнергии не очень чувствительна к стоимости закупа угля, и соответственно, если рассматривать данный проект в совокупности с угледобывающими предприятиями, то вариант работы с генерацией прибыли на угледобывающих компаниях с постоянным сбытом угля на собственную ТЭС является привлекательным и снижает

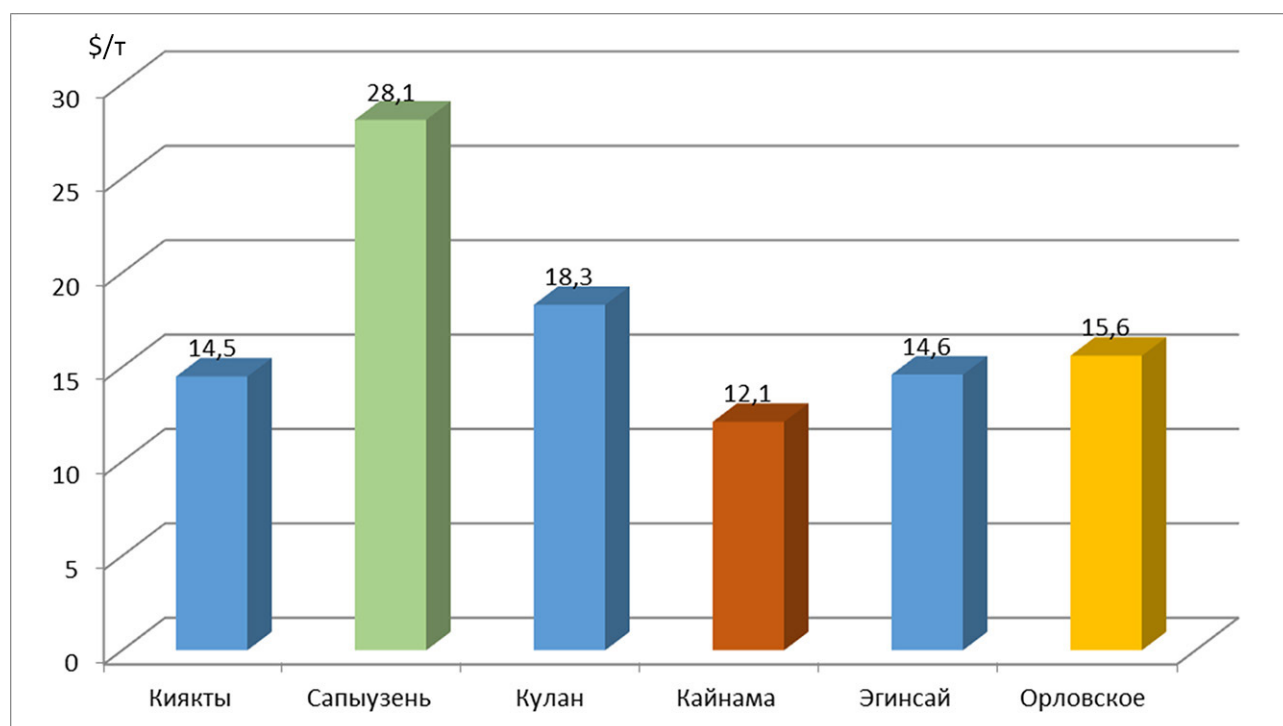


Рисунок 1 – Пересчитанная себестоимость добычи угля без амортизации \$/тн без НДС

совокупные риски.

Альтернативным вариантом производства электроэнергии в расчете был рассмотрен вариант строительства ТЭС, аналогичной Балхашской ТЭС с двумя модулями со следующими параметрами: потребление угля – 8650 тыс. тонн в год; полезная отдача 2640 МВт. Эта модель подразумевает потребление угля в год в объеме 7,2 млн тонн и выработку 15,4 млрд кВт*час. Данный проект является не менее капиталоемким, и ориентировочные капиталовложения составят порядка 4,7 млрд долларов США. Окупаемость данного проекта составит 9-10 лет с момента начала производства электроэнергии [3], что делает эти проекты сопоставимыми с точки зрения инвестирования.

