

А.И. Матвеев, Д.А. Осипов, К.С. Попова

О НЕОБХОДИМОСТИ «ОБЛАГОРАЖИВАНИЯ» УГЛЕЙ ЛЕНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Аннотация. Основными факторами, препятствующими более интенсивному развитию угледобычи в Якутии, является низкий уровень переработки и облагораживания угля, почти полное отсутствие мощностей по переработке угля на угледобывающих предприятиях. Рассмотрена проблема глубокой переработки жизненно необходимых бурых углей Ленского бассейна с точки зрения стимулирования частных предприятий с применением механизма государственно-частного партнерства в сфере ЖКХ. При этом, возможное снижение транспортных расходов в структуре тарифа на тепловую энергию теплоснабжающих организаций за счет использования качественного местного сырья для Центральных, Западных и Северных районов РС (Я) предусматривает экономию средств на создание вышеуказанного комплекса и повышения показателей надежности у теплоснабжающих ресурсоснабжающих организаций. Проведенные экспериментальные исследования показывают, что повышение теплотворной способности от проведения энергосберегающих мероприятий путем создания прочных, водостойчивых топливных брикетов составляет 43,2%.

Ключевые слова: Ленский угольный бассейн, брикетный комплекс, Кировский угольный разрез, обогащение углей, энергобезопасность.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-11-0-161-170

Минерально-сырьевая база

В Республике Саха (Якутия) расположены Южно-Якутский, Ленский, Зырянский угольные бассейны и восточная часть Тунгусского бассейна (рис. 1). Прогнозные ресурсы углей Южно-Якутского угольного бассейна оцениваются более 40,0 млрд т углей Зырянского бассейна по категориям составляют 8,5 млрд т, где распространены только каменные угли. Прогнозные ресурсы углей Ленского бассейна оцениваются в 840 млрд т. В Ленском бассейне преобладающая часть месторождений содержит пласты бурых углей (Кангаласское, Кировское, Кемпендяйское), и только месторождения, расположенные в Приверхоянском краевом прогибе, содержат каменные угли марок Д и Г (Сангарское, Джебарикки-Хая).

Сводным отчетным балансом запасов угля Республики Саха (Якутия) по состоянию на 01.01.2016 г. учитывается 48 месторождений, которые объединяют 92 участка. Кроме учтенных Сводным отчетным балансом месторождений, выявлено большое количество углепроявлений. Угольная сырьевая база Республики Саха (Якутия) по состоянию на 01.01.2016 г. оценивается в 14,4 млрд т, в том числе балансовые запасы: категории А+В+С₁ — 9750,936 млн т, категории С₂ — 4610,266 млн т; забалансовые запасы — 222,819 млн т (Данные Якутский филиал ФБУ «ГКЗ»).

Угледобывающие предприятия условно разделены на северную и южную группы. Основное отличие заключается в том, что северная группа предприятий ведет добычу энергетических и бурых



Рис. 1. Карта основных месторождений угля и угледобывающих предприятий Республики Саха (Якутия)

Fig. 1. Map of basic coal deposits and mines in the Republic of Sakha (Yakutia)

углей для нужд жилищно-коммунального хозяйства, их производство имеет сезонный характер, где основной объем поставок внутри республики приходится на навигационный период.

Работа угледобывающих предприятий Юга республики в основном ориентирована на поставку угля за пределы республики (Хабаровский край, Иркутская область, Красноярский край, Амурская область и др.), в том числе на экспорт (Япония, Китай, Южная Корея, Украина и др.).

Так, в Южно-Якутском и Зырянском бассейнах распространены только каменные угли. В Ленском бассейне преоб-

ладающая часть месторождений содержит пласты бурых углей (Кангалаское, Кировское, Кемпедняйское), и только месторождения, расположенные в Приверхоянском краевом прогибе, содержат каменные угли марок Д и Г (Сангарское, Джебарики-Хая). Наименее метаморфизованные угли (марки Б₁) встречены на месторождениях, геологически обособленных от крупных бассейнов (Куларское, Уяндинское, Эликчанское).

