

Реферат

Выпускная квалификационная работа 70 с., 4 рис., 42 табл., 27 источников.

Ключевые слова: бурый уголь, Орловское месторождение, групповой состав, гуминовые кислоты, битумы.

Объектом исследования являются бурые угли Орловского месторождения (Казахстан).

Цель работы - анализ группового состава бурых углей Орловского месторождения Тургайского угленосного бассейна и выбор наиболее оптимального пути их промышленного использования.

Исследования проводились стандартными методами.

Результаты работы – на основании проведенного анализа группового состава углей были предложены наиболее подходящие варианты их технологического использования. Исследованные угли имеют низкий выход битумов и относительно низкий выход гуминовых кислот. Зольность варьируется от низкой до средней. Полученные по результатам исследования данные говорят о невозможности в полной мере использовать данные угли в некоторых отраслях углехимической промышленности.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

ПАВ – поверхностно активные вещества;

ГК – гуминовые кислоты;

ч.д.а. - чистый для анализа, содержание основного компонента может быть выше или значительно ниже 98 %, в зависимости от области применения;

УЩР – углещелочные реагенты;

Аналитическое состояние топлива (верхний индекс а) – состояние топлива, характеризуемое подготовкой пробы, в которую включается размол до крупности зерен менее 0,2 мм (или до крупности, предусмотренной специальными методами анализа), и доведением влажности топлива до равновесного состояния с влажностью лабораторного помещения.

Сухое состояние топлива (верхний индекс d) – состояние топлива, не содержащего общей влаги (кроме гидратной).

Сухое беззольное состояние топлива (верхний индекс daf) – условное состояние топлива, не содержащей общей влаги и золы.

W – влажность угля;

A – зольность угля;

(НА)_t – общий выход гуминовых кислот

(НА)_f – выход свободных гуминовых кислот

B – выход битумов;

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 342-77 Реактивы. Натрий дифосфат 10-водный. Технические условия.

ГОСТ 4328-77 Реактивы. Натрия гидроокись. Технические условия.

ГОСТ 5789-78 Реактивы. Толуол. Технические условия

ГОСТ 9517-94 Топливо твердое. Методы определения выхода гуминовых кислот.

ГОСТ 10969-87 Угли бурые. Метод определения выхода толуольного экстракта.

ГОСТ 11022-95 Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности.

ГОСТ 23932-90 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Общие технические условия.

ГОСТ 25336-82 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры.

ГОСТ 27314-91. Топливо твердое минеральное. Методы определения влаги.

Оглавление

Введение	
1 Групповой состав бурых углей	
1.1 Остаточный уголь	
1.2 Битумы	
1.3 Гуминовые кислоты	
2 Объект и методы исследования	
2.1 Характеристика объекта исследования	
2.2 Методы исследования	
3 Результаты и их обсуждение	
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
4.1 Введение	
4.2 Анализ конкурентных технических решений	
4.3 SWOT-анализ	
4.4 Планирование научно-исследовательских работ	
4.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	
4.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	
5.1 Введение	
5.2 Производственная безопасность	
5.3 Мероприятия по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов	
5.4 Экологическая безопасность	
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	
5.6 Правовые вопросы обеспечения безопасности	
Заключение	
Список источников	
Приложения	

Введение

Твердые горючие ископаемые - каменные и бурые угли, горючие сланцы, торф - составляют более 90% всех горючих ископаемых мира [1].

Уголь был основным источником энергии и химического сырья в XIX и начале XX вв. Начиная с 1930-х и особенно в 1940 - 1970-е гг. на первое место в топливно - энергетическом балансе СССР и развитых зарубежных стран вышли нефть и природный газ. В результате к концу 70-х годов доля угля в топливно-энергетическом балансе уменьшилась до 25–27% (против 65 - 70% в первые послевоенные годы) [1].

Увеличение стоимости нефти и постепенное истощение наиболее богатых ее источников привело к возрастанию доли угля в топливном балансе и развитию работ по производству из угля новых продуктов, включая и синтетические жидкие, и газообразные топлива.

В связи с этим 80–90-е годы следует считать периодом подготовки к значительному увеличению доли угля в топливно-энергетическом балансе, к осуществлению новых крупнотоннажных технологических процессов переработки угля и других твердых горючих ископаемых.

В последние годы, благодаря высоким ценам на нефть и газ, интерес к углю в мире как альтернативному энергоносителю постоянно растет. При сегодняшней конъюнктуре рынка цена на жидкое топливо, получаемое из угля, уже не кажется слишком высокой. Сказался и всплеск спроса на черные металлы, благодаря которому заметно выросло потребление коксующихся углей. В будущее мировая угольная отрасль может смотреть со сдержанным оптимизмом. Специалисты (последний прогноз МВФ World Economic Outlook) прогнозируют достаточно высокие цены на нефть еще как минимум пару десятилетий. Целый ряд сильных национальных экономик (прежде всего, США и Китай, а также Индия, Канада) намерены серьезно увеличивать количество угольных электростанций.

По подтвержденным запасам угля Казахстан занимает 8 место и содержит в недрах земли 4 % от общемирового объема запасов угля [2]. На сегодняшний день на территории Казахстана разведано около 200 месторождений каменного и бурого углей, общие запасы которых превышают 180 млрд.т. Запасы бурых углей составляют 33 % от общих. 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 [2].

Большая часть подсчитанных запасов (67 %) представлена каменными углями Карагандинского, Экибастузского, Тениз - Коржанкольского бассейнов, Кушокинского, Борлинского, Шубаркольского, Каражырин-ского и ряда других месторождений. Остальная часть (33 %) представлена бурыми углями, сосредоточенными, в основном, в Тургайском, Нижне-Илийском, Майкубенском бассейнах и других месторождениях. Тургайский угленосный бассейн, является четвертым по размеру бассейном Казахстана, расположенным в Костанайской области.

Уголь является важнейшим элементом функционирования электроэнергетики и теплоснабжения. Его доля в выработке электроэнергии составляет 36% [1]. Необходимо отметить, что одной из главных задач, которую необходимо решать при переработке угля, является комплексное использование его энергетического и химического потенциала.

Бурые угли - не только энергетическое сырье, но и сырье для получения ценных химических продуктов: углеводородов, фенолов, пиридиновых оснований.

Для решения вопроса возможности использования бурых углей для получения гуминовых кислот и битумов назрела необходимость исследования группового состава бурого угля.

Целью данной работы является анализ группового состава бурых углей Орловского месторождения Тургайского угленосного бассейна и выбор

наиболее оптимального пути их промышленного использования. Поэтому решение этого вопроса является актуальной задачей.

1 Групповой состав бурых углей

Разделение сложных смесей на группы веществ, каждая из которых обладает одинаковыми свойствами по отношению к действию органических растворителей, щелочей, минеральных кислот или других реагентов, принято называть групповым анализом.

Методик для группового анализа бурых углей предложено много, что объясняется особенностями состава углей тех или иных месторождений и свойствами входящих в них компонентов.

Общим для многих методик является то, что сначала выделяются битумы путем обработки угля органическими растворителями, а затем гуминовые кислоты — слабыми водными растворами щелочей. Поскольку вода (холодная и горячая) из бурых углей извлекает очень мало веществ, а 2%-ная HCl на эти угли практически не действует, то продукту, остающемуся после извлечения из бурых углей битумов и гуминовых кислот, присвоено наименование «остаточный уголь».

Для примера здесь показана следующая схема В. Шнейдера:

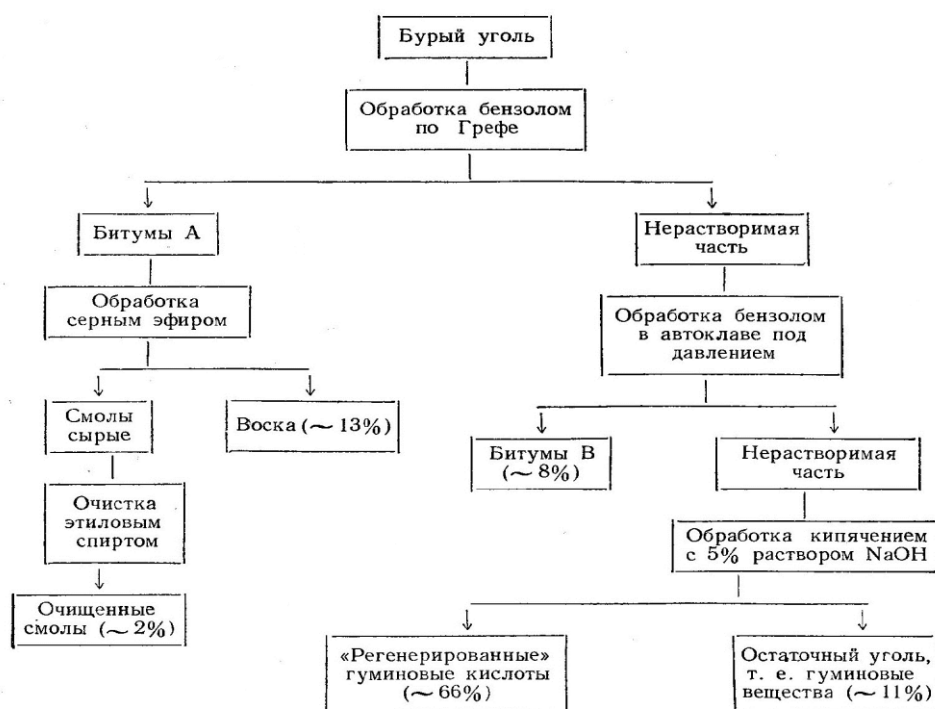


Рисунок 1.1 - Схема группового анализа бурых углей по В. Шнейдеру [3]

1.1 Остаточный уголь

Ряд исследователей полагает, что в остаточных углях из некоторых бурых углей могут присутствовать в небольших количествах также целлюлоза и лигнин. Однако это предположение справедливо лишь для наименее зрелых бурых углей, поскольку принято типичные бурые угли отличать от торфов именно по признаку отсутствия в бурых углях целлюлозы и лигнина. На этом основании в соответствии с представлениями Г. Л. Стадникова обычно к остаточным углям бурых углей относят продукты декарбоксилирования гуминовых кислот. Таким образом, групповой состав органической массы бурых углей схематически принимался следующим:

Бурый уголь = битумы + гуминовые кислоты + остаточный уголь.

О количественном содержании остаточных углей в бурых углях можно судить по следующим двум примерам. Из украинского землистого бурого угля было выделено [4]: битумов — 15%, гуминовых кислот — 45%; таким образом, на долю остаточного угля приходится 28% (зола — 12%). Из челябинского бурого угля выделено было [4]: битумов — 2,7%, гуминовых кислот — 2%; на долю остаточного угля приходится в этом случае — 83,3% (зольность — 12%). В бурых углях остаточные угли могут составлять даже преобладающую по количеству часть.