Эти проекты очень чувствительны к цене и объемам реализации электроэнергии, с чем и связан основной риск (1 тенге в цене реализации 1 кВт*часа электроэнергии эквивалентен 3-м и 15-ти млрд тенге в год недополученной выручки соответственно). При заключении долгосрочных контрактов на поставку электроэнергии возможно снижение данного риска [2].

Следующим направлением глубокой переработки угля является производство жидкого топлива.

Для производства жидкого топлива была рассмотрена технология газификации угля. На базе завода ЗАО «ТБК Инновации» возможно перерабатывать уголь с получением жидкого топлива – бензина марки АИ-92. Процентный выход бензина составляет 53,3% [3]. Необходимые капиталовложения составляют 375 млн \$ для переработки 500 тыс. тонн угля в год и 585,5 млн \$ для

переработки 1 млн тонн угля в год соответственно [3]. Срок окупаемости проектов при реализации всего объема получаемого бензина составит 5 и 3,5 года соответственно (на основании данных, предоставленных ЗАО «ТБК Инновации» [3]). Ожидаемая прибыль в год составит 79 млн \$ [3] (500 тыс. тонн угля в год) и 176 млн \$ (1 млн тонн угля в год) соответственно (таблицы 1, 2).

Из таблиц видно, что себестоимость угля зависит от процента выхода бензина, эффективным является выход бензина более 23,28%. Рост процента выхода бензина напрямую влияет на себестоимость угля и мало чувствителен к цене закупки угля, что также снижает риск реализации данного проекта. Самым значительным риском является выход готового продукта из перерабатываемого угля, что может быть подтверждено только эмпирическим путем.

Следующим направлением глубокой переработки угля является производство гумата натрия для буровых растворов.

Гумат натрия применяется для изготовления углещелочных растворов, которые необходимы для регулирования вязкости буровых растворов при бурении скважин.

Для построения комплекса по производству удобрений требуются инвестиции порядка 4 млн \$ для производства гумата натрия объемом 102 тыс. тонн в год.

Управление маркетингом в ТОО «Кайнама Комир»

По своим запасам угля Республика Казахстан входит в число ведущих стран и занимает восьмое

Таблица 1 – Анализ чувствительности чистой прибыли, млн \$ (переработка 500 тыс. тонн угля)

		Себестоимость угля, \$/тн				
Процент выхода бензина	79 млн \$	20	25	30	35	40
	13,28%	-17	-19	-21	-23	-25
	23,28%	8	6	4	2	0
	33,28%	33	31	29	27	25
	43,28%	58	56	54	52	50
	53,28%	83	81	79	77	75

Таблица 2 – Анализ чувствительности чистой прибыли, млн \$ (переработка 1 млн тонн угля)

		Себестоимость угля, \$/тн				
Процент выхода бензина	176 млн \$	20	25	30	35	40
	13,28%	-16	-20	-24	-28	-32
	23,28%	34	30	26	22	18
	33,28%	84	80	76	72	68
	43,28%	134	130	126	122	118
	53,28%	184	180	176	172	168

место в мире. На сегодняшний момент по объемам разведанных запасов на долю Казахстана приходится около четырех процентов от мировых запасов.

Казахстан обеспечен углем, по предварительным расчетам, на более четверть тысячелетия [3]. Балансовые запасы углей категории А + В + С1 + С2 + Д по состоянию на 1 января 2007 года составили 33,6 млрд долл. тонн, что составляет 21,3 млрд долл. тонн, бурый уголь 12,3 млрд тонн [4].

Забалансовые запасы угля по бассейнам и месторождениям Республики Казахстан, по состоянию на 1 января 2007 года составляют 28,6 млрд тонн, в том числе каменных углей 3,2 млрд тонн, бурых углей 25,4 млрд тонн [4].

Большая часть подсчитанных запасов (63%) представлена каменными углями Карагандинского, Экибастузского, Тениз-Коржанкольского бассейнов, Кушокинского, Борлинского, Шубаркольского, Каражыринского и ряда других месторождений.

