

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОЙ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОЙ И ПЛАЗМЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕКАРБОНАТНОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ С ПОЛУЧЕНИЕМ ПРОДУКЦИИ ТОПЛИВНОГО И НЕТОПЛИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.В. Жуков, профессор Школы экономики и менеджмента ДВФУ, Дальневосточный федеральный университет, д-р техн. наук, yul25juk@mail.ru

Рассмотрены научно-методические, организационные и экономико-технологические принципы рационального природопользования и организации конкурентоспособного производства в Приморском крае. Разработана экономико-технологическая модель технологий и технических средств глубокой химической поэтапной переработки углекарбонатного минерального сырья на основе безотходных ресурсо- и энергосберегающих электротермических и плазменных технологий и комплексов технических средств. Составлено укрупненное ТЭО организации производства конкурентоспособной продукции; произведен расчет основных технико-экономических параметров вновь создаваемого производства для получения продукции топливного и нетопливного назначения на основе запатентованных способов и конструкционных моделей.

Ключевые слова: научно-методические, экономико-технологические принципы, рациональное природопользование, конкурентоспособность, технологические модули, укрупненное технико-экономическое обоснование, топливное, нетопливное назначение.

DEVELOPMENT OF PRINCIPLES OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AND THE ORGANIZATION OF COMPETITIVE PRODUCTION BASED ON AN INTEGRATED ELECTRO-THERMAL AND PLASMA PROCESSING OF COAL CARBONATE MINERAL RAW MATERIALS TO PRODUCE PRODUCTS OF THE FUEL AND NON-FUEL PURPOSES

A.V. Zhukov, Professor at the School of Economics and Management of FEFU, Far Eastern Federal University, Ph.D. of Engineering, yul25juk@mail.ru

The article has considered scientific-methodological, organizational and economic-technological principles of environmental management and the organization of competitive production in the Primorsky Region. The article has developed economic-technological model of processes and technical means deep chemical step-by-step processing of coal carbonate mineral raw materials on the basis of resources- and energy-saving electro-thermal and plasma technologies and technical device complexes. Rough feasibility study has been made of the organization of production of competitive products; calculation of the basic technological and economic parameters of the newly created production to obtain products of the fuel and non-fuel purposes based on the patented methods and structural models.

Keywords: methodological, economic and technological principles, environmental management, competitiveness, processing modules, rough, feasibility study, fuel, non-fuel purpose.

В статье рассмотрены основные фундаментальные положения экономико-технологической концепции рационального природопользования: создание экологически безопасных и безотходных ресурсо- и энергосберегающих технологий комплексной химической перера-

ботки карбонатного и угольного минерального сырья с использованием нескольких модулей, обеспечивающих получение:

- на первом этапе: карбида кальция, оксида кальция, углекислоты;
- на втором этапе: продуктов переработки карбида кальция – синтетического газообразного и жидкого топлива и продукции нетопливного назначения.

В качестве примера экономико-технологической модели организации производства более подробно представлена характеристика электротермического и плазменного комплекса оборудования по производству карбида кальция и углекислоты. В статье приведен пример использования электротермической печи РКЗ-2,5 и плазменного реактора мощностью 500 кВт для получения карбида кальция и продуктов его переработки: ацетилена, сельскохозяйственных препаратов: регуляторов роста и защиты растений («Регрост» и «Такар»).

Для иллюстрации эффективности применения разработанных нами ресурсо- и энергосберегающих технологий переработки углекарбонатного минерального сырья разработана сравнительная комплексная таблица технико-экономических показателей инвестиционных проектов в цементной промышленности (использующей в качестве главных минеральных компонентов также известняк и каменный уголь) с показателями производства карбида кальция и углекислоты, продуктами дальнейшей переработки карбида кальция в продукцию топливного и нетопливного назначения.