1.2 Битумы

Для более точного познания природы углей применяются методы воздействия на уголь разных органических растворителей.

Органические вещества угля, растворимые в кипящем бензоле или хлороформе при нормальных условиях, называют битумом А, иногда сюда относят и органические вещества, растворимые в спиртобензоле.

Дополнительные выходы органических веществ, полученные из угля под давлением теми же растворителями, называют битумом В.

Органические вещества, извлеченные из угля после выхода из него битумов А и В и разрушения карбонатов 10%-ной соляной кислотой теми же растворителями, называют битумом С. Установлено, что количество и состав битумов, извлекаемых из углей, зависит от природы угля, применяемого растворителя, условий обработки и подготовки угля.

Характеристика битумов, извлеченных из топлива разного геохимического возраста, показана в таблице 1.

Таблица 1.1 - Характеристика битумов [5]

Топливо	Температура плавления, °С	Элементарный состав (на органическую массу), вес. %			Число		
		С	Н	О+N	кислотное	омыления	йодное
Торфы	70-110	70-72	6-10	18-24	35-80	60-200	15-30
Бурый уголь	70-80	77-80	9-12	8-14	10-70	40-260	15-40
Каменный уголь	80-100	80-85	6-9	6-14	До 40	До 40	Около 100

Из таблицы видно, что буроугольный битум по сравнению с битумами торфа, каменного угля более обогащен водородом. Содержание суммы кислорода и азота среднее. Число омыления указывает на уменьшение кислорода в битумах от торфяной стадии к каменноугольной. Рост йодных чисел указывает на увеличение непредельных соединений, входящих в состав битума от торфа до каменного угля. Все эти изменения можно представить как сложный комплекс параллельных процессов декарбоксилирования, дегидратации, ангидридации и дегидрирования, происходящих в процессе метаморфизма топлива.

Обычно битумы извлекаются из твердого топлива в аппарате Сокслета. Процесс экстрагирования состоит из трех стадий [5]: 1) деполимеризации, т. е. расщепления сложных комплексов молекул на более простые и растворимые в органических растворителях; 2) растворения в

органических растворителях уже упрощенных соединений; 3) диспергирования гумусовой части угля. Возможность экстрагирования угля связана с его коллоидной природой. Битум, получающийся в результате экстрагирования, представляет собой коллоидную систему. Как и всякая коллоидная система, экстракт угля состоит из двух фаз [6]: а) дисперсионная среда (маслянистая фаза), состоящая из битумов; б) дисперсная (мицеллярная фаза) – мицеллярное ядро, состоящее из гуминов.

Известно, что активность диспергирующего растворителя определяется (при прочих равных условиях) его поверхностным натяжением и будет тем выше, чем выше последнее. Величина молекул растворителя определяет силу взаимодействия между последними и молекулами угля. Поэтому растворители с большими молекулами извлекают из угля больше экстракта.

При взаимодействии измельченного угля с растворителем последний сначала проникает в агрегаты мицелл угля, затем в межмицеллярное пространство и экстрагирует битумы. Далее растворитель проникает во внутрь мицелл, вызывая разрыхление, разрыв частиц. Последние, распределившись в растворителе, обуславливают дальнейший переход угольного вещества в раствор с образованием органозоля.

Окончанием процесса экстрагирования следует считать момент, когда в раствор переходит до 25% угля [6]. Далее идет процесс пептизации, т. е. дальнейший переход в коллоидное состояние более крупных дисперсных частиц, что свойственно леофильным коллоидам. Употребляемый для экстракции растворитель должен быть сухим. Если он не сухой, его необходимо высушить и перегнать.

Большая научная работа по исследованию битумов А, В и С выполнена Г. Л. Стадниковым, который доказал, что с увеличением возраста топлива выход битумов А и В уменьшается, но увеличивается количество битума С. Н. М. Караваев при исследовании битумов А и С южноуральского

землистого бурого угля установил, что выход битума С для этого угля составлял 50% выхода битума А (при экстракции спиртобензолом). Причем битум С характеризовался отсутствием воска и увеличенным содержанием водорода (6,9—10,3%).

Основное назначение битумов, выделенных из бурых углей, — получение буроугольного воска, который находит применение в точном литье для изготовления восковых полиграфических композиций, электроизоляционных материалах, мылах, клеях и эмульсиях, смазках, лаках и красках [7]. Он может служить хорошим сырьем и для органического синтеза. Благодаря высокой температуре плавления, химической стойкости и блеску буроугольный воск находит большой спрос в развивающейся химической промышленности. Бурый уголь, из которого извлечен битум, называется экстрагированным. Этот уголь используется в качестве топлива, удобрений в сельском хозяйстве и др [7].

Экспресс-метод экстракции битумов. Учитывая недостатки аппарата Сокслета, был предложен аппарат для экстракции битумов с механической мешалкой [5]. В данном аппарате шариковый холодильник заменен змееобразным трубчатым с большим эффектом охлаждения. Бумажный патрон заменен металлическим стаканом из нержавеющей стали, по всей высоте которого имеется большое число отверстий диаметром — внизу 0,5 мм с возрастанием вверх до 5 мм (рис.2). Перед началом работы стакан обворачивают в два слоя фильтровальной бумаги и плотно зажимают снизу и сверху пружинами из нержавеющей стали. После чего стакан загружают на 3/4 по высоте подготовленным для экстракции бурым углем и собирают прибор. В период экстракции пары растворителя из колбы через отводную трубку поступают в холодильник, конденсат стекает в стакан с бурым углем. При достаточном заполнении стакана конденсатом пускают в ход мешалку со скоростью не более 30 - 40 об/мин. Растворитель, легко смачивая взмученный бурый уголь, фильтруется через бумажный фильтр и

при заполнении экстрактора стекает в колбу-подогреватель через сифонную трубку.

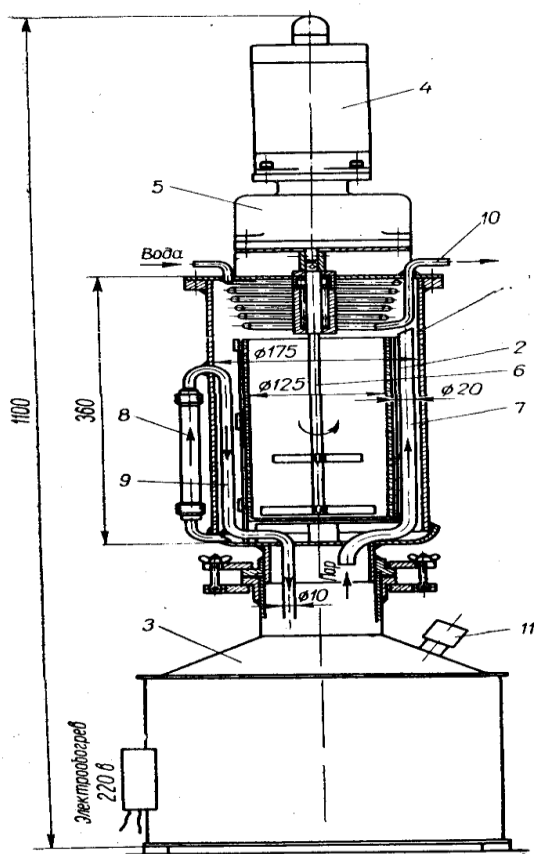


Рисунок 1.2 - Аппарат для экстракции битумов с механической мешалкой [5]:

1 – экстрактор; 2 – стакан для навески; 3 – приемный бак для растворителя; 4 – мотор мешалки; 5 – редуктор; 6 – мешалка; 7 – пароотводная труба; 8 – мерное стекло, 9 – труба сифона растворителя; 10 – холодильник трубчатый; 11 – карман для термометра.

1.3 Гуминовые кислоты

Гуминовые кислоты и соединения, близкие к ним по составу, широко распространены в природе. Они входят в состав почв до 10%, торфа до 55%, землистых бурых углей от 20 до 70%, блестящих бурых углей и углей переходного типа от бурых к каменным до 10%, выветрившихся каменных углей — от весьма малых количеств до 70%» [5].

В геохимии земной коры гуминовые кислоты имеют большое значение, так как различные элементы, образуя растворимые и

нерастворимые соли гуминовых кислот, могут концентрироваться или, наоборот, рассеиваться при помощи подземных вод, содержащих гуминовые кислоты [8]. Горные породы при действии растворов гуминовых кислот претерпевают своеобразный процесс выветривания [8].

Почвоведы, следуя Берцелиусу, подразделяют гуминовые кислоты на растворимые в воде креновую и апокреновую кислоты, на растворимые в спирте гиматомелановые и нерастворимые ни в том ни в другом растворителе гумусовые кислоты [5]. Большинство углехимиков пользуется подразделением Одена [7], согласно которому гуминовые кислоты разделяются на растворимые в воде фульвокислоты, растворимые в спирте гиматомелановые кислоты и нерастворимые ни в том ни в другом растворителе гумусовые. Однако эти подразделения условны, так как гуминовые кислоты частично растворяются в ацетоне, фурфуроле, амиловом спирте, феноле, диоксане, пиридине и др. [6]. Определение гуминовых кислот по мере развития знаний давались Оденом, Фуксом, Тюриным, Драгуновым и др.

Наиболее полное определение делает Кухаренко [9]: «Гуминовые кислоты представляют собой группу естественных аморфных темноокрашенных высокомолекулярных органических кислот, объединенных общим типом построения молекулы, но имеющих между собой известные различия в зависимости от происхождения. Они представляют собой гетерополиконденсаты, в которых основные структурные единицы связаны между собой атомами кислорода. Основные структурные единицы представляют собой соединения, имеющие смешанную функцию, главным образом метоксилсодержащие ароматические оксиоксокарбоновые кислоты с конденсированными ядрами, включающими кислород-, азот-, и серусодержащие гетероциклы и несущими боковые цепи и функциональные группы в ядре и боковых цепях». В настоящее время наиболее изучены гумусовые и наименее фульвокислоты.

В твердом топливе всегда сопутствуют друг другу все три формы гуминовых кислот [9].

Фульвокислоты в значительном количестве были обнаружены в почвах, торфах и болотных водах. Из бурых и выветрившихся каменных углей гумусовые кислоты выделяются в кислом фильтрате в количестве около 1%, их элементарный состав [9]: 44—50% углерода и 5—6% водорода. При кипячении с соляной кислотой фульвокислоты дают фурфурол и уголекислоту, что указывает на содержание в них пентозанов и уранового ангидрида. При гидролизе фульвокислот образуются редуцирующие сахара. Предполагают, что фульвокислоты образуются при конденсации продуктов распада полисахаридов и белков [9].