Таким образом, в топливно-энергетическом балансе Якутии, как и в ряде других регионов страны, основная доля топлива приходится на низкосортные бурые угли, которые не используются в

связи с низкими потребительскими качествами такими как повышенная зольность, влажность и окисляемость угля. Кроме того, географическое расположение месторождений, транспортная удаленность ведет к необходимости повышения качества добываемого угля.

Нормативно-правовая база

В топливно-энергетическом балансе Республики Саха (Якутия) угли Ленского бассейна, состоящего из 60% приходится на бурые угли марки Б, имеют важное значение в обеспечении Центральных, Западных и Северных районов энергоресурсом для тепловой энергии. Однако, повышенная зольность, влажность и окисляемость бурого угля, недостаточная развитость промышленной инфраструктуры в районах развития добычи угля отрицательно влияет на его качество и, как следствие, на их стоимость. В связи с тем, угольным организациям невыгодно заниматься бурым углем, несмотря на то, что они являются крайне важным топливно-энергетическим ресурсом.

Для обоснования экономической целесообразности создания комплекса по переработке бурых углей на качественное топливо для нужд ЖКХ предлагается рассмотреть на проблему качества угля с точки зрения сотрудничества между государством в лице его органов и субъектами хозяйствования, основанное на договоре.

Федеральный закон № 224-ФЗ от 13.07.2015 «О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [6] дает возможность на наш взгляд посмотреть на проблему перерабатывающей отрасли с новой стороны и служит серьезным стимулом для привлечения внебюджетного финансирования не толь-

ко в крупные проекты, но и в небольшие инфраструктурные проекты в регионах таких как организация брикетно-сортировочных комплексов бурого угля.

Механизм ГЧП позволяет не только привлекать средства к реализации социально значимых для города, поселения проектов, но и находить самые современные технические решения и эффективно управлять созданными объектами. При этом государство играет главную роль, контролируя сбытовой рынок [3].

Отметим, что помимо региональных актов, регламентируют сферу ГЧП также Федеральный закон от 21.07.2005 г. № 115-ФЗ «О концессионных соглашениях» [4] и Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд». В какой-то степени регулирует ГЧП и Федеральный закон РФ от 22.07.2005 г. № 116-ФЗ «Об особых экономических зонах в РФ» [5] (предоставление бизнесу льгот на определенной территории — тоже вариант ГЧП в широком смысле).

Особенности соглашений государственно-частного партнерства в сфере ЖКХ при создании инновационных центров по переработке угля может регулироваться тарифной политикой регулируемых цен (тарифов) в сфере теплоснабжения, которые регулируются Федеральным законом от 27.07.2010 № 190 «О теплоснабжении» [7].

Рынок бурого угля в Республике Саха (Якутия)

Для труднодоступных северо-восточных, в том числе арктических, районов России уголь остается одним из наиболее важных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), несмотря на общее снижение его доли в топливно-энергетическом балансе. При установлении тарифа на тепловую энергию (мощность) топлив-

Таблица 1

Доля потребления основных энергоресурсов РС (Я) для нужд ЖКХ
Consumption of basic energy resources by the municipal housing economy
in the Republic of Sakha (Yakutia)

Показатели	Уголь	Газ	Нефть	Газоконденсат	Дрова
Объем топлива, т.у.т.	1 115 361	1 027 669	892 450	16 345	4546
Доля, %	49,5	45,6	4,0	0,7	0,2

Источник: Данные ГКЦ РС(Я) от 01.01.2018 г.

ная составляющая играет немаловажную роль, и с учетом затрат по доставке и хранению сырья составляет в среднем до 60% в структуре тарифа. Уголь в т.у.т. (тонн условного топлива) является основным энергоресурсом в РС (Я) для нужд ЖКХ (табл. 1).