Технология получения карбида кальция допускает использование извести или известняка в качестве кальцийсодержащих материалов, кокса или каменного угля в качестве углеродосодержащих материалов. Анализ химического состава углей месторождений Дальневосточного федерального округа и других регионов России показывает, что, в основном, для производства карбида кальция в наибольшей мере по своим физико-химическим характеристикам удовлетворяют угли каменноугольных месторождений.

В Приморском крае разведан ряд месторождений известняка. В геолфондах бывшего ПГО «Приморгеология» имеются отчеты о геологоразведочных работах, проведенных на месторождениях Длинногорское, Высокий Утес, Сухая Скала, Фроловское и др. Минеральное сырье этих месторождений пригодно для производства карбида кальция.

В настоящее время в России фирмами НПП «Энерготерм-система» и «Метмаш» выпускаются комплексы оборудования для производства карбида кальция производительностью 1500; 2500; 6000 т в год. Карбид кальция используется для производства ацетилена, который получают на специальных ацетиленовых станциях производительностью от 10 до 80 м³/час. В Дальневосточном регионе России ацетилен, в основном, используется в качестве высокотемпературного энергоносителя для сварки и резки черных и цветных металлов.

Способы и установки для переработки углекарбонатного минерального сырья

Задачами, на решение которых направлены предлагаемые технические и технологические решения, являются расширение спектра получаемых товарных продуктов, исключение загрязнения окружающей среды отходами производства и исключение появления техногенных отходов.

Производимые продукты:

Первая очередь горно-химического предприятия включает 4 подсистемы:

- производство карбида кальция, негашеной и гашеной извести, синтез углекислоты (утилизация отходящих газов при производстве карбида кальция);
- переработка карбида кальция в ацетилен;
- переработка карбида кальция в препараты ускорения роста и защиты растений («Регрост» и «Такар»);
- переработка ацетилена (C₂H₂) для получения синтетического этилена, синтетического этанола, дихлорэтана (растворителя), этиленгликоля (антифриза), ацетона и синтетических высыхающих масел.

Вторая очередь горно-химического предприятия включает пятую подсистему по переработка ацетилена для получения продукции топливного и нетопливного назначения:

- Ацетилен → Уксусный альдегид → Этиловый спирт (этанол);
- Ацетилен → Уксусный альдегид → Этиловый спирт (этанол) → Уксусно-этиловый эфир;
- Ацетилен → Винил-ацетилен → Дивинил-ацетилен → Синтетические высыхающие масла (олифа);
- Ацетилен → Винил-ацетат → Пластические массы;
- Ацетилен → Винил-хлорид → Пластические массы;
- Ацетилен → Винил-ацетилен → Виниловые эфиры;
- Ацетилен → Синильная кислота → Акрилонитрил → Синтетические каучуки → Синтетические волокна.

В традиционных установках для производства карбида кальция окись углерода выбрасывалась в атмосферу, что загрязняло окружающую среду и предъявляло повышенные экологические требования по размещению такого оборудования. В статье рассмотрена запатентованная установка для утилизации окиси углерода и получения дополнительно углекислоты. По желанию заказчика она может быть получена в жидком, газообразном или твердом состоянии. Углекислота широко используется в производстве минеральных вод, сладких газированных напитков, пива, при ведении сварочных работ, для пожаротушения и изготовления «сухого льда» [1–10].

Для получения регуляторов роста и препаратов защиты растений на основе карбида кальция (РРПЗР) нами предлагаются новые средства надежного повышения урожая, прошедшие лабораторные испытания, проведенные в институте НИИ ХИММАШ (г. С-Петербург): для стимуляции роста растений «Регрост», для защиты растений – «Такар».

«Регрост» – изготовлен из веществ, образующих в почве и растениях с помощью микроорганизмов природный гормон роста и развития растений – этилен. Для повышения содержания этилена в почве выпускаются препараты марки А и Б, в плодах – марку Д. Препараты выпускаются в виде таблеток и порошков. «Регрост» - отличается от известных регуляторов роста: гидрена, кампозена нетоксичностью, применением на всех фазах развития растений от обработки семян до созревания плодов, эффективностью на овощных, бахчевых и зерновых культурах, а также ягодных кустарниках (крыжовник, смородина, малина и др.). При обработке семян и растений регростом уменьшается поражаемость растений болезнями (бактериозом, бурой ржавчиной, полиспорозом, фузариозом) в 3–5 раз.