Остальная часть (37%) представлена бурыми углями, сосредоточенными, в основном, в Тургайском, Нижне-Илийском, Майкубенском бассейнах и других месторождениях [3].

Казахстанские угли характеризуются широким диапазоном стадий метоморфизма от газовых жирных до тощих.

В настоящее время освоены и эксплуатируются Карагандинский, Экибастузский и Майкубенский бассейны, Кушокинское, Борлинское, Шубаркольское, Каражыринское месторождения, а также несколько мелких месторождений в различных областях Республики Казахстан, на которых, в незначительных объемах, ведется добыча угля для местных нужд.

Анализ распределения запасов угля и прогнозных ресурсов углей по областям Республики Казахстан показывает, что большая часть балансовых запасов сосредоточена в Центральном Казахстане, в Карагандинской, Павлодарской и Костанайской областях.

Восточные, западные и южные районы Республики Казахстан, имеющие значительный промышленный потенциал, испытывают острый де-

фицит угольного топлива.

В целях определения возможности добычи угля на месторождении Кайнама необходимо проанализировать макросреду, которая используется для выявления возможностей и угроз предприятия, скрытых во внешней среде, а также важного процесса стратегического планирования и управления. Самым популярным инструментом для анализа макросреды является создание матрицы внешних условий (таблица 3).

Для более детального анализа необходимо изучение также микросреды предприятия, к которому относятся партнеры, поставщики, потребители, конкуренты и другие предприятия, оказывающие влияние на добычу угля из месторождения Кайнама.

Из таблицы видно, что на добычу угля из месторождения Кайнама влияют 4 направления факторов: политический, экономический, социальный и технологический. Все эти факторы положительно влияют и дают возможность использовать угли месторождения для глубокой переработки.

Рассмотрим основных конкурентов ТОО «Кайнама Комир». На рынке угля конкуренция очень высокая, крупные компании по добыче угля находятся как в Казахстане, так и в России.

Объем добываемой угольной продукции в Казахстане на текущий момент способен обеспечить производство до трех четвертей от общего объема производства электроэнергии. Наряду с этим полностью обеспечиваются сырьем коксохимические предприятия и коммунально-бытовой сектор страны.

Последнее десятилетие характеризуется наращиванием темпов добычи угля. Параллельно отмечается рост цены добываемого энергоресурса, особенно во второй половине прошедшего десятилетия, когда показатели цены выросли до наиболее высоких за весь анализируемый период. На следующем рисунке рассмотрим долю каждого производителя угля на угольном рынке Казахстана (рисунок 2) [5].

Из рисунка видно, что в стране основным производителем угля является ТОО «Богатырь Ко-

Таблица 3 – PEST-анализ макросреды месторождения «Кайнама»

Факторы, связанные с политикой	Фактор, связанные с экономическими процессами
Конкуренция на рынке угля Программы развития угольной промышленности страны Нормативно-законодательные акты по недропользованию	Совокупный спрос на уголь и на продукцию глубокой переработки Стабильность цен на уголь Изменение условий налогообложения производителей угля
Факторы, влияющие на социальное положение	Факторы, связанные с технологией добычи
Трудоустройство населения Социальная поддержка населения Обучение специалистов	Использование новых технологий открытой добычи угля Использование передового оборудования и снижение себестоимости угля

мир», который занимает 39% добычи угля страны, следующим основным производителем является Разрез «Восточный», который имеет 18% удельного веса в общем объеме производства угля в стране. Высокая конкуренция не дает возможности реализации угля месторождения Кайнама в Казахстане и в ближнем зарубежье, что приводит к необходимости переработки угля и получения материалов пользующихся большим спросом, как электроэнергия, бензин.

Сокращение спроса на уголь в настоящее время наблюдается не только в стране, но и по всему миру. Но стоит отметить, что, по мнению аналитиков журнала «Эксперт», настоящая проблема заключается вовсе не в этом, а в избытке предложения. Согласно моделям спроса и предложения «Deutsche Bank» [5], избыток предложения на рынке энергетического угля составляет 30 млн тонн и может увеличиться до 68 млн тонн в 2022 г. [5].