В самых труднодоступных районах затраты на приобретение угля составляют 15–20%, остальное — доля водного и автомобильного транспорта, оплата хранения и перевалки. Ситуацию усложняют очаговый характер расселения (75 тыс. чел. в 104 населенных пунктах на необустроенных территориях общей площадью 1,6 млн км²), необходимость

содержания большого количества котельных (более 140, в том числе 69 угольных) и дизельных электростанций [1].

Каменные угли, поставляемые в центральные и северные улусы, добываются только в Зырянском, Джебарики-Хаинском и Харбалахском месторождениях, географическое расположение которых не позволяет обеспечить их экономически эффективную поставку на всю территорию республики. Высокие затраты на транспортировку этих углей ограничивают расстояния их перевозки и обуславливают необходимость наличия небольших буроугльных предприятий в улусах, наиболее от них удаленных в транспортном

Таблица 2

Данные о качестве и стоимости угля РС(Я)
Data on quantity and cost of coal in the Republic of Sakha (Yakutia)

Тип топлива	Тип угля	Средняя рабочая теплотворная способность ккал/куб.м	Цена на топливо 2017 г. факт, руб./т.н.т
Разрез Нерюнгринский ОАО ХК «Якутуголь»	коксовый	5680	2123
Шахта Джебарики-Хая ОАО ХК «Якутуголь»*	длиннопламенный	5400	2691
Разрез Кангаласский ОАО ХК «Якутуголь»*	бурый	3490	1167
ЗАО «Зырянский угольный разрез»*	жирный	6100	3062
ОАО «Телен»*	длиннопламенный	4900	1627
ООО «Сунтарцеолит»*	бурый	3272	1111
ОАО «Кировский угольный разрез»*	бурый	3321	1454
Газоконденсат ОАО «ЯТЭК»		10 000	18 081
Нефть ОАО «Сургутнефтегаз»		10 127,9	18 141
Нефть ОАО «Иреляхнефть»		9860	14 617

* Цены на уголь приняты в соответствии с соглашениями. Данные ГКЦ РС(Я).

отношении — Кировского, Кемпендяйского и Кангаласского разрезов.

Анализ стоимости тонны условного топлива в структуре ТЭР, используемых ЖКХ РС (Я) показывает, что несмотря на сдерживание цен на газ, нефтяное котельное топливо, дотирование заготовки дров для населения внутри республики, уголь целого ряда предприятий является вполне конкурентоспособным продуктом и имеет перспективы дальнейшего использования, в том числе в переработанном виде.

Сравнительная цена на ТЭР у производителя с указанием теплотворной способности (вид топлива / стоимость в руб. т.н.т) представлена в табл. 2.

Стоит отметить, что в связи с низким качеством местного топлива, по факту, тогда как имеются запасы бурого угля Кангаласского, Кировского, Кемпендяйского месторождения теплоснабжающие предприятия ввозят уголь с Джебарики-Хаинского месторождения (к примеру,

Нюрбинский, Амгинский, Олекминский, Сунтарский районы).

На рис. 2 представлены данные о закупке угольного энергоресурса в зависимости от месторождений.

Использование рядовых углей на расстоянии 1000 км является экономически целесообразным для потребителя, поскольку для удовлетворения одной и той же потребности в тепле он будет меньше расходовать средств по сравнению со сжиганием почти всех видов окускованного топлива [2].

Затраты на транспортировку угля с Джебарики-Хаинского угля водным фрахтом, которые заложены в тариф в разрезе поставщиков и поселений составляют от 3 до 35 млн руб. Ежегодные затраты на транспортировку окупить стоимость организации брикетно-сортировочного комплекса.