«Такар» – новое эффективное средство защиты растений от вредителей садово-ягодных, огородных и цветочных культур, а также удобрение для нейтрализации кислых почв. Содержит азот, фосфор, калий в количествах, превосходящих их содержание в органических удобрениях (навозе, птичьим помете). «Такар», как средство защиты растений используется для уничтожения тли, белокрылки, долгоносика и других вредителей на огурцах, капусте, томатах, плодовых деревьях и кустарниках. Эффективность действия – 90–100%. Урожайность овощных культур повышается на 20–50 %, картофеля – 30 %.

В производственном комплексе для получения карбида кальция производится предварительный обжиг известняка (CaCO_3) с получением окиси кальция (CaO) и углекислого газа (CO_2); шихта из окиси кальция (CaO) и каменный уголь (C) или кокс используется для получения карбида кальция (CaC_2). Образующиеся при обжиге известняка углекислый газ (CO_2) и производстве карбида кальция окись углерода (CO) улавливаются, и с помощью оборудования для улавливания отходящих газов из них производится углекислота (H_2CO_3).

При получении ацетилена из карбида кальция образуется гашеная известь – $\text{Ca}(\text{OH})_2$, которая используется в строительстве, сельском хозяйстве. Из карбида кальция с использованием азота (N_2) получают карбамид – $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Синтез карбамида (мочевина) также возможен с участием углекислого газа (CO_2) путем присоединения аммиака (NH_3).

Электротермические технологии, предлагаемые на первом этапе в производственном комплексе, проверены и гарантированы, общий состав оборудования не является уникаль-

ным – риск потери времени и усилий с целью сбалансирования и оптимизации работы комплекса практически сведен к нулю. Риски сырьевого дефицита также практически равны нулю. Производственный объект по комплексной переработке известняка предусматривает применение надежных, проверенных многолетней практикой электротермических печей РКЗ-2,5 мощностью 2500 кВт с выпуском карбида кальция 2500 т/год.

Стоимость оборудования с монтажными и пуско-наладочными работами составляет 240–280 млн руб. / 7 млн долл. США (в ценах 2011 г.). Не учтены затраты на предпроектные исследования, технологический и строительный проекты, строительную часть и электрообеспечение, так как предполагается использование существующих площадей промышленных предприятий. Это дополнительно составляет 28,0–30,0 млн руб. Кроме того, на проведение ОКР и создание установки с плазменным реактором мощностью 500 кВт ориентировочно составят 70–80 млн руб. Создание плазменной установки с реактором 500 кВт целесообразно в период проведения предпроектных исследований и выполнения технологического и строительного проектов. Проектирование, строительство, монтаж и запуск в эксплуатацию первой очереди горно-химического комплекса 21–24 мес. от начала финансирования проекта. Срок окупаемости капитальных вложений – 3,0–3,5 года.

В комплексной таблице технико-экономических показателей инвестиционных проектов представлены показатели работы ОАО «Спасскцемент» по производству цемента различных марок в 2012 г. Основным исходным показателем для сравнения являются объемы используемого в течение года минерального сырья: в графе 3.1 показано, что в сравниваемых вариантах принимается для расчетов – 990 990 т известняка \approx 1,0 млн т. По второму компоненту – углю для производства карбида кальция, его требуется примерно на 100 тыс. т больше, но это полностью компенсируется исключением в данном производстве других минеральных ресурсов: глинистых, гипсовых компонентов и др.

Анализ приведенных данных, на примере производства цемента различных марок ОАО «Спасскцемент» в течение одного года (переработка углекислотного минерального сырья: известняк – 990 990 т; уголь – 218 018 т в сравнении с переработкой известняка такого же количества 990 990 и 315 315 т угля по предлагаемым инновационным технологиям с применением электротермических печей и проектируемых плазменных реакторов) показывает, что такие экономические показатели как выручка, рентабельность продукции, прибыль выше в несколько раз.