Добыча энергетического угля в Республике Казахстан стабильно росла в последние годы со средним темпом 2%, коксующегося – незначительно сокращалась (таблица 4).

В структуре добычи энергетического угля выросла доля бурого и длиннопламенного угля – с 20% в 2015 году до 27% в 2020 году. Благодаря значительному объему добычи энергетического угля, Казахстан занимает десятое место в мире по до-

быче угля [4].

Рынок энергетического угля в Казахстане относительно фрагментирован – крупнейшим игроком, обеспечивающим до 30% совокупной добычи, является компания «ENRC» (разрез «Восточный», «Шубарколь Комир»), вторым и третьим игроками по объему добычи являются «Самрук-Энерго» и «РУСАЛ» – по 20% каждый («Богатырь Комир»), далее идут «Казахмыс» (8%), «Каражыра» (6%), «Ангренсор Энерго» (5%) и прочие.

Основная доля добываемого энергетического угля идет на нужды электроэнергетической отрасли Республики Казахстан и на экспорт (51% и 31% соответственно), остальной объем – на коммунально-бытовые нужды населения и на промышленные предприятия (13% и 5% соответственно).

Рынок коксующегося угля на 95% сформирован добычей компании «АрселорМиттал» [4]. Основная доля добытого коксующегося угля (порядка 95%) проходит процедуру обогащения, после чего 70% концентрата направляется для обеспечения собственных потребностей компании в коксе, остальной концентрат идет на экспорт в Украину и Россию.

Исходя из анализа конкурентной среды месторождения Кайнама составим таблицу сильных и слабых сторон, возможностей и угроз компании (таблица 5).

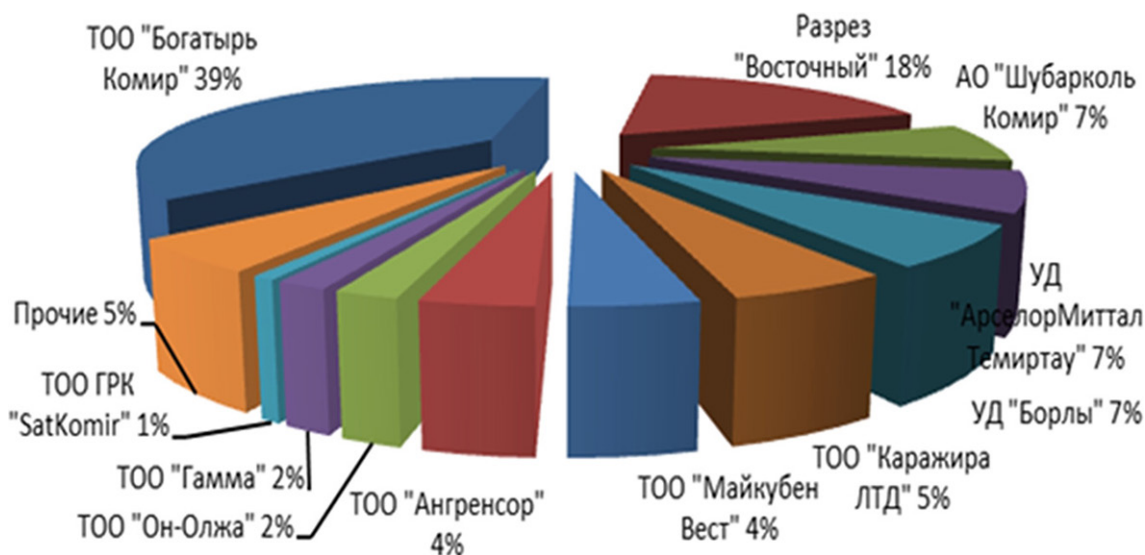


Рисунок 2 – Распределение объемов добычи угля в Республике Казахстан в 2020 году

Добыча угля, млн тонн	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Энергетический	92,9	82,5	93,4	98,6	102,4	101,1
Коксующийся	12,0	11,8	11,9	11,5	11,3	11,7
Всего	104,9	94,3	105,3	110,1	113,7	112,8