Одним из основных путей переработки угля, не используемых и существенно загрязняющих окружающую среду,

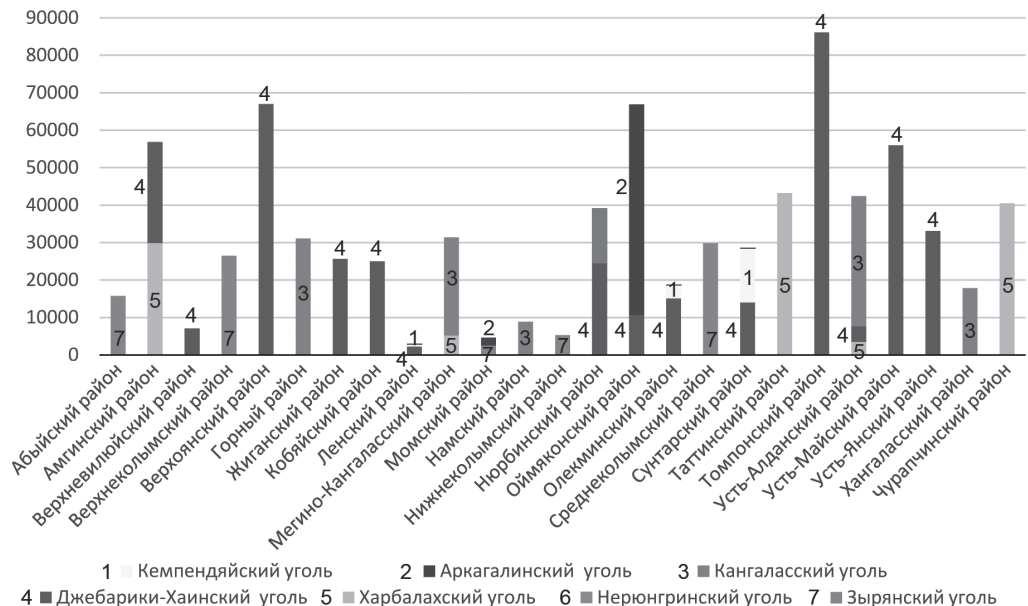


Рис. 2. Диаграмма потребления угля в разрезе месторождений по районам РС(Я). Источник: Данные ГКЦ РС(Я) от 01.01.2018 г.

Fig. 2. Chart of coal consumption per deposits in the regions of the Republic of Sakha (Yakutia). Data source: State Committee of Price Policy of the Republic of Sakha (Yakutia) as of January 1, 2018

является их брикетирование. Сжигание топливных брикетов в бытовых топках в значительной мере может повысить эффективность использования топлива, что особенно важно для районов центральной и северной Якутии, на территории которой находится Ленский угольный бассейн.

Окускование бурых углей Ленского бассейна в топливо в местах добычи является перспективным направлением развития угольной отрасли РС (Я).

Организация брикетно-сортировочного комплекса на примере Кировского угольного разреза

Проведенный литературный обзор по технологии получения брикетного композита выявляет повышенный интерес к проблеме получения кускового топлива на основе угля. В настоящее время на базе анализа технологий [8—12] коллективом авторов ИГДС СО РАН исследуется возможность организации брикетно-сортировочного комплекса на примере Кировского угольного разреза с целью установления возможности их брикетирования с использованием в качестве связующего вещества полиэтиленовой стружки.

В работе в качестве связующего вещества используются бытовые отходы полиэтилена, измельченного до размеров частиц менее 2 мм в количестве 6—7% от массы сухого угля. Брикетированная смесь нагревается до температуры 130 °С, прессование брикетов производится при давлении 78 МПа, в результате чего механическая прочность брикетов на сжатие составляет не менее 6,38 МПа.

Полученная проба угля была измельчена на щековой дробилке на два класса крупности (рис. 3). Полиэтилен, применяемый в качестве связующего вещества, предварительно измельчен до класса крупности менее 2 мм. Сушильный шкаф,

в котором проводился предварительный нагрев матриц, с брикетированным материалом имел температуру 160—170 °С. Измерение температуры нагрева смеси угля с полиэтиленовой крошкой проводилось по термопаре, установленной в центре матрицы с брикетированным материалом, внутри сушильного шкафа. В сушильный шкаф устанавливалось 8 матриц, диаметром 40 мм, заполненных смесью для брикетирования. Температурная обработка исследуемых смесей угля с полиэтиленовой крошкой осуществлялась без изотермической выдержки. Брикетирование смесей проведено на прессе П-10 при давлении 78 МПа. Испытание брикетов сжатием проводилось через 24 ч после брикетирования.