Вышеприведенные данные по проекту переработки карбонатного и угольного минерального сырья с применением ресурсо- и энергосберегающих технологий только по первой подсистеме (получение карбида кальция и уголекислоты) показывает их высокую эффективность и что не менее важно – экологическую безопасность.

Технико-экономические расчеты использования вновь создаваемой установки для переработки карбонатного и угольного минерального сырья с применением опытно-промышленного плазменного реактора мощностью 500 кВт по всей вышерассмотренной технологической цепи выпускаемой продукции: карбид кальция, уголекислота, ацетилен, «Регрост» и «Такар» при тех же годовых объемах потребляемого минерального сырья – 990 990 т известняка и 315 315 т каменного угля показывают следующие интегральные параметры производства:

- объем инвестиций, млн руб. – 21 375;
- объем выпускаемой продукции, т:
- карбид кальция – 450 450/656 250;
- уголекислота – 492 244/616 360;
- ацетилен – 54 000; «Регрост» – 90 000; «Такар» – 144 000;
- численность производственного персонала, чел. – 10 425;
- рентабельность реализованной продукции, % – 68,9–69,3;
- выручка, млн руб. – 87 043–95 359;
- прибыль, млн руб. – 60 912–65 053;
- выручка на 1 чел. в год, млн руб. – 8,9.

Комплексная таблица технико-экономических показателей инвестиционных проектов

№ пп	Наименование ТЭП	Ед. изм.	Вид выпускаемой продукции														
			Цемент	РКЗ – 2,5			Плазменный реактор мощностью 500 кВт			Итого							
				Карбид кальция	Углекислота	Итого	Карбид кальция	Углекислота	Итого								
1	Количество установок	шт.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	375	–
2	Объем выпускаемой продукции	т	1 415 700	450 450	630 630	–	–	–	450 450	616 369/492 244	–	–	–	–	–	–	–
3	Объем минерального сырья:																
3.1	Известняк	т	990 990	990 990	–	–	–	990 990	990 990	–	–	–	–	–	–	–	990 990
3.2	Уголь	т	218 018	315 315	–	–	–	315 315	315 315	–	–	–	–	–	–	–	315 315
4	Себестоимость производства	руб./т	1826	18 220	4998	–	–	–	13 990	4172	–	–	–	–	–	–	–
5	Цена отпускная	руб./т	3286	30 000–36 000	15 000–25 000	–	–	–	30 000–36 000	15 000–25 000	–	–	–	–	–	–	–
6	Численность ППП	чел.	1785	5400	2700	–	–	8100	3375	1500	–	–	–	–	–	–	4875
7	Рентабельность продукции	%	21,42	29,36–37,80	51,67–63,00	–	–	39,06–50,23	41,66–48,05	56,93–66,31	–	–	–	–	–	–	47,06–55,93
8	Выручка	млн руб.	4652	13 514–16 216	9460–15 766	–	–	22 673–31 982	13 514–16 216	7384–12 306	–	–	–	–	–	–	20 898–28 522
9	Выручка на 1 человека в год	млн руб.	2,61	2,50–3,00	3,50–5,83	–	–	2,83–3,94	4,00–4,80	5,15–8,59	–	–	–	–	–	–	4,35–5,97
10	Прибыль	млн руб.	959,18	3968–6130	4888–9933	–	–	8856–16 063	5630–7791	4204–8160	–	–	–	–	–	–	9834–15 951
11	Объем известняка на 1 т выпускаемой продукции	т/т	0,70	2,20	–	–	–	2,20	2,20	–	–	–	–	–	–	–	2,20
12	Объем угля на 1 т выпускаемой продукции	т/т	0,15	0,70	–	–	–	0,70	0,70	–	–	–	–	–	–	–	0,70
13	Запраты электроэнергети на 1 т продукции	кВтч	182,30	4000	1000	–	–	5000	2700	1000	–	–	–	–	–	–	3700

Заключение

Традиционные электротермические технологии получения карбида кальция характеризуются высокой энергоемкостью и оборудование необходимо размещать в специальных помещениях. Кроме того, в традиционных технологиях окись углерода выбрасывается в атмосферу, что загрязняет окружающую среду и предъявляет повышенные экологические требования по размещению такого производства. Утилизация отходящих газов позволяет получить углекислоту в газообразном, жидком и твердом состоянии («сухой лед»).