Гиматомвлановые кислоты представляют собой коричневые аморфные порошки, элементарного состава: около 62% углерода и 3—6% водорода и азота; они всегда сопутствуют гумусовым кислотам [9]. В землистых бурых углях, почвах и торфах иногда их содержание достигает 25%. Гиматомелановые кислоты образуются при окислении углей и гумусовых кислот, а также при нагревании гумусовых кислот с концентрированными растворами щелочей [9]. Молекулярный вес их составляет 700—900, они содержат метоксильные группы (1 мз/г) карбоксильные группы (1,4—4 мз/г) и фенольные гидроксилы (3,7—5 мз/г) [9].

Гумусовые кислоты представляют собой коричневые аморфные порошки, разлагающиеся при нагревании. Удельный вес их колеблется от 1,330 и 1,448 и закономерно увеличивается в процессе углеобразования [9]. Из бурых углей, почв и торфов они выделяются водным раствором щелочей или солей щелочных металлов в виде истинных растворов. При подкислении кислотами выпадают в виде темных набухших осадков. Химические и физические свойства гумусовых кислот заметно различаются в зависимости от стадии углеобразования твердого топлива.

Рентгенографическое исследование методом порошков гумусовых кислот показывает, что они дают дебаэграммы с одним или двумя размытыми максимумами, характерные для аморфных веществ [5]. На основании рентгенографического анализа можно сделать вывод, что структура молекулы гумусовых кислот неоднородна и наряду с упорядоченной частью в молекуле содержится неупорядоченная [9].

Гуминовые кислоты используются в аккумуляторной промышленности и в качестве ПАВ [8]. Однако наиболее широкое применение они находят в сельском хозяйстве в качестве удобрений. Помимо ускорения роста растений, ГК также выполняют и некоторые другие функции, в частности резистентную (повышают устойчивость к различным заболеваниям), транспортную (хорошие комплексообразователи и переносчики ионов металлов) и др. Особенно важное значение ГК проявляется в ослаблении воздействия неблагоприятных внешних факторов, отрицательного действия высоких доз минеральных удобрений, вредного влияния почвоутомляющих веществ, в снятии токсикоза растений.

2 Объект и методы исследования

2.1 Характеристика объекта исследования

Объектом исследований являются четыре пробы углей S-2-4, S-4-21, S-3-5 и S-2-12 Орловского месторождения Тургайского угольного бассейна, который расположен в Кустанайской области Республики Казахстан.

Общие запасы бурого угля в бассейне составляют 60 млрд.т. Площадь 150 тыс. км² [2]. Известен с конца 12 века. Состоит из 20 обособленных месторождений. Для освоения открытым способом перспективны месторождения: Эгинсайское (1,1 млрд. т), Кушмурунское (2,6 млрд. т), Приозёрное (0,36 млрд. т), Кызылтальское (0,59 млрд.т), Орловское (1,2 млрд. т). Многие из них заключают пласты угля мощностью до 40-70 и пригодны для разработки открытым способом. Угли бурые гумусовые, среднезольные, малосернистые, энергетические и относятся к технологической группе Б2. В Тургайском угольном бассейне промышленная угленосность приурочена к юрским осадкам, собранным в широкие и пологие брахисинк-линальные складки, залегающие под углом 5-10°. В продуктивной толще содержится от нескольких до 64 рабочих угольных пластов. Показатели качества углей колеблются в следующих пределах [2]:

- Содержание золы - 12-26% • Содержание серы общей - 0.3-4.5 %
- Влага на рабочее топливо - 33-43 % • Выход летучих веществ - 45-50%
- Теплота сгорания - 27-29 МДж/кг
- Теплота сгорания рабочего топлива - 12-14 МДж/кг

2.2 Методы исследования

Для достижения поставленной цели в ходе работы был определен выход бензольного экстракта по ГОСТ 10969-87, а также выход гуминовых кислот по ГОСТ 9517-94 из исследуемых образцов бурого угля. В процессе

определения вышеуказанных параметров также проводилось определение зольности по ГОСТ 11022-95 и влажности по ГОСТ 27314-91 углей.

Определение влаги аналитической пробы. Сущность метода заключается в высушивании навески аналитической пробы топлива (максимальный размер зерен не более 0,2 мм) в сушильном шкафу при температуре 105-110°C и вычислении массовой доли влаги по потере в массе.

Определение зольности. Сущность метода заключается в том, что пробу нагревают в муфельной печи с доступом воздуха с определенной скоростью до температуры $815 \pm 10^\circ\text{C}$ и выдерживают при этой температуре до постоянной массы. Зольность в процентах рассчитывают по массе остатка после прокаливании.

Определение выхода бензольного экстракта. Сущность метода заключается в экстрагировании битума из бурого угля бензолом, отгонки последнего из раствора и высушивании полученного экстракта до постоянной массы.

Для проведения испытания должны применяться:

- прибор экстракционный (см. чертеж), который состоит из широкогорлой конической колбы 1 вместимостью 500 мл, обратного шарикового холодильника 5, заканчивающегося для соединения с колбой шлифом (40/42) 4. Мешочек из марли 2, который подвешивают с помощью двух проволоочек 3 к отверстиям, расположенным в нижней части обратного холодильника;

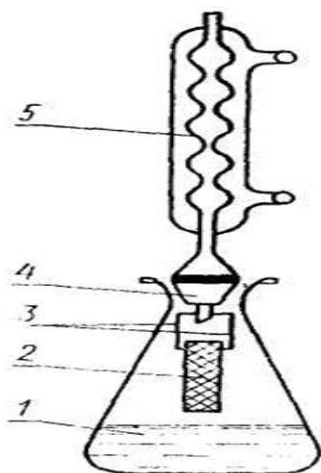


Рисунок 2.1 - Прибор экстракционный

- шкаф сушильный;
- шкаф сушильный вакуумный;
- термостат;
- весы аналитические;
- баня водяная или песочная;
- бумага фильтровальная;
- бензол, перед употреблением должен быть высушен гранулированным хлористым кальцием;
- кальций хлористый гранулированный;
- прибор для отгонки бензола, состоящий из конической колбы вместимостью 250 мл, холодильника и приемника;
- центрифуга;
- чашка фарфоровая выпарительная или тигель.

Из воздушно-сухой лабораторной пробы бурого угля, берут навеску массой 50 г просеивают ее последовательно через сито с размером сторон ячеек 1 и 0,2 мм. Остаток на сите 1 мм доизмельчают в фарфоровой ступке или любым другим способом до размера зерен менее 1 мм и просеивают через те же сита. Если в подготовленной таким образом пробе содержание фракции с размером частиц менее 0,2 мм не превышает 50% от общей массы пробы, оба отсева соединяют вместе. В противном случае проба отбраковывается. Уголь перемешивают в банке шпателем или ложечкой и берут для испытания навеску массой 10 г, взвешивают с погрешностью до 0,0002 г. Одновременно производят определение содержания лабораторной влаги. Лабораторная влага экстрагируемой пробы не должна превышать 20%.

Навеску угля помещают в патрон, сделанный из двух слоев фильтровальной бумаги, сверху навеску покрывают тонким слоем ваты или кружочком фильтровальной бумаги. Выступающие края бумаги загибают.

Патрон с навеской угля помещают в мешочек, который прикрепляют к отверстиям, расположенным в нижней части обратного холодильника. В коническую колбу наливают 150 мл бензола и присоединяют ее к холодильнику.

Колбу с бензолом нагревают на водяной или песочной бане до кипения бензола и поддерживают кипение в течение всего испытания. Пары кипящего бензола конденсируются в холодильнике и, стекая, бензол попадает в патрон с углем. Экстракцию производят в течение 4 ч. Начало экстракции считают с момента падения первой капли конденсата из холодильника.

При попадании угля в раствор экстракта испытание считают недействительным и его повторяют вновь.

Раствор из экстракционной колбы переливают во взвешенную коническую колбу вместимостью 250 мл. Экстракционную колбу дважды ополаскивают бензолом и выливают в коническую колбу.

К конической колбе с раствором подсоединяют холодильник и отгоняют бензол. Для удаления остатков бензола из экстракта колбу помещают в вакуумный сушильный шкаф и сушат при температуре 50 – 60°C при остаточном давлении 50 – 100 мм рт. ст. до постоянной массы. Взвешивания производят с погрешностью не более $\pm 0,2$ мг.

При отсутствии вакуумного шкафа испарение остатков бензола и сушку экстракта можно производить в сушильном шкафу при температуре 85 – 90°C.

Если битумы предназначены для дальнейших исследований, то раствор из экстракционной колбы переливают в круглодонную колбу вместимостью 250 мл, смывая экстракционную колбу дважды бензолом.

Круглодонную колбу присоединяют к холодильнику и отгоняют часть бензола. Остаток раствора около 30 – 40 мл переносят во взвешенную с погрешностью до 0,0002 г фарфоровую чашку, смывая колбу бензолом два-три раза. Далее бензол полностью испаряют на водяной бане. Оставшийся экстракт в чашке сушат до постоянной массы, как указано выше.

Обработка результатов. Выход бензольного экстракта из воздушно-сухой пробы, бурого угля (B^a) в процентах вычисляют по формуле

$$B^a = \frac{m_1 \cdot 100}{m}, \text{ где } m - \text{масса навески угля, г; } m_1 - \text{масса экстракта, г.}$$

Выход бензольного экстракта из сухой пробы угля (B^d) в процентах вычисляют по формуле

$$B^d = \frac{B^a \cdot 100}{100 - W^e}, \text{ где } W^e - \text{содержание аналитической влаги в испытываемой}$$

пробе.

Выход бензольного экстракта на горючую массу угля (B^{daf}) в процентах вычисляют по формуле

$$B^{daf} = \frac{B^a \cdot 100}{100 - W^a - A^a}, \text{ где } A^a - \text{зольность угля.}$$

Подсчет результатов анализа производят с погрешностью до 0,1%.

Допускаемое расхождение между результатами двух параллельных определений выхода бензольного экстракта (в пересчете на сухую массу угля) не должно превышать величины, приведенной в таблице 4.

Таблица 2.1 - Допустимые расхождения определения выхода бензольного экстракта

Выход бензольного экстракта, %	Допускаемые расхождения между результатами параллельных определений, %	
	в одной лаборатории	в разных лабораториях
До 5	0,3	0,5
Св. 5 до 10	0,5	0,7
» 10	1,0	1,5

Если расхождение между результатами параллельных определений превышает приведенную величину, определение повторяют. За

окончательный результат анализа принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений.