Температура плавления полиэтилена низкого давления 103—110 °С, полиэтилена высокого давления 124—137 °С. Полиэтилен разрушается при нагреве на воздухе при 80 °С. Полиэтилен практически безвреден, из него при сгорании не выделяются в окружающую среду опасные вещества. Нагрев измельченного полиэтилена в шкафу показал, что при температуре 90—100 °С полиэтилен размягчается.

В результате ранее проведенных исследований было установлено, что максимальная механическая прочность брикетов достигается при брикетировании смеси угля с полиэтиленовой стружкой предварительно нагретой до 130—140 °С.

Основные результаты проведенных экспериментальных исследований представлены в табл. 3.

Проведя анализ полученных экспериментальных данных можно констатировать следующее, максимально возможная прочность получаемых брикетов достигается при использовании угля крупностью менее 2 мм с содержанием полиэтиленовой крошки в брикетированной смеси в количестве 7%. При этом прочность брикетов на сжатие составля-

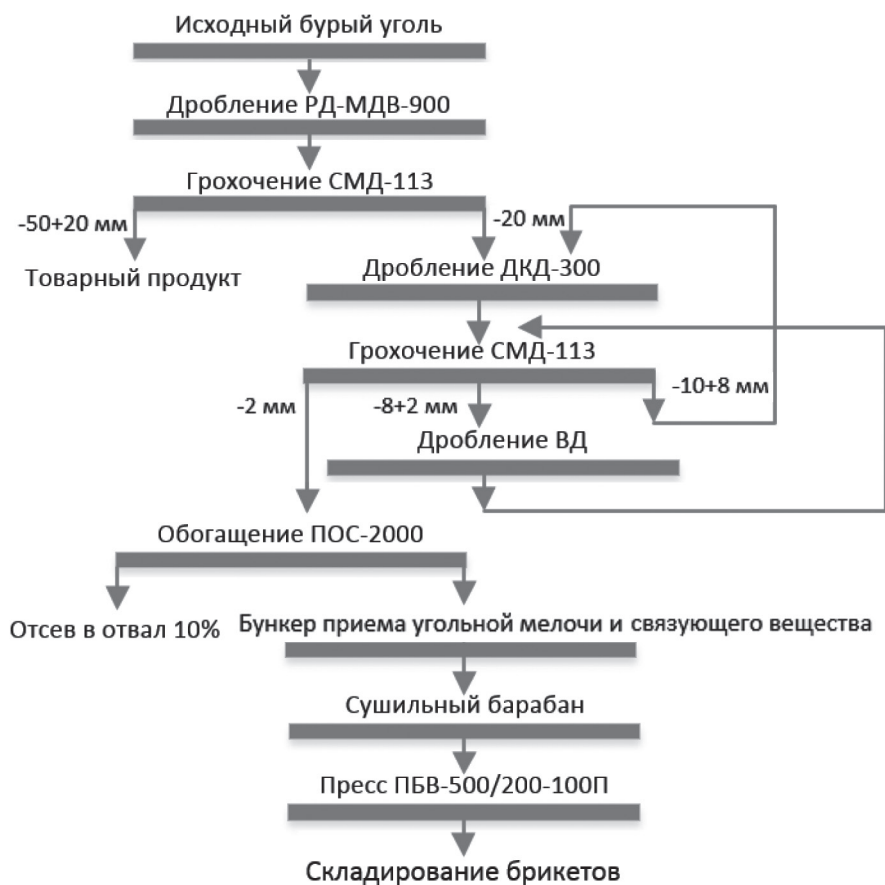


Рис. 3. Технологическая схема брикетно-сортировочного комплекса
 Fig. 3. Briquetting-and-sorting facility circuit