В уже разработанных и запатентованных ресурсо- и энергосберегающих технологиях предусматривается комплексная безотходная переработка углекarbonатного минерального сырья с использованием нескольких модулей, обеспечивающих получение на первом этапе: карбида кальция, оксида кальция, углекислоты; на втором этапе – продуктов переработки карбида кальция: синтетического газообразного и жидкого топлива и продукции нетопливного назначения.

Инвестиционная привлекательность данного проекта велика, поскольку его реализация позволяет использовать местные недифицитные источники минерального сырья и производить на его основе ценные продукты с высокой добавленной стоимостью и с достаточно высокой устойчивостью спроса для различных отраслей экономики и широкого спектра применения, что обеспечивает повышенную экономическую устойчивость предприятия при изменениях конъюнктуры рынка в тех или иных различных его сегментах. Основная прибыль получается от реализации сельскохозяйственных препаратов («Регрост» и «Такар»), цена на которые в проекте принята в 1,5–2,0 раза ниже импортных аналогов. Учитывая новизну препаратов предполагаются акции по предварительному (параллельно со строительством комплекса) информированию потребителей о преимуществах препаратов «Регрост» и «Такар» по сравнению с известными отечественными и зарубежными аналогами.

К сожалению, в Российской Федерации до настоящего времени не спроектировано и не построено ни одного завода с вышерассмотренным ассортиментом продукции. В связи с этим основными задачами НИОКР являются:

1. Разработка физико-химической модели технологических процессов и опытно-промышленной установки для переработки карбонатов и угля с плазменным реактором мощностью 500 кВт.

2. Разработка высокопроизводительных поточных технологий производства карбида кальция и углекислоты на основе мобильной плазменной установки модульного исполнения по всей технологической схеме.

3. Разработка инновационных ресурсо- и энергосберегающих технологий и комплекса технических средств для производства широкого спектра синтетических газообразных и жидких энергоносителей, а также продукции нетопливного назначения.

4. Разработка проекта региональной отраслевой программы «Перспективы строительства в ДВФО горно-химических предприятий (концерна) и обоснование приоритетных направлений организации промышленного производства по переработке углекarbonатного и угольного минерального сырья для получения конкурентоспособной продукции топливного и нетопливного назначения».

Разработка технического задания (ТЗ) на выполнение НИР, ОКР, ТЭО с решением следующих задач: рассмотрение альтернативных вариантов размещения предприятий вновь проектируемого горно-химического комплекса; разработка инновационных технологий и комплекса технических средств для промышленной переработки углекarbonатного минерального сырья с применением плазменного реактора мощностью 500;1000 кВт. Разработка проекта региональной отраслевой программы и технического задания на выполнение НИР, ОКР, ТЭО планируется в 2015 г.