Определение выхода гуминовых кислот. Сущность метода заключается в обработке аналитической пробы топлива щелочным раствором пирофосфата натрия, осаждении гуминовых кислот избытком минеральной кислоты и определении массы полученного осадка.

Для анализа используют реактивы квалификации ч.д.а., дистиллированную воду или воду эквивалентной чистоты.

Толуол по ГОСТ 5789, плотностью $0,867 \text{ г/см}^3$, температура кипения от 110 до 111°C . В этом диапазоне должно перегоняться не менее 95% толуола. Перед применением толуол высушивают хлористым кальцием. Толуол легко воспламеняется, токсичен при вдыхании, попадании внутрь и на кожу.

Гидроксид натрия по ГОСТ 4328, 1%-ный раствор. Растворяют 10г гидроксида натрия в воде и доводят до 1000см^3

Пирофосфат натрия по ГОСТ 342 ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), щелочной раствор: 44,6 г кристаллического декагидрата пирофосфорнокислого натрия и 4 г гидроксида натрия растворяют в 1000 см^3 воды.

Кислота соляная по ГОСТ 3118, 5%-ный раствор (по объему).

Используют стандартную лабораторную посуду и оборудование по ГОСТ 23932, ГОСТ 25336, а также:

- Экстракционный аппарат для выделения битумов по ГОСТ 10969.
- Шкаф сушильный, обеспечивающий устойчивую температуру нагрева $(90 \pm 5)^\circ\text{C}$, или инфракрасная лампа.
- Центрифуга лабораторная, обеспечивающая минимальную скорость вращения 210 с^{-1} , с пробирками вместимостью не менее 100см^3 . Частота вращения центрифуги должна быть такой, чтобы

обеспечить полное выделение осадков или коллоидов из соответствующих растворов.

- Аппарат для механического встряхивания (встряхиватель).
- Баня водяная.
- Печь муфельная, обеспечивающая устойчивую температуру нагрева $(600 \pm 25)^\circ\text{C}$.
- Весы аналитические с погрешностью взвешивания не более 0,2 мг.

Экстракция гуминовых кислот. Взвешивают навеску пробы массой 1,0 г в пересчете на сухую беззольную массу. Если выход гуминовых кислот ожидает менее 20%, массу навески увеличивают в два раза. Навеску помещают в коническую колбу А вместимостью 250 см^3 , приливают 100 см^3 щелочного раствора пиррофосфата натрия и перемешивают в течение 1 часа с помощью механического встряхивателя.

Суспензию центрифугируют в течение 15 мин при 210 с^{-1} . Раствор декантируют, собирая в коническую колбу В вместимостью 1000 см^3 . Нерастворившийся остаток промывают двумя порциями 100 см^3 раствора гидроксида натрия. Центрифугируют суспензию после каждого промывания, собирая промывной раствор в колбу В.

Промытый остаток переносят в колбу А, добавляют 100 см^3 раствора гидроксида натрия и нагревают в течение 2 ч на кипящей водяной бане. После охлаждения до комнатной температуры содержимое колбы А центрифугируют в течение 15 мин. при 210 с^{-1} . Раствор декантируют и собирают в колбу В. Нерастворившийся остаток промывают двумя порциями по 100 см^3 раствора гидроксида натрия. Центрифугируют суспензию после каждого промывания, собирая промывной раствор в колбу В.

Осаждение гуминовых кислот. Содержимое колбы В фильтруют в мерную колбу вместимостью 1000 см^3 и доводят до метки водой. Отбирают

пипеткой 100 см³ фильтрата и переносят в стакан, затем туда добавляют 60 см³ соляной кислоты для осаждения гуминовых кислот. Суспензию центрифугируют или фильтруют. После центрифугирования раствор отделяют декантацией и промывают осадок гуминовых кислот водой. Промывание осадка ведут до начала пептизации гуминовых кислот, которую определяют по появлению слабой желтой окраски (образование геля или коллоида). К коллоидному раствору добавляют 5 см³ соляной кислоты для дополнительного осаждения гуминовых кислот.

Общий осадок гуминовых кислот фильтруют через беззольный фильтр, предварительно высушенный в сушильном шкафу до постоянной массы при (90±5)°C. Фильтр с осадком гуминовых кислот помещают во взвешенную бюксу, предварительно высушенную в сушильном шкафу до постоянной массы при (90±5)°C. Бюксу с осадком на фильтре сушат при температуре (90±5)°C в течение 1 ч. Бюксу вынимают из сушильного шкафа, охлаждают сначала 5 мин. на воздухе, затем в эксикаторе с соответствующим осушителем и взвешивают. Контрольные высушивания, охлаждения и взвешивания проводят до тех пор, пока разность масс при двух последовательных взвешиваниях будет не более 0,001 г. Учитывая массу бюкса и фильтра, определяют массу осадка.

Высушенный фильтр с осадком переносят в предварительно прокаленный в муфельной печи при температуре (600±25)°C до постоянной массы и взвешенный тигель и озоляют при (600±25)°C в течение 1- 2 ч. Тигель вынимают из муфельной печи, охлаждают сначала в течение 5 мин на воздухе, а затем в эксикаторе с соответствующим осушителем и взвешивают. Контрольные прокаливания при той же температуре в течение 15 мин, охлаждения и взвешивания проводят до тех пор, пока разность масс при двух последовательных взвешиваниях не будет превышать 0,001 г. Учитывая массу тигля, определяют массу осадка.

Определение выхода свободных гуминовых кислот. Сущность метода заключается в однократной экстракции гуминовых кислот из аналитической пробы угля после удаления битумов 1%-ным раствором гидроксида натрия при нагревании, последующем осаждении гуминовых кислот избытком соляной кислоты и определении массы полученного осадка.

Взвешивают навеску пробы массой около 2 г в пересчете на сухую беззольную массу. Навеску помещают в коническую колбу А вместимостью 250 см³, приливают 100см³ раствора гидроксида натрия и нагревают на кипящей водяной бане в течение 2 ч. После охлаждения до комнатной температуры содержимое колбы А центрифугируют в течение 15 мин при 210 с⁻¹. Раствор декантируют, собирая в коническую колбу В вместимостью 500 см³. Нерастворившийся остаток промывают двумя порциями 100 см³ раствора гидроксида натрия. Центрифугируют суспензию после каждого промывания, собирая промывной раствор в колбу В.

Щелочной раствор в колбе В фильтруют в мерную колбу вместимостью 500 см³ и доводят до метки водой. Отбирают пипеткой 100см³ фильтрата и переносят в стакан, затем туда добавляют 60 см³ соляной кислоты и продолжают выделение гуминовых кислот как указано ранее.

Обработка результатов. Общую массовую долю гуминовых кислот (НА), и выход свободных гуминовых кислот (НА), в пересчете на сухое беззольное (daf) состояние в процентах вычисляют по формуле:

$$HA_t = \frac{100 \cdot V \cdot (m_1 - m_2)}{V_1 \cdot m}$$
, где m_1 – масса сухих гуминовых кислот, г; m_2 – масса золы гуминовых кислот, г; V – общий объем щелочного раствора, см³; V_1 – объем аликвоты щелочного раствора, взятой для осаждения гуминовых кислот, см³; m – масса навески угля в расчете на сухое беззольное состояние, г, вычисленная по формуле:

$m = m_3 \frac{100 - (W^a + A^a)}{100}$, где m_3 – масса навески угля; W^a – массовая доля аналитической влаги в угле, %; A^a – зольность аналитической пробы угля, %.

Результаты определения выхода гуминовых кислот вычисляют с точностью до 0,1%.

Таблица 5 - Точность метода определения выхода гуминовых кислот

Выход гуминовых кислот	Максимально допустимое расхождение между результатами	
	сходимость	воспроизводимость
До 20%	10% низшего результата	20% низшего результата
Св. 20%	5% низшего результата	10% низшего результата

Разность результатов двух определений, выполненных в разное время в одной и той же лаборатории одним лаборантом при использовании одной и той же аппаратуры из одной и той же аналитической пробы не должна превышать указанную в таблице.

Разность средних результатов двух определений, выполненных в двух разных лабораториях на представительных навесках, взятых из одной и той же пробы после последней стадии ее приготовления, не должна превышать указанную в таблице.

Если расхождение между результатами двух определений превышает значение, приведенное в таблице, проводят третье определение. За результат принимают среднее арифметическое двух наиболее близких результатов в пределах допускаемых расхождений. Если результат третьего определения находится в пределах допускаемых расхождений по отношению к каждому из двух предыдущих результатов, то за результат анализа принимают среднее арифметическое результатов трех определений.

Из данных технического анализа можно узнать о свойствах исследуемых образцов твердого топлива, от которых зависит их дальнейшее использование в химической промышленности или энергетике, а также составить представление о природе, зрелости и составе исследуемого угля.

Определение выхода остаточного угля. Сущность метода заключается в пересчете массы остаточного угля и массы навески на сухое беззольное состояние.

Выход остаточного угля на сухое беззольное (daf) состояние в процентах рассчитывается по формуле:

$$Oy^{daf} = \frac{m_1(100-W^a-A^a)}{m_0(100-W_{исх}^a-A_{исх}^a)} * 100\%, \text{ где } m_1 - \text{масса остаточного угля, } m_0 -$$

масса навески, W^a – влажность остаточного угля, A^a – зольность остаточного угля, $W_{исх}^a$ – влажность безбитумного угля, $A_{исх}^a$ – зольность безбитумного угля.

3 Результаты и их обсуждение

В данной работе исследование бурых углей Орловского месторождения Тургайского угольного бассейна проводилась по четырем основным показателям: влажность, зольность, выход битумов, выход гуминовых кислот и остаточного угля. Результаты работы представлены в таблицах 3.1, 3.2, 3.3, а также в приложениях А, Б, В, Г, Д, Е, Ж.