Таблица 3

Основные результаты экспериментальных исследований брикетирования бурого угля Кировского разреза с использованием в качестве связующего полиэтиленовой крошки
Basic results of experimental studies into briquetting of Kirov open pit mine lignite using granulated polyethylene as a binder

Класс крупности угля, мм	Содержание полиэтилена в смеси, %	Прочность брикетов на сжатие, МПа	Водопоглощение брикетов, %	Остаточная прочность брикетов, МПа / водостойкость, %
менее 2	6	6,38	16,25	2,91 / 45,6
менее 6	6	7,99	9,38	5,58 / 69,8
менее 2	7	9,16	4,5	7,63 / 83,3
менее 6	7	7,82	9,2	6,32 / 84,2

Источник: составлен авторами

ет 9,16 МПа, что превышает значения механической прочности, нормируемые по ГОСТ 8584-76 (Брикеты из бурых башкирских углей) согласно которому механическая прочность при сжатии бурого угольных брикетов должна быть не менее 7,8 МПа. Также необходимо отметить, что полученным брикетам присуще незначительное водопоглощение и они водостойчивы, теряя свою механическую прочность через 2 ч пребывания в воде лишь на 16,7%.

По ГОСТ 147-74 определена теплота сгорания полученных брикетов (Q). Среднее значение высшей теплоты сгорания ($Q_{ас}$) составляет 5439 ккал/кг, а низшая теплота сгорания ($Q_{ал}$) — 5207 ккал/кг, что на более чем 20% превышает теплоту сгорания исходного угля.

Таким образом, брикетирование бурого угля Кировского разреза с использованием в качестве связующего вещества полиэтиленовой крошки крупностью менее 2 мм и предварительным нагревом брикетируемой смеси до 130 °С позволяет получить прочные водостойчивые брикеты, обладающие повышенным теплотой сгорания.

Предварительная стоимость запуска брикетно-сортировочного комплекса составляет 45 700 тыс. руб. Массовая доля связующего элемента (полиэтиленовая крошка 7%, при цене 50 руб./кг). Оценка себестоимости 1 кг брикета составляет 4 руб.

В случае реализации проекта ежегодные расходы бюджета на завоз топлива снижаются. Повышается энергобезопасность районов и надежность обеспечения качественным топливом, упрощение транспортно-логистической схемы доставки угля до потребителей, значительное снижение количественных и качественных (по энергетической ценности) потери угля, повышение эффективности работы котельного оборудования. Результатом реализации данного проекта

является возможность организации брикетного комплекса, который состоит из линии дробления и сортировки угля и линии брикетирования угольной мелочи.

Заключение

Угли Ленского бассейна, запасы которых весьма велики, в настоящее время не находят широкого использования из-за сложности транспортировки, что связано с высокой влажностью, низкой прочностью кусков и склонностью к самовозгоранию, при добыче и хранении образуется много трудно утилизируемой мелочи.

Анализ проблем угольной промышленности показывает, что большинство из них носит межотраслевой характер и требует координации действий угольщиков с программами развития смежных отраслей и государственно-частного партнерства. При этом использование сортированного угольного топлива и производство малодымного топлива — брикетов будет эффективным решением для жилищно-коммунального хозяйства. Сжигание топливных брикетов в бытовых топках в значительной мере может повысить эффективность использования топлива, что особенно важно для районов центральной и северной Якутии, на территории которой находится Ленский угольный бассейн.