Список литературы

1. Сорокин А.П., Авдейко Г.П., Алексеев А.В., Бакланов П.Я., Жуков А.В., Подолян В.И. и др. Стратегия развития топливно-энергетического потенциала Дальневосточного экономического района до 2020 г. / Под ред. чл.-корр. РАН А.П. Сорокина. Владивосток, Дальнаука, 2001, 112 с.
2. Жуков А.В., Ковалев В.Н. Установка для переработки углекarbonатного минерального сырья. Патент RU № 39598 по заявке № 2003133853 от 24.11.2003 г.
3. Жуков А.В., Ковалев В.Н. Способ переработки углекarbonатного минерального сырья. Патент № 2256611 по заявке 2003134108 от 24.11.2003 г.
4. Жуков А.В., Ковалев В.Н., Авдалян С.М. Инновационные технологии и установка для комплексной химической переработки углекarbonатного минерального сырья. Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования, образование. Т. 1: Сб. т-ов Первой международной НПК «Исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности» / Под ред. А.П. Кудинова, Г.Г. Матвиенко. Спб. Изд-во Политехн. ун-та, 2005. С. 221–222.
5. Антонов П.Н., Первухин П.Н. Системный анализ горногеологических и качественных характеристик локальных участков угольных месторождений Приморского края, пригодных для производства карбида кальция. Сб. т-ов НПК, посвященной 15-летию ИЭУ ДВГТУ, 27–28 сентября 2006 г., Владивосток. Изд-во ДВГТУ, 2006, с. 68–73.
6. Жуков А.В., Яковлев А.Д., Ковалев В.Н., Первухин П.Н. Эффективные технологии получения и использования высокотемпературных энергоносителей на основе химической переработки углекarbonатного минерального сырья. Сб. т-ов НПК, посвященной 15-летию ИЭУ ДВГТУ, 27–28 сентября 2006 г., Владивосток. Изд-во ДВГТУ, 2006, с. 75–77.
7. Жуков А.В., Звонарев М.И., Жукова Ю.А. Способ переработки углекarbonатного минерального сырья. Патент RU 2367604 С1, опубл. 20.09.2009. Бюл. № 26, с. 7.
8. Жуков А.В., Звонарев М.И., Жукова Ю.А. Установка для переработки углекarbonатного минерального сырья. Патент RU 2367645 С1, опубл. 20.09.2009. Бюл. № 26, с. 8.
9. Жуков А.В. Рациональное природопользование, ресурсо- и энергосбережения: безотходные, экологически безопасные технологии комплексной переработки карбонатного и угольного минерального сырья. М. Изд-во «Академия Естествознания», Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, № 12, 2010, с. 147–150.
10. Zhukov A.V., Zhukova Y.A. The perspectives for construction of mining-chemical enterprise and basic directions of productions organization on coal-carbonate mineral raw materials processing for competitive production of fuel and non-fuel applications obtaining in Far-Eastern federal region. Proceedings of 7th International Scientific Conference «Education and science without borders», Munich, 2013. № 2. Available at: <http://www.science-sd.com/455-24239>.

References

1. Sorokin A.P., Avdeiko G.P., Alekseev A.V., Baklanov P.Y., Zhukov A.V., Podolyan V.I. et al. (2001) *Strategiya razvitiya toplivno-energeticheskogo potentsiala Dal'nevostochnogo ekonomicheskogo rayona do 2020 goda. Pod red. chl.-korr. RAN A.P. Sorokina* [The development strategy of the fuel and energy potential of the Far Eastern economic region until 2020. Edited by RAS Corresponding Member, A.P. Sorokin]. *Dal'nauka* [«Dal'nauka» Publishers], Vladivostok, 112 p.
2. Zhukov A.V., Kovalev V.N. *Ustanovka dlya pererabotki uglekarbonatnogo mineral'nogo syr'ya. Patent RU № 39598 po zayavke № 2003133853 ot 24.11.2003 g.* [Installation for recycling of coal and carbonate minerals. Patent RU № 39598 Application number 2003133853 dated 24.11.2003].
3. Zhukov A.V., Kovalev V.N. *Sposob pererabotki uglekarbonatnogo mineral'nogo syr'ya. Patent № 2256611 po zayavke 2003134108 ot 24.11.2003 g.* [Method for processing of coal and carbonate minerals. Patent number 2256611. Application number 2003134108 dated 24.11.2003].
4. Zhukov A.V., Kovalev V.N., Avdalyan S.M. (2005) *Innovatsionnye tekhnologii i ustanovka dlya kompleksnoy khimicheskoy pererabotki uglekarbonatnogo mineral'nogo syr'ya. Vysokie tekhnologii, fundamental'nye i prikladnye issledovaniya, obrazovanie. T.1: Sb. trudov Pervoy mezhdunarodnoy NPK «Issledovaniya, razrabotka i primeneniye vysokikh tekhnologiy v promyshlennosti».* Pod red. A.P. Kudinova, G.G. Matvienko [Innovative tech-

nologies and installation of integrated chemical processing of carbon(ate) mineral raw materials. High technology, basic and applied research, and education. Proceedings of the First International SPC «Research, development and application of high technologies in industry». Ed. A.P. Kudinova, G.G. Matvienko. [Publishing House of the Polytechnic University], SPb, vol. 1, pp. 221–222.