Таблица 3.1 - Определение влажности исходных проб углей Орловского месторождения

Наимен. объекта	№ бюкса	Вес бюкса, г.	Вес бюкса с навеской, г	Навеска, г.	Вес после высушивания, г.	Контр. высушивание, г.	Потеря влаги, г.	W ^a , %	W ^a _{ср} , %
S-2-4	7	23,5434	24,6039	1,0605	24,4716	24,4714	0,1325	12,49	12,3
S-2-4	51	22,6855	23,7578	1,0723	23,6276	23,6278	0,1302	12,14	
S-2-12	120	23,3260	24,4294	1,1034	24,3200	24,3123	0,1171	10,61	10,8
S-2-12	027	28,0697	29,0046	0,9349	28,9078	28,9017	0,1029	11,01	
S-3-5	007	28,0269	29,0646	1,0377	28,9790	28,9756	0,0890	8,57	7,6
S-3-5	231	25,5997	26,6281	1,0284	26,5621	26,5598	0,0683	6,64	
S-4-21	160	22,4861	23,4691	0,9830	23,3205	23,3180	0,1511	15,37	15,4
S-4-21	341	22,8884	23,9058	1,0174	23,7520	23,7496	0,1562	15,35	

Влага присутствует во всех видах твердых горючих ископаемых. Из всех видов влаги наибольшее научное значение имеет гигроскопическая влага, приблизительно определяемая как влага аналитической пробы (W^a). Влажность твердых горючих ископаемых оказывает существенное влияние на их качество и поведение при практическом использовании, сказывается на окислении углей и их смерзании зимой. От влажности зависит теплота сгорания углей, их насыпная плотность и способность к измельчению. Отрицательное влияние влаги приводит к необходимости разработки методов и аппаратов для сушки твердых горючих ископаемых.

По содержанию аналитической влаги бурые угли делятся согласно Аронову С.Г. и Нестеренко Л.Л. [3] на следующие марки: Землистые угли

($W^a = 12,2 - 25,4 \%$); плотные матовые угли ($W^a = 6,0 - 10,0 \%$); плотные полублестящие угли ($W^a = 5,0 - 8,0 \%$). Исходя из полученных данных, исследованные уголь пробы S-3-5 и S-2-12 можно отнести к марке плотных матовых углей, а угли проб S-2-4 и S-4-21 к марке землистых углей.

По зольности твердых горючих ископаемых судят о содержании в них минеральных веществ – балласта, уменьшающего горючую массу и понижающего тепловой эффект.

Таблица 3.2 - Определение зольности исходных проб углей Орловского месторождения

Наимен. объекта	№ чашечки, тигля	Вес тигля, г.	Вес тигля с навеской, г.	Навеска, г.	Вес после прокаливния, г	Контрольное прокаливания, г.	Вес зольного остатка, г.	$A^a, \%$	A^a_{cp}	W^a_{cp}	A^d_{cp}
S-2-4	01	29,4909	30,5689	1,0780	29,5847	29,5853	0,0944	8,72	8,8	12,3	9,9
S-2-4	8	37,9593	39,0016	1,0423	38,0564	38,0507	0,0914	8,81			
S-2-12	01	29,6993	30,7357	1,0364	29,8913	29,8895	0,1902	18,35	15,5	10,8	17,4
S-2-12	03	28,3727	29,3496	0,9769	28,4979	28,4960	0,1233	12,62			
S-3-5	03	28,3693	29,2539	0,8846	28,5849	28,5853	0,2160	24,42	24,6	7,6	26,6
S-3-5	4	44,8947	45,8009	0,9062	45,1199	45,1199	0,2252	24,85			
S-4-21	1	41,9575	42,9449	0,9874	42,0071	42,0072	0,0497	5,03	5,2	15,4	6,1
S-4-21	2	50,9127	51,9295	1,0168	50,9664	50,9670	0,0543	5,34			

Согласно полученным данным зольность углей колеблется в довольно широких пределах от 5,2 до 24,6 %.

Согласно ГОСТ 10969-74 оценка углей как сырья для извлечения буроугольного воска производится по выходу бензольного экстракта (битума). Угли, используемые для производства буроугольного воска должны удовлетворять следующим параметрам: зольность (A^d) не более 32 %, влажность (W^r) 55 – 58 %, средний выход битума (B^d) не менее 6 % [12].

Таблица 3.3 – сводная таблица группового состава угля, % daf.

Номер пробы	Средний выход битумов B_{cp}^{daf} , %	$(HA)_t^{daf}$, %	$(HA)_f^{daf}$, %	Выход остаточного угля OY^{daf} , %
S-2-4	0,4	23,9	22,7	72,9
S-2-12	1,2	20,4	16,5	73,8
S-3-5	0,4	35,1	10,1	59,3
S-4-21	0,6	33,3	23,3	65,9

Как видно из данных, приведенных в таблице 3.3, выход бензольного экстракта в этих пробах лежит в интервале от 0,4 до 1,2 %. В соответствии с ГОСТ 10969-74 для использования углей в качестве сырья для получения битумов их содержание должно быть не менее 6 %. Таким образом, можно сделать вывод о непригодности исследуемых образцов бурых углей для получения битумов.

Согласно полученным данным (таблица 3.3) пробы углей Орловского месторождения S-2-4 и S-2-12 отличаются довольно низким выходом общих (23,9 и 20,4 % соответственно) и свободных (22,7 и 16,5 % соответственно) гуминовых кислот, что свидетельствует о высокой степени их зрелости. На основании этого, можно сделать вывод о невозможности применения данных углей для промышленного получения гуминовых стимуляторов роста, так как для этого выход гуминовых кислот должен составлять не менее 30 % при однократном извлечении [13]. Однако для этих целей подходят угли проб S-3-5 и S-4-21, выходы гуминовых кислот в которых равны 35,1 и 33,3 % соответственно (выходы свободных гуминовых кислот 10,1 и 23,3 %).

Угleshелочные реагенты (УЩР) – это, согласно Т.А. Кухаренко [13], сложные коллоидные системы лабильного характера, состоящие из истинного и коллоидного растворов натриевых гуматов и свободной щелочи, суспензированных угольных частиц, а также грубодисперсных остатков

углей и минеральных примесей, входящих в их состав. УЩР применяются для получения буровых растворов, применяемых в осложненных условиях.

В таблице 3.4 представлены критерии оценки годности углей для получения УЩР.

Таблица 3.4 - Критерии оценки пригодности углей для производства УЩР [13]

Критерии	Обозначение	Предпочтительные значения
Марка, технологическая группа	1Б, 2Б, 3Б (землистые, сажистые) Д, Г (окисленные)	-
Генетический тип	Гелиты, гелититы (Vt,%)	>50
ГК общего сухого топлива	(НА) ^d _t , %	≥ 35
Зола сухого топлива	A ^d , %	≤ 25

Таким образом, учитывая данные, представленные в таблице 3.4, для всех образцов бурых углей можно сделать вывод, что для производства УЩР они не подходят, так как выход гуминовых кислот на сухое состояние в них варьируется в пределах от 17,8 до 31,0 %.

Исходя из данных, полученных в ходе работы, можно рекомендовать следующие направления использования исследованных углей:

-в соответствии с мировыми стандартами зольность углей, используемых в промышленной энергетике не должна превышать 12 – 15 % [14], в связи с этим для использования в этом направлении пригодны угли проб S-2-4 и S-4-21 (зольность 8,8 и 5,2 % , соответственно). Уголь пробы S-4-21 также пригоден для использования в коммунально-бытовом секторе, зольность углей для которого не должна превышать 8 % [14]. Пробы S-3-5 и S-2-12 (зольность 24,6 и 15,5 %, соответственно) не удовлетворяет данным требованиям и в энергетической сфере использованы быть не могут;

-для производства угольных брикетов без применения связующего пригодны угли со значением зольности не выше 19,9 % [14], следовательно для использования по данному направлению пригодны угли всех проб кроме S-3-5 (зольность 24,6 %).

В таблице 3.5 приведены требования к бурым углям для некоторых технологических направлений использования.

Таблица 3.5 - Примеры оценки возможностей технологического использования бурых углей [15]

Вид технологического использования	Технологические показатели			
	$T_{sk}^{daf}, \%$	$A^d, \%$	$Q_i^r, \text{МДж/кг}$	$S_t^d, \%$
Высокотемпературное буроугольное коксование	-	<10	-	-
Газификация брикетов под давлением	-	$\leq 19,9$	-	-
Газификация в куске	-	$\leq 29,9$	-	-
Сжигание в топке с колосниковой решеткой	-	$\leq 29,9$	≥ 8	-
Сжигание в пылеугольной топке	-	$< 39,9$	≥ 8	-
Сжигание в кипящем слое	-	≤ 70	≥ 8	-

Показатель низшей теплотворной способности (Q_i^r) для углей Орловского месторождения составляет 12 МДж/кг [2].

На основании данных полученных по результатам исследования проб и данных приведенных в таблице 3.5 можно сделать следующий вывод о технологических направлениях использования исследуемых углей: угли проб S-2-4 и S-4-21 могут быть использованы во всех технологических процессах, приведенных в таблице, угли пробы S-3-5 могут быть использованы во всех представленных процессах, кроме высокотемпературного буроугольного коксования и получения брикетов для газификации под давлением, так как зольность углей данной пробы превышает требуемые для процессов 10 % и 19,9 % соответственно. Уголь пробы S-2-12 может быть использован во всех технологических процессах, кроме высокотемпературного буроугольного коксования.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Введение

Для устойчивого развития страны сырьевая база промышленности должна быть достаточно гибкой и основываться на применении различных взаимосвязанных видов органического сырья.

С этой точки зрения большую ценность имеет уголь. В настоящее время возрастает потребление этих горючих ископаемых как источник энергии и развивается их комплексная переработка в синтетическое топливо и химические продукты.

Это направление углехимии является предметом широкого изучения во многих странах, в том числе в России.

Отметим, что для ряда регионов их использование может быть экономически оправдано уже сейчас.

В связи с этим крайне важно правильно определить направление переработки угля, чтобы максимизировать эффективность его использования. Для достижения данной цели производится определение группового состава угля.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

Сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментируем рынок услуг по разработке метода анализа масел можно по следующим критериям: размер компании-заказчика, вид метода анализа (рисунок 4.1).