Термин «государственно-частное партнерство» (ГЧП) введен как политико-управленческая, а не юридическая категория. Он определен как сотрудничество между государством в лице его органов и субъектами хозяйствования, основанное на договоре. Существующие проблемы развития угольной отрасли Ленского бассейна, не позволяющих в полной мере реализовать свои потенциальные возможности можно устранить, если бизнес придет в переработку с гарантированным сбытом продукции, который обеспечит государство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батугина Н. С., Гаврилов В. Л., Баракаева И. Д., Тарский Н. Д. Повышение энергобезопасности заполярных районов Республики Саха (Якутия) на основе освоения местных топливно-энергетических ресурсов // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. — 2014. — № 6. — С. 47–55.
2. Бычев М. И., Яковлев В. Л., Петрова Г. И. Угли Якутии и перспективные направления их использования. — Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1996. — 120 с.
3. Йескомб Э. Р. Государственно-частное партнерство: Основные принципы финансирования. — М.: Альпина Паблишер, 2015. — 457 с.
4. Федеральный закон от 21.07.2005 г. № 115 «О Концессионных Соглашениях». СПС КонсультантПлюс.
5. Федеральный закон от 22.07.2005 г. № 116 «Об особых экономических зонах в Российской Федерации». СПС КонсультантПлюс.
6. Федеральный закон № 224-ФЗ от 13.07.2015 «О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». СПС КонсультантПлюс.
7. Федеральный закон от 27.07.2010 № 190 «О теплоснабжении». СПС КонсультантПлюс.
8. Method of manufacturing briquette from low quality raw material: pat. 1019820001103 Korea, МПК C10L 5. No 1019810000354. <http://patentscope.wipo.int>.
9. Method of manufacturing modified briquette: pat. 1019930011929 Russian Federation, МПК C01L 5 / Lee, Kong-Seok; Lee, Kong-Seok, Seon Ju-Hong. No 101019910011928. <http://patentscope.wipo.int>.
10. Carbon-containing briquette and method of preparation there of: pat. 02114902 Russian Federation, МПК C10L 5/44. / Lurij V. G. No 97107735/04. <http://patentscope.wipo.int>.
11. Coal or coke briquette and process for manufacturing same: pat. 0135784 German, МПК C10L 5 / Messenig, Leo, Dr.-ing., Cieslik, Wolfgang, Dipl.-ing., Opdenwinkel, H. Dipl.-ing.; Ruhrkohle Aktiengesellschaft (Ruhr Coal Company). No 1484109822. <http://patentscope.wipo.int>.
12. Khusainov R. V. Developing strategy of public-private partnership in Ukraine innovative development. Economics and management: problems of science and practice: Collection of scientific articles. Vol. 1. Verlag SWG imex GmbH, Nürnberg, Deutschland, 2014. Pp. 158–162. DOI: dx.doi.org/10.13140/2.1.1626.8329. **PLAB**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Матвеев Андрей Иннокентьевич¹ — доктор технических наук, зав. лабораторией, e-mail: andrei.mati@yandex.ru,

Осипов Дьбулустан Акимович¹ — младший научный сотрудник, e-mail: Brelick@list.ru,

Попова Куннэй Семеновна¹ — аспирант, e-mail: pk7-77@mail.ru,

¹ Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского Сибирского отделения РАН.

ISSN 0236-1493. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2018. No. 11, pp. 161–170.

The need to up-grade coal from the Lena Basin in the Republic of Sakha (Yakutia)

Matveev A.I.¹, Doctor of Technical Sciences, Head of Laboratory, e-mail: andrei.mati@yandex.ru,

Osipov Yu.A.¹, Junior Researcher, e-mail: Brelick@list.ru,

Popova K.S.¹, Graduate Student, e-mail: pk7-77@mail.ru,

¹ Chersky Mining Institute of the North, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 677018, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Russia.

Abstract. The key factor preventing more intense development in coal production in Yakutia is the low level of coal dressing and improvement as well as almost complete deficiency of coal processing facilities at coal mines. The problem of advanced processing of vital lignite from the Lena Basin is discussed from the viewpoint of stimulation of private business using the mechanism of public-and-private partnership in the field of municipal housing economy. The reduction of transportation cost in the structure of thermal energy tariff of heat supply owing to the use of local high-quality raw materials in the center, west and north of the Republic of Sakha includes cutting of cost connected with the creation of the described coal dressing facilities and enhanced reliability of heat supply agencies. The implemented experimental research shows that the increase in calorific power owing to energy-saving measures through the creation of strong and water-resistant heating briquettes is 43.2%.