5. Antonov P.N., Pervukhin P.N. (2006) *Sistemnyy analiz gornogeologicheskikh i kachestvennykh kharakteristik lokal'nykh uchastkov ugol'nykh mestorozhdeniy Primorskogo kraya, prigodnykh dlya proizvodstva karbida kal'tsiya*. Sb. Tr-ov NPK, posvyashchenoy 15-letiyu IEU DVG TU, 27–28 sentyabrya 2006 g. [System analysis of mining, geological and qualitative characteristics of local areas of the coal deposits of Primorsky Krai, suitable for the production of calcium carbide. Collection of Papers of NPK, dedicated to the 15th anniversary of the IED FESTU, 27–28 September 2006]. *Izd-vo DVG TU* [Publishing House of FESTU], Vladivostok, pp. 68–73.

6. Zhukov A.V., Yakovlev A.D., Kovalev V.N., Pervukhin P.N. (2006) *Effektivnye tekhnologii polucheniya i ispol'zovaniya vysokotemperaturnykh energonositeley na osnove khimicheskoy pererabotki uglekarbonatnogo mineral'nogo syr'ya*. Sb. Tr-ov NPK, posvyashchenoy 15-letiyu IEU DVG TU, 27–28 sentyabrya 2006 g. [Effective technologies for obtaining and using high-energy-based chemical processing of coal and carbonate minerals. Collection of Papers of NPK, dedicated to the 15th anniversary of the IED FESTU, 27–28 September 2006]. *Izd-vo DVG TU* [Publishing House of FESTU], Vladivostok, pp. 75–77.

7. Zhukov A.V., Zvonarev M.I., Zhukov Y.A. *Sposob pererabotki uglekarbonatnogo mineral'nogo syr'ya*. Patent RU 2367604 S1, opubl. 20.09.2009. Byul. № 26, s. 7. [Method for processing of coal and carbonate minerals. Patent RU 2367604 C1, publ. 20.09.2009. Bull. Number 26, p. 7].

8. Zhukov A.V., Zvonarev M.I., Zhukov Y.A. *Ustanovka dlya pererabotki uglekarbonatnogo mineral'nogo syr'ya*. Patent RU 2367645 S1, opubl. 20.09.2009. Byul. № 26, s.8. [Installation for processing of coal and carbonate minerals. Patent RU 2367645 C1, publ. 20.09.2009. Bull. Number 26, p. 8].

9. Zhukov A.V. (2010) *Ratsional'noe prirodopol'zovanie, resurso- i energosberezheniya: bezotkhodnye, ekologicheski bezopasnye tekhnologii kompleksnoy pererabotki karbonatnogo i ugol'nogo mineral'nogo syr'ya* [Environmental management, resource and energy conservation, waste-free, environmentally safe technologies for complex processing of coal and carbonate minerals]. *Izd-vo «Akademiya Estestvoznaniya», Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [Publishing House of the «Academy of Natural Sciences», International Journal of applied and basic research], Moscow no. 12, pp. 147–150.

10. Zhukov A.V., Zhukova Y.A. The perspectives for construction of mining-chemical enterprise and basic directions of productions organization on coal-carbonate mineral raw materials processing for competitive production of fuel and non-fuel applications obtaining in Far-Eastern federal region. Proceedings of 7th International Scientific Conference «Education and science without borders», Munich, 2013, no 2. Available at: <http://www.science-sd.com/455-24239>.