		Вид метода анализа			
		Влажность	Зольность	Выход битумов	Выход гуминовых кислот
Направление переработки угля	Энергетическое				
	Извлечение битумов				
	Извлечение гуминовых кислот				

Рисунок 4.1 - Карта сегментирования рынка услуг по разработке метода анализа масел:

 Уголь А
  Уголь Б
  Уголь В

Уголь А – уголь Верхне-Сокурского месторождения (Казахстан)

Уголь Б – уголь Итатского месторождения (Россия)

Уголь В – уголь Орловского месторождения (Казахстан)

4.2 Анализ конкурентных технических решений

При ведении собственного производства необходим систематический анализ конкурирующих разработок во избежание потери занимаемой ниши рынка. Периодический анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности позволяет оценить эффективность научной разработки по сравнению с конкурирующими предприятиями.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в таблице 4.1, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot F_i, \text{ где } K - \text{конкурентоспособность научной разработки или}$$

конкурента; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

Таблица 4.1 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	B_{k1}	B_{k2}	K_{ϕ}	K_{k1}	K_{k2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
3. Помехоустойчивость	0,05	3	3	3	0,15	0,15	0,15
4. Энергоэкономичность	0,05	5	5	3	0,25	0,25	0,15
5. Надежность	0,05	5	5	3	0,25	0,25	0,15
6. Уровень шума	0,05	1	1	1	0,05	0,05	0,05
7. Безопасность	0,05	4	4	5	0,2	0,2	0,25
8. Потребность в ресурсах памяти	0,05	3	3	3	0,15	0,15	0,15
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	5	5	3	0,25	0,25	0,15
10. Простота эксплуатации	0,05	5	5	3	0,25	0,25	0,15
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,05	3	3	5	0,15	0,15	0,25
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	4	5	3	0,2	0,25	0,15
3. Цена	0,05	4	2	3	0,2	0,1	0,15
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
5. Послепродажное обслуживание	0,05	3	3	3	0,15	0,15	0,15
6. Финансирование научной разработки	0,05	5	5	3	0,25	0,25	0,15
7. Срок выхода на рынок	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
8. Наличие сертификации разработки	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
Итого	1	82	79	66	4,1	1,15	0,205

Исходя из оценочной карты, можно сделать вывод, что предлагаемый нами образец имеет более высокий балл (B_{ϕ}) по сравнению с баллами

конкурента. Плюсы предлагаемого образца это высокий балл по категориям: удобство в эксплуатации, повышенная конкурентоспособность и более дешевые реагенты, по сравнению с конкурентами. Тем самым, мы можем привлечь покупателей нашей разработкой.

4.3 SWOT-анализ

SWOT – (Strengths – сильные стороны, Weaknesses – слабые стороны, Opportunities – возможности и Threats – угрозы) – это комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Первый этап SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Стандартная, проверенная методика С2. Дешевые реагенты С3. Анализ проводится при малых затратах образцов С4. Возможность модифицировать методику	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Возможны погрешности вследствие человеческого фактора
Возможности: В1. Определение наиболее подходящего пути переработки данных образцов углей		
Угрозы: У1. Появление более дешевых аналогов У2. Появление более качественных конкурентных образцов		

Интерактивные матрицы представлены в таблицах 4.3, 4.4, 4.5, 4.6.

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и возможности»

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4
	В1	+	+	+	+

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и возможности»

Слабые стороны проекта		
Возможности проекта		Сл1
	В1	-

Таблица 4.5 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и угрозы»

Сильные стороны проекта					
Угрозы		С1	С2	С3	С4
	У1	+	-	+	-
	У2	+	-	+	-

Таблица 4.6 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и угрозы»

Слабые стороны проекта		
Угрозы		Сл1
	У1	-
	У2	-

Таким образом, в рамках третьего этапа может быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Стандартная, проверенная методика С2. Дешевые реагенты С3. Анализ проводится при малых затратах образцов С4. Возможность модифицировать методику	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Возможны погрешности вследствие человеческого фактора
Возможности: В1. Определение наиболее подходящего пути переработки данных образцов углей	Методика определения группового состава бурых углей	По причине слабой автоматизации процессов анализа, возможно появление погрешностей по причине человеческого фактора
Угрозы: У1. Появление более автоматизированных	Стандартная, проверенная методика позволяет получать точные результаты	Возможность появления методик исключаящих человеческий фактор

методик У2. Появление более качественных конкурентных образцов	и принимать решения о дальнейшем пути переработки углей..	
---	---	--

4.4 Планирование научно-исследовательских работ

Структура работ в рамках научного исследования. Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в чей состав входят: бакалавр, научный руководитель, консультант по части социальной ответственности (СО) и консультант по экономической части (ЭЧ) выпускной квалификационной работы. Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и проведем распределение исполнителей по видам работ (таблица 4.8)

Таблица 4.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№раб	Содержание работ	Должность исполнителя
1	2	3	4
Выбор направления Исследований	1	Выбор направления исследований	Руководитель, бакалавр
	2	Изучение образцов угля	Руководитель, бакалавр
Проведение экспериментов	3	Определение влажности исходных проб	Руководитель, бакалавр
	4	Определение зольности исходных проб	Руководитель, бакалавр
	5	Определение выхода битумов	Бакалавр
	6	Определение выхода гуминовых кислот	Руководитель, бакалавр
	7	Анализ полученных результатов	Руководитель, бакалавр
Написание технического задания	8	Составление технического задания	Бакалавр, консультант ЭЧ, СО
	9	Написание технического задания	Бакалавр, консультант ЭЧ, СО
Проведение ВКР			
Написание ВКР	11	Написание ВКР	Бакалавр, Руководитель

Определение возможных альтернатив проведения научных исследований. Результаты данного этапа представлены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 - Морфологическая матрица для проведения анализа

	1	2	3
А. Бурый уголь (образец)	Проба S-2-4	Проба S-2-12	Проба S-3-5
Б. Щелочь	NaOH (1% раствор)	NaOH (1% раствор)	NaOH (1% раствор)
В. Кислота	HCl (5% раствор)	HCl (5% раствор)	HCl (5% раствор)

Определение трудоемкости выполнения работ. Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$
 где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i – ой работы, чел. – дн.; $t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i – ой работы, чел. – дн.; $t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i – ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел. – дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$
 где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.; $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел. – дн; $Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Результаты расчетов занесены в таблицу 4.10.

Таблица 4.10 – Временные показатели проведения научного исследования

№	Название работ	Трудоемкость работ									Исполнители	Т _р , раб. дн.			Т _р , кал. дн.		
		t _{min} , чел-дн.			t _{max} , чел-дн.			t _{ож} , чел-дн.				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3							
1	Выбор направления исследований	0,2	0,2	0,2	1	1	1	0,5	0,5	0,5	Р	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		0,2	0,2	0,2	1	1	1	0,5	0,5	0,5	Б	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
2	Изучение образцов углей	0,5	0,5	0,5	2	2	2	1	1	1	Р	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
		0,5	0,5	0,5	2	2	2	1	1	1	Б	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
3	Определение влажности исходных проб	5	5	5	10	10	10	7	7	7	Б	3,5	3,5	3,5	4,2	4,2	4,2
		5	5	5	10	10	10	7	7	7	Р	3,5	3,5	3,5	4,2	4,2	4,2
4	Определение зольности исходных проб	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	Р	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8
		1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	Б	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8
5	Определение выхода битумов	3	3	3	5	5	5	3,8	3,8	3,8	Б	1,9	1,9	1,9	2,3	2,3	2,3
6	Определение выхода гуминовых кислот	3	3	3	5	5	5	3,8	3,8	3,8	Р	1,9	1,9	1,9	2,3	2,3	2,3
		3	3	3	5	5	5	3,8	3,8	3,8	Б	1,9	1,9	1,9	2,3	2,3	2,3
7	Анализ полученных результатов	14	14	14	28	28	28	19,6	19,6	19,6	Р	9,8	9,8	9,8	12	12	12
		14	14	14	28	28	28	19,6	19,6	19,6	Б	9,8	9,8	9,8	12	12	12
8	Составление технического задания	0,2	0,2	0,2	1	1	1	0,5	0,5	0,5	Б	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		0,2	0,2	0,2	1	1	1	0,5	0,5	0,5	К ¹	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		0,2	0,2	0,2	1	1	1	0,5	0,5	0,5	К ²	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
9	Написание технического задания	5	5	5	10	10	10	7	7	7	Б	3,5	3,5	3,5	4,2	4,2	4,2
		3	3	3	5	5	5	3,8	3,8	3,8	К ¹	1,9	1,9	1,9	2,3	2,3	2,3
		3	3	3	5	5	5	3,8	3,8	3,8	К ²	1,9	1,9	1,9	2,3	2,3	2,3
10	Написание ВКР	7	7	7	10	10	10	8,2	8,2	8,2	Р	4,1	4,1	4,1	4,9	4,9	4,9
		13	13	13	16	16	16	14,2	14,2	14,2	Б	14	14	14	17	17	17

Р – руководитель; Б – бакалавр; К¹ – консультант по экономической части;
К² – консультант по социальной ответственности.

Разработка графика проведения научного исследования. При выполнении дипломных работ студенты становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем, поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – это горизонтальный ленточный график (приложение 3, таблица 3.1), на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Данный график строится на основе таблицы 4.10.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться формулой:

$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}$, где T_{ki} – продолжительность выполнения i – й работы в календарных днях; T_{pi} – продолжительность выполнения i – й работы в рабочих днях; $k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по формуле

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году; $T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году; $T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Таким образом:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{140}{140 - 16 - 6} = 1,19.$$

4.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;

- затраты на основное оборудование;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

Расчет материальных затрат НТИ. Для выполнения данной ВКР требуются материальные затраты на:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды;
- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;
- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований).

Материальные затраты данного НТИ представлены в таблице 4.11.

Таблицы 4.11– Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (З _м), руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Образцы бурых углей	г	1	1	1	б/п	б/п	б/п	б/п	б/п	б/п
Щелочь	кг	1	1	1	175.0	175.0	175.0	175.0	175.0	175.0
Кислота	л	1	1	1	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
Фильтры	упак	1	1	1	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0
Итого:		3,001	3,001	3,001				521	521	521

Расчет затрат на оборудование для научно-экспериментальных работ. Для оборудования нужно рассчитать величину годовой амортизации по следующей формуле:

$$A_{год} = \frac{C_{перв}}{T_{пи}}, \text{ где } C_{перв} - \text{первоначальная стоимость, руб; } T_{пи} - \text{время}$$

полезного использования, год.

Результаты расчетов приведены в таблице 4.12.

Таблица 4.12 – Затраты на оборудование

№ п/п	Наименование оборудования			Кол-во единиц оборудования			Цена единицы оборудования, тыс. руб.			Общая стоимость оборудования, тыс. руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1.	Муфельная печь ПМ-Ф 250/1200			1	1	1	97765,0			97765,0		
2.	ЦентрифугаОС-6М			1	1	1	192500,0			192500,0		
3.	Сушильный шкаф			1	1	1	77 570,0			77 570,0		
Итого:										367835		

Основная заработная плата исполнителей темы. Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии и доплаты) и дополнительную заработную плату. Также включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 – 30 % от тарифа или оклада:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \text{ где } З_{осн} - \text{основная заработная плата; } З_{доп} - \text{дополнительная заработная плата (12 – 20 \% от } З_{осн}).$$

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p, \text{ где } З_{осн} - \text{основная заработная плата одного работника;}$$

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб; T_p – продолжительность работ, выполняемых научно – техническим работником, раб. дн. (таблица 4.10).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}$, где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года; $F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно – технического персонала, раб. дн.

В таблице 4.13 приведен баланс рабочего времени каждого работника НТИ.