Таблица 5 – SWOT анализ ТОО «Кайнама комир»

<p>Сильные стороны (S)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Качество угля; - Высокая цена; - Большая производственная мощность; - Основные конкурентные подходы во внутренней торговле; - Выгодная репутация среди покупателей; - Наличие определенных сотрудников; - Наличие инновационных стратегии; - Наличие индивидуальных уникальных рецептов, сохранение классических технологий. 	<p>Политика расширения (увеличение доли продаж, увеличение списка предлагаемой продукции, повышение производительности)</p> <ul style="list-style-type: none"> - увеличить перечень товаров; - Повысить продуктивность; - увеличить производительность производства. 	<p>Политика снижения себестоимости продукции</p> <ul style="list-style-type: none"> - увеличение оборотных средств.
<p>Слабые стороны (W)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ресурсы предприятия использованы не в полном объеме; - Отсутствие необходимых ссудных денег; - Низкая рентабельность технологических процессов производства, а также его значительный расход энергии; - Износ основного технического оборудования; - Низкая рентабельность компании. 	<p>Политика формирования продукта (увеличение свойств продукции и его глубокая переработка);</p> <ul style="list-style-type: none"> - получение новых видов продукции; - увеличение квалификации персонала. 	<p>Стратегия роста позиции на рынке</p> <ul style="list-style-type: none"> - Большая конкуренция на рынке угля; - Взаимозависимость с поставщиками товаров и услуг.
<p>Возможности (O)</p> <p>Наружные способности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Умение повысить рыночную нишу; - Введение компании в список классических импортеров; - Присутствие новейших технологий добычи угля; - Увеличение спроса на товар и его продукты переработки; - Увеличение спроса за счет повышения конкурентоспособности продуктов переработки; - Поддержка правительства государства <p>Угрозы (T)</p> <p>Наружные опасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Интенсивность рынка; - Большая конкуренция на рынке угля, как отечественных, так и зарубежных предприятий; - Выход на биржу новых конкурентов, также повышение позиций прежних; - Перемена покупательских предпочтений 		

Заключение

На основе сильных и слабых сторон предприятия сформированы стратегии роста, развития товара и стратегия снижения издержек. А также сильные стороны и возможности предприятия очень высоки и дают возможность расширения спектра использования углей месторождения Кайнама как для дальнейшей глубокой переработки в электроэнергию, жидкое топливо и про-

изводство гумата натрия для буровых растворов.

Таким образом, нужно отметить, что угли марки Д месторождения Кайнама очень выгодны для глубокой переработки. Учитывая тот факт, что конкуренция очень высока, можно с уверенностью сказать, что предприятию будет выгоднее дальнейшая переработка угля, нежели его продажа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Годовые отчеты ТОО «Кайнама Комир», 2018, 2019, 2020 годы, С. 10-25.
2. Об утверждении Концепции развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан до 2030 года. Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 июня 2014 года, № 724.
3. Исламов С.Р. Переработка бурого угля по схеме энерготехнологического кластера // Уголь. – 2009. – № 3. – С. 69-71.
4. Ахметжанов Б., Тажибекова К.Б., Шаметова А.А. Analysis of development of the coal industry of Kazakhstan // Известия Национальной Академии Наук Республики Казахстан, Алматы: ҚР Ұлттық ғылым академиясы, 2018, № 5 (321), С. 68-70.
5. Ахметжанов Б., Тажибекова К.Б., Шаметова А.А. Методические основы расчета экономической эффективности использования углей в промышленности // Республиканский журнал «Труды Университета». Караганда: КарГУ, 2018. № 4. С. 116-119.