Key words: Lena Coal Basin, briquetting facilities, Kirov open pit coal mine, coal dressing, energy safety.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-11-0-161-170

REFERENCES

1. Batugina N.S., Gavrilov V.L., Barakaeva I.D., Tarskiy N.D. Povyshenie energobezопасnosti zapolyarnykh rayonov Respubliki Sakha (Yakutiya) na osnove osvoeniya mestnykh toplivno-energeticheskikh resursov [Increase of energy security of the polar regions of the Republic of Sakha (Yakutia) on the basis of development of local fuel and energy resources], *Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie*. 2014, no 6, pp. 47–55. [In Russ].
2. Bychev M.I., Yakovlev V.L., Petrova G.I. *Ugli Yakutii i perspektivnye napravleniya ikh ispol'zovaniya* [Coals of Yakutia and perspective directions of their use], Yakutsk, YANTS SO RAN, 1996, 120 p.
3. Yeskomb E.R. *Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo: Osnovnye printsipy finansirovaniya* [Public-private partnership principles of policy and finance], Moscow, Al'pina Pablisher, 2015, 457 p.
4. *Federal'nyy zakon ot 21.07.2005 g, no 115 «O Kontsessionnykh Soglasheniyakh»* [Federal law of 21.07.2005, No. 115 «On Concession Agreements»], Consultant Plus.
5. *Federal'nyy zakon ot 22.07.2005 g, no 116 «Ob osobykh ekonomicheskikh zonakh v Rossiyskoy Federatsii»* [Federal law of 22.07.2005, No. 116 «On special economic zones in the Russian Federation»], Consultant Plus.
6. *Federal'nyy zakon № 224-FZ ot 13.07.2015 «O gosudarstvenno-chastnom partnerstve, munitsipal'no-chastnom partnerstve v Rossiyskoy Federatsii i vnesenii izmeneniy v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiyskoy Federatsii»* [Federal law No. 224-FZ of 13.07.2015 «On public-private partnership, municipal-private partnership in the Russian Federation and amendments to certain legislative acts of the Russian Federation»], Consultant Plus.
7. *Federal'nyy zakon ot 27.07.2010 № 190 «O teplosnabzhenii»* [Federal law of 27.07.2010 № 190 «On heat supply»], Consultant Plus.
8. Method of manufacturing briquette from low quality raw material: *patent 1019820001103 Korea*, МПК C10L 5. No 1019810000354. <http://patentscope.wipo.int>.
9. Method of manufacturing modified briquette: *patent 1019930011929 Russian Federation*, МПК C01L 5 / Lee, Kong-Seok; Lee, Kong-Seok, Seon Ju-Hong. No 101019910011928. <http://patentscope.wipo.int>.
10. Carbon-containing briquette and method of preparation there of: *patent 02114902 Russian Federation*, МПК C10L 5/44. / Lurij V.G. No 97107735/04. <http://patentscope.wipo.int>.
11. Coal or coke briquette and process for manufacturing same: *patent 0135784 German*, МПК C10L 5 / Messenig, Leo, Dr.-ing., Ciesliik, Wolfgang, Dipl.-ing., Opendwinkel, H. Dipl.-ing.; Ruhrkohle Aktiengesellschaft (Ruhr Coal Company). No 1484109822. <http://patentscope.wipo.int>.
12. Khusainov R.V. Developing strategy of public-private partnership in Ukraine innovative development. *Economics and management: problems of science and practice*: Collection of scientific articles. Vol. 1. Verlag SWG imex GmbH, Nürnberg, Deutschland, 2014. Pp. 158–162. DOI: [dx.doi.org/10.13140/2.1.1626.8329](https://doi.org/10.13140/2.1.1626.8329).