Таблица 4.13 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Бакалавр	Консультант ЭЧ	Консультант СО
Календарное число дней	132	132	132	132
Количество нерабочих дней	36	36	36	36
выходные дни:	4	4	4	4
праздничные дни:				
Потери рабочего времени	0	0	0	0
отпуск:	0	0	0	0
невыходы по болезни:				
Действительный годовой фонд рабочего времени	92	92	92	92

Месячный должностной оклад работника:

$Z_{\text{м}} = Z_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{нр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}$, где $Z_{\text{мс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.; $k_{\text{нр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{мс}}$); $k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5; $k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, для Томска равный 1,3.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 4.14.

Таблица 4.14 – Расчет основной заработной платы

Категория	$Z_{\text{мс}}$, руб.	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель							
ППСЗ	12067,25	0,35	1,3	25884,25	1101,34	20,1	22137,07
Бакалавр							
ППС1	8600,25	0,35	1,3	18447,53	745,4	33,5	24970,9
Консультант ЭЧ							
ППСЗ	20080,9	0,35	1,3	34458,8	1276,3	2	2552,7
Консультант СО							

ППСЗ	20080,9	0,35	1,3	34458,8	1276,3	2	2552,6
------	---------	------	-----	---------	--------	---	--------

Общая заработная исполнителей работы представлена в таблице 4.15.

Таблица 4.15 – Общая заработная плата исполнителей

Исполнитель	$Z_{осн}$, руб.	$Z_{доп}$, руб.	$Z_{зн}$, руб.
Руководитель	22137,07	4747,18	26884,25
Бакалавр	24970,9	2103,0	27073,9
Консультант ЭЧ	2552,7	321,6	2874,2
Консультант СО	2552,7	321,6	2874,2

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления). В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина этих отчислений определяется по формуле:

$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп})$, где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

На 2014 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. Однако на основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 30%.

Таблица 4.16 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	22137,07	4747,18
Бакалавр	24970,9	2103,0
Консультант ЭЧ	2552,7	321,6
Консультант СО	2552,7	321,6
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,30	
Итого:	17912,025	

Накладные расходы. Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование графических материалов, оплата услуг связи, электроэнергия, транспортные расходы и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$Z_{накл} = k_{нр} \cdot (\text{сумма статей } 1 \div 4)$, где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов $k_{нр}$ допускается взять в размере 16%. Таким образом, накладные расходы на данные НТИ составляют 68490,04руб.

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта. Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 4.17.

Таблица 4.17 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НТИ	521	521	521	табл. 18
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	367835	367835	367835	табл. 19

3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	52213,37	72213,37	32213,37	табл.20
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	7493,38	8976,51	5354,73	табл.21
5. Отчисления во внебюджетные фонды	20897,3	24356,964	11270,43	-
6. Накладные расходы	68490,04	71927,34	64947,856	16 % от суммы ст. 1-4
7. Бюджет затрат НТИ	517450,1	545830,2	482142,4	Сумма ст. 1-6

Как видно из таблицы 4.17 основные затраты НТИ приходятся на покупку оборудования для проведения исследования.

4.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.i}} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}}, \text{ где } I_{\text{финр}}^{\text{исп.i}} - \text{интегральный финансовый показатель разработки;}$$

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Таблица 4.18 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
---------------------------------	-------------------------------------	-------	-------	-------

1. Способствует росту производительности труда	0,25	5	5	4
2. Удобство в эксплуатации	0,15	4	4	4
3. Надежность	0,20	5	5	4
4. Воспроизводимость	0,25	4	3	3
5. Материалоемкость	0,15	5	5	4
ИТОГО	1	4,6	4,35	3,75

Таблица 4.19 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,797	0,98
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	4,35	3,75
3	Интегральный показатель эффективности	4,61	4,3	3,7
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,93	0,81

По результатам сравнительного анализ интегральных показателей эффективности можно сделать вывод о предпочтительности двух проб угля (Исп.3 и Исп.2). Данные пробы обеспечивают наилучшие результаты переработки, но экономически более выгодно использование угля третьей пробы. Анализ угля 3 пробы также наиболее дешев.

Заключение

Установлено, что зольность исследованных углей колеблется в интервале 5,2 – 24,6 %, выход битумов 0,4 – 1,2 %, выход общих гуминовых кислот 20,4 – 35,1 %, выход свободных гуминовых кислот 10,1 – 23,3 %.

На основании полученных данных можно рекомендовать следующие направления использования углей:

- Для применения в промышленной и коммунально-бытовой энергетике, пригоден уголь проб S-4-21, уголь пробы S-2-4 пригоден для использования только в промышленной энергетике;
- Для производства угольных брикетов без применения связующего пригодны угли всех проб кроме S-3-5;
- Для высокотемпературного буроугольного коксования пригоден уголь проб S-2-4 и S-4-21;
- Для получения брикетов для газификации под давлением пригодны угли проб S-2-4, S-4-21 и S-2-12;
- Для газификации в куске пригодны угли всех проб;
- Для сжигания в топке с колосниковой решеткой пригодны угли всех проб;
- Для сжигания в пылеугольной топке пригодны угли всех проб;
- Для сжигания в кипящем слое пригодны угли всех проб;
- Для производства буроугольного воска не подходит ни одна из исследуемых проб.
- Для производства углегуминовых препаратов подходят угли проб S-3-5 и S-4-21, а для производства углещелочных реагентов не подходит ни одна проба угля, так как они не удовлетворяют требованиям к сырью данного процесса.

Список источников

1. Таразанов И. Итоги работы угольной промышленности России за 2005 год. // Уголь. – 2006. – № 3, с.49-56.
2. Месторождения бурых углей, [Электронный ресурс].-режим доступа: <http://geo-kst.kspi.kz/index.php/photosemkai/peizaji/21-mestorozhdeniya-burykh-uglej>, свободный .
3. Сибирская угольная энергетическая компания – 5 лет в строю. // Горный журнал. – 2006. – № 4, с.25-28.
4. Аронов С. Г., Нестеренко Л. Л. Химия твердых горючих ископаемых. Изд-во Харьковского университета, 1960.
5. Еремин И.В., Броновец Т.М. Марочный состав углей и их рациональное использование. – М.: Недра, 1994. - 254 с.
6. Маковецкий П.С. Бурые угли и продукты их термического разложения Киев: "Наукова думка", 1964. — 180 с.
7. Гюльмалиев А.М., Головин Г.С., Гладун Т.Г. Теоретические основы химии угля. – М.: Издательство Московского государственного горного университета. 2003. – 556 с.
8. Агроскин А.А, Химия и технология угля — М.: Недра, 1969.
9. Юркевич Я., Росиньский С. Углехимия. – М.: Металлургия, 1973. – 360 с.
10. Кухаренко Т.А. Изменение структуры и свойств гуминовых кислот в углеобразовательном процессе // В кн.: Генезис твердых горючих ископаемых. М., 1959, с.319-337
11. Угольная база России. Т. III. Угольные бассейны и месторождения Восточной Сибири. – М.: ООО «Геоинформцентр», 2002. – 488 с.
12. Родэ В.В., Жарова М.Н., Костюков В.А. и др. Основные проблемы получения и использования буроугольного воска//Химия твердого топлива. – 1974. - №6. – С. 105-118.
13. Кухаренко Т.А. Окисленные в пластах бурые и каменные угли. – М.: Недра, 1972.- 216 с.
14. Угольная база России. Т. IV. Основные закономерности углеобразования и размещения угленосности на территории России. – М.: ООО «Геоинформцентр», 2002. – 514 с.

15. Угольная база России. Т. IV. Основные закономерности углеобразования и размещения угленосности на территории России. – М.: ООО «Геоинформцентр», 2002. –450 с.
- 16.Федеральный закон Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»
- 17.ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
- 18.Кукин П. П., Лапин В. Л., Пономарев Н. Л., Сердюк Н. И. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): Учеб. Пособие для вузов. – 5-е изд., стер. М.: Высш. Шк., 2009. – 335 с.
- 19.Гигиеническими требованиями к микроклимату производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96).
- 20.Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах (СН 2,2.4.562-96)
- 21.Санитарные нормы вибрации на рабочих местах (СН 2.2.4.566-96)
- 22.СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение
- 23.Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (принят ГД ФС РФ 21.12.2001) (ред. от 6.04.2015 г)// СПС Консультант
- 24.ГОСТ 12.1.019-79 «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»
- 25.НПБ 105-95 «Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности»
- 26.ГОСТ 17.2.3.02-78 «Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями»
- 27.ГОСТ 12.3.002-75 «Процессы производственные. Общие требования безопасности»

Приложение А

Таблица А.1 - Определение выхода битумов

Объект исследования	Вес гильзы, г	Вес гильзы с навеской, г	Навеска, г	W^a , %	A^a , %	Органическая масса навески, г	Вес чашечки, г	Вес чашечки с битумами		Вес сухих битумов, г	Выход битумов на горючую массу, %, B^{daf}	Выход битумов средний, %, B_{cp}^{daf}
								1 ^{ое} взвешивание	Контрольное взвешивание			
S-2-4	3,5061	15,7966	12,2905	12,3	8,8	9,6972	61,0290	61,0752	61,0752	0,0462	0,48	0,4
S-2-4	3,5013	16,4743	12,9730	12,3	8,8	10,2357	68,0668	68,1088	68,1083	0,0415	0,41	
S-2-12	3,7352	15,4245	12,6893	10,8	15,5	8,6150	61,0282	61,1447	61,1448	0,1166	1,35	1,2
S-2-12	3,3062	16,0736	12,7674	10,8	15,5	9,4096	60,1587	60,2502	60,2504	0,0917	0,97	
S-3-5	4,0895	16,6710	12,5815	7,6	24,6	8,5303	61,0285	61,0618	61,0616	0,0331	0,39	0,4
S-3-5	3,5120	16,2565	12,7446	7,6	24,6	8,6408	68,0665	68,1018	68,1020	0,0355	0,41	
S-4-21	3,5493	15,6748	12,1255	15,4	5,2	9,6277	61,0287	60,9779	60,9773	0,0514	0,53	0,6
S-4-21	3,5195	16,5055	12,9860	15,4	5,2	10,3109	60,1589	60,1008	60,1004	0,0585	0,57	