Қайнама кен орнының көмірін терең өңдеудің экономикалық негіздемесі

¹*КУЛЬЖАКАЕВ Нурлан Балбатырович, директор, kulzhakaev@mail.ru,

¹КУЛЬЖАКАЕВ Ержан Нурланович, т.ғ.м., бас инженер, kulzhakaev@mail.ru,

¹«Қайнама Көмір» ЖШС, Қазақстан, 140800, Павлодар облысы, Май ауданы, Көктөбе ауылы, Казыбек Би көшесі, 26-2,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Жұмыста Қайнама кен орнының көмірін терең өңдеудің экономикалық тиімділігін теориялық, әдіснамалық және аналитикалық зерттеу нәтижелері келтірілген. Электр энергиясын, сұйық отын мен тыңайтқыштарды өндіруде қайнама көмірін қолданудың экономикалық тиімділігін бағалау бойынша зерттеулер мен есептеулердің нәтижелері көрсетілген. Көмір пайдаланылатын электр энергиясын, сұйық отын мен тыңайтқыштарды өндіру жөніндегі жаңа технологияларды өндіріске енгізу ұсынымдар әзірлеуді және оларды өндіріске енгізудің экономикалық негіздемесін талап етеді. Қайнама кен орнының макроортасына талдау және SWOT негізгі күшті және әлсіз жақтарын, мүмкіндіктер мен қауіптерге талдау жүргізілді. Көмірді терең өңдеуге қаржылық-экономикалық талдау жүргізілді. Кәсіпорынның макро және микроортасына талдау жасалды. Талдау нәтижелері бойынша кәсіпорынның көмір нарығында көшбасшы болып табылатын бәсекелестері бар екенін көруге болады.

Кілт сөздер: көмір, талдау, терең өңдеу, электр энергиясын өндіру, бәсекелестер.

Economic Justification of Deep Processing of Coal from the Kainama Deposit

¹*KULZHAKAEV Nurlan, Director, kulzhakaev@mail.ru,

¹KULZHAKAEV Yerzhan, Mast. Tech. Sci., Chief Engineer, kulzhakaev@mail.ru,

¹Kainama Komir LLP, Kazakhstan, 140800, Pavlodar Region, May District, Koktobe Village, Kazbek Bi Street, 26-2,

*corresponding author.

Abstract. The paper presents the results of a theoretical, methodological and analytical study of the economic efficiency of deep processing of coal from the Kainama deposit. The results of research and calculations of the assessment of the economic efficiency of the use of Kainamin coals in the production of electric energy, liquid fuel and fertilizers are shown. The introduction of new technologies for the production of electricity, liquid fuel and fertilizers using coal into production requires the development of recommendations and an economic justification for their introduction into production. The analysis of the macroenvironment of the Kainama field and the SWOT analysis of the main strengths and weaknesses, opportunities and threats are carried out. The financial and economic analysis of deep processing of coal is carried out. The analysis of the macro and microenvironment of the enterprise is carried out. According to the results of the analysis, it is clear that the company has competitors who are leaders in the coal market.

Keywords: coal, analysis, deep processing, electricity production, competitors.

REFERENCES

1. Godovye otchety TOO «Kajnama Komir», 2018, 2019, 2020 gody, pp. 10-25.
2. Ob utverzhenii Konceptii razvitiya toplivno-energeticheskogo kompleksa Respubliki Kazahstan do 2030 goda. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 28 iyunya 2014 goda, no. 724.
3. Islamov S.R. Pererabotka burogo uglya po skheme energotekhnologicheskogo klastera // Ugol'. – 2009. – No. 3. – pp. 69-71.
4. Ahmetzhanov B., Tazhibekova K.B., Shametova A.A. Analysis of development of the coal industry of Kazakhstan // Izvestiya Nacional'noj Akademii Nauk Respubliki Kazahstan, Almaty: ҚР Ұлттық ғылым академиясы, 2018, no. 5 (321), pp. 68-70.
5. Ahmetzhanov B., Tazhibekova K.B., Shametova A.A. Metodicheskie osnovy rascheta ekonomicheskoy effektivnosti ispol'zovaniya uglej v promyshlennosti // Respublikanskij zhurnal «Trudy Universiteta». Karaganda: KarGTU, 2018. No. 4. pp. 116-119.