Приложение Б

Таблица Б.1 - Определение влажности остатка после битумов

Наимен. объекта	№ бюкса	Вес бюкса, г.	Вес бюкса с навеской, г	Навеска, г.	Вес после высушивания, г.	Контр. высушивание, г.	Потеря влаги, г.	W ^a , %	W ^a _{ср} , %
S-2-4	51	22,6848	23,4962	0,8114	23,4440	23,4447	0,0522	6,43	6,7
S-2-4	171	23,5407	24,4871	0,9464	24,4226	24,4210	0,0661	6,98	
S-2-12	174	23,2772	24,1960	0,9188	24,1561	24,1548	0,0412	4,48	4,7
S-2-12	332	21,8695	22,9944	1,1249	22,9421	22,9394	0,0550	4,89	
S-3-5	185	23,0312	24,0253	0,9941	23,9955	23,9950	0,0298	2,99	2,8
S-3-5	120	23,3237	24,3626	1,0389	24,3349	24,3351	0,0275	2,65	
S-4-21	353	22,4636	23,33243	0,8688	23,2839	23,2830	0,0494	5,68	5,9
S-4-21	308	22,8938	23,8990	1,0052	23,8387	23,8373	0,0617	6,14	

Таблица Б.2 - Определение зольности остатка после битумов

Наимен. объекта	№ чашечки, тигля	Вес тигля, г.	Вес тигля с навеской, г.	Навеска, г.	Вес после прокаливния, г	Контрольное прокаливания, г.	Вес зольного остатка, г.	A ^a , %	A ^a _{ср}	W ^a _{ср}	A ^d _{ср}
S-2-4	01	29,4945	30,5200	1,0255	29,5887	29,5888	0,0943	9,19	9,1	8,3	9,9
S-2-4	8	37,9641	38,9597	0,9956	38,0530	38,0541	0,0900	9,03			
S-2-12	2	41,0559	42,1515	1,0956	41,1959	41,1941	0,1382	12,61	12,2	5,7	12,9
S-2-12	22	41,4522	42,4954	1,0432	41,5759	41,5748	0,1226	11,73			
S-3-5	03	28,3706	29,3239	0,9533	28,5849	28,5853	0,2147	22,52	23,1	3,7	24,0
S-3-5	4	44,8228	45,8558	0,9630	45,1199	45,1198	0,2270	23,57			
S-4-21	01	29,4948	30,4355	0,9407	29,5525	29,5535	0,0587	6,24	6,3	5,3	6,7
S-4-21	8	37,9626	38,9732	1,0106	38,0261	38,0267	0,0641	6,34			

Приложение В

Таблица В.1 - Выход гуминовых кислот

Объект исследования	Вес кальки, г.	Вес кальки с навеской, г.	Навеска, г.	W _a , %	A _a , %	Орг. масса навески, г	Общий объем гуматов, л.	Объем гуматов на осаждение, л.	Вес бюкса с абс. сухим фильтром, г.	Вес бюкса с фильтром и ГК абс. сух. г.	Вес сухих ГК, г.	Выход ГК ^{daf} , %	Средний выход ГК ^{daf} , %
S-2-4	91,2679	93,2437	1,9758	6,7	9,1	1,6636	0,5	0,1	23,8437	23,9159	0,0722	23,56	23,9
S-2-4	82,2843	84,2123	1,9280	6,7	9,1	1,6234	0,5	0,1	22,9814	23,0598	0,0784	24,15	
S-2-12	86,8171	88,7851	1,9680	4,7	12,2	1,6354	0,5	0,1	22,3611	22,4265	0,0654	19,99	20,4
S-2-12	77,8356	79,6321	1,7965	4,7	12,2	1,4929	0,5	0,1	22,6699	22,7321	0,0622	20,83	
S-3-5	91,3384	92,3195	0,9811	2,8	23,1	0,7270	1	0,1	23,8038	23,8290	0,0258	35,49	35,1
S-3-5	82,4075	83,3822	0,9747	2,8	23,1	0,7222	1	0,1	23,0691	23,0943	0,0252	34,66	
S-4-21	86,9640	87,9281	0,9641	5,9	6,3	0,8465	1	0,1	22,3733	22,4020	0,0287	33,90	33,3
S-4-21	77,9406	79,0906	1,150	5,9	6,3	1,0097	1	0,1	22,6611	22,6941	0,0330	32,68	

Приложение Г

Таблица Г.1 - Определение влажности остаточного угля

Наимен. объекта	№ бюкса	Вес бюкса, г.	Вес бюкса с навеской, г	Навеска, г.	Вес после высушивания, г.	Контр. высушивание, г.	Потеря влаги, г.	W ^a , %	W ^a _{ср} , %
S-2-4	007	28,0231	28,7812	0,7581	28,7114	28,6935	0,0877	11,57	11,7
S-2-4	120	23,3251	24,0400	0,7149	23,9920	23,9549	0,0851	11,90	
S-2-12	171	23,5412	24,3599	0,8187	24,3146	24,2821	0,0778	9,50	9,6
S-2-12	308	22,8950	23,7197	0,8247	23,6670	23,6404	0,0793	9,62	
S-3-5	088	22,6761	23,1900	0,5139	23,1540	23,1519	0,0381	7,41	8,1
S-3-5	171	23,5424	24,0615	0,5391	24,0384	24,0341	0,0474	8,79	
S-4-21	185	23,0256	23,8787	0,8531	23,7278	23,7198	0,1589	16,28	15,0
S-4-21	308	22,8881	23,8992	1,0111	23,7692	23,7607	0,1385	13,70	

Таблица Г.2 - Определение зольности остаточного угля

Наимен. объекта	№ чашечки, тигля	Вес тигля, г.	Вес тигля с навеской, г.	Навеска, г.	Вес после прокаливния, г	Контрольное прокаливания, г.	Вес зольного остатка, г.	A ^a , %	A ^a _{ср}	W ^a _{ср}	A ^d _{ср}
S-2-4	10	51,0533	51,5092	0,4559	51,1644	51,1603	0,1070	23,47	24,0	11,7	27,2
S-2-4	2	50,9112	51,5427	0,6315	51,0707	51,0662	0,1550	24,54			
S-2-12	3	44,7608	45,5052	0,7444	44,9703	44,9701	0,2093	28,12	29,4	9,6	32,5
S-2-12	4	44,8401	45,5877	0,7476	45,0687	45,0699	0,2298	30,73			
S-3-5	1	41,9308	42,4175	0,4867	42,1874	42,1861	0,2553	52,45	53,4	8,1	58,1
S-3-5	2	50,8986	51,4066	0,0580	51,1853	51,1849	0,2863	54,35			
S-4-21	03	28,3717	29,0986	0,7269	28,5667	28,5644	0,1927	26,51	26,7	15,0	31,4
S-4-21	8	37,8327	38,7435	0,9108	38,0814	38,0783	0,2456	26,96			

Приложение Д

Таблица Д.1 - Выход свободных гуминовых кислот

Объект исследования	Вес кальки, г.	Вес кальки с навеской, г.	Навеска, г.	W _a , %	A _a , %	Орг. масса навески, г	Общий объем гуматов, л.	Объем гуматов на осаждение, л.	Вес бюкса с абс. сухим фильтром, г.	Вес бюкса с фильтром и ГК абс. сух. г.	Вес сухих ГК, г.	Выход ГК ^{daf} , %	Средний выход ГК ^{daf} , %
S-2-4	90,4756	91,4281	0,9525	6,7	9,1	0,8021	1	0,1	23,0261	23,0443	0,0182	22,70	22,7
S-2-4	89,3867	90,3741	0,9874	6,7	9,1	0,8314	1	0,9	24,0396	24,2092	0,1696	22,67	
S-2-12	81,3477	82,4041	1,0564	4,7	12,2	0,8778	1	0,9	23,4241	23,5559	0,1318	16,68	16,5
S-2-12	85,7689	86,7720	1,0031	4,7	12,2	0,8336	1	0,1	23,1962	23,2099	0,0137	16,40	
S-3-5	82,0067	84,0796	2,0729	2,8	23,1	1,5360	0,5	0,1	23,8219	23,8574	0,0355	10,56	10,1
S-3-5	82,2931	84,3203	2,0272	2,8	23,1	1,5021	0,5	0,1	22,9808	23,0097	0,0289	9,61	
S-4-21	74,1790	76,1598	1,9808	5,9	6,3	1,7391	0,5	0,1	22,3660	22,4521	0,0861	23,75	23,3
S-4-21	78,0354	80,0804	2,0450	5,9	6,3	1,7955	0,5	0,1	22,6572	22,7391	0,0819	22,81	

Приложение Е

Таблица Е.1 - Определение влажности остаточного угля после экстракции свободных гуминовых кислот

Наимен. объекта	№ бюкса	Вес бюкса, г.	Вес бюкса с навеской, г	Навеска, г.	Вес после высушивания, г.	Контр. высушивание, г.	Потеря влаги, г.	W ^a , %	W ^a _{ср} , %
S-2-4	088	22,6763	24,5001	1,8238	24,2881	24,2784	0,2217	12,15	11,2
S-2-4	171	23,5454	25,2906	1,7452	25,1176	25,1125	0,1781	10,20	
S-2-12	185	23,0273	24,7704	1,7431	24,5667	24,5580	0,2124	12,18	11,2
S-2-12	308	22,8904	24,4739	1,5835	24,3179	24,3134	0,1605	10,13	
S-3-5	125	28,6317	30,5024	1,8707	30,3296	30,3292	0,1732	9,25	9,9
S-3-5	134	23,3180	25,3011	1,9831	25,0916	25,0891	0,2120	10,69	
S-4-21	257	21,2300	23,1262	1,8962	23,0741	23,0733	0,3272	17,25	18,0
S-4-21	358	23,5581	25,4593	1,9012	25,5328	25,5308	0,3562	18,73	

Таблица Е.2 - Определение зольности остаточного угля после экстракции свободных гуминовых кислот

Наимен. объекта	№ чашечки, тигля	Вес тигля, г.	Вес тигля с навеской, г.	Навеска, г.	Вес после прокаливния, г	Контрольное прокаливния, г.	Вес зольного остатка, г.	A ^a , %	A ^a _{ср}	W ^a _{ср}	A ^d _{ср}
S-2-4	1	41,9513	43,5354	1,5841	42,4141	42,3869	0,4556	28,4022	29,2	11,2	32,9
S-2-4	2	50,9064	52,4813	1,5749	51,3643	51,3791	0,4727	30,0146			
S-2-12	03	28,3759	29,9097	1,5338	28,8274	28,8054	0,4295	28,0023	27,8	11,2	31,3
S-2-12	8	37,9048	39,3317	1,4269	38,2971	38,2980	0,3932	27,5562			
S-3-5	01	29,3474	31,0436	1,6962	30,1708	30,1528	0,8054	47,4826	49,5	9,9	54,9
S-3-5	03	28,4005	30,1700	1,7695	29,3087	29,3135	0,9130	51,5964			
S-4-21	4	44,8395	46,6801	1,8406	45,3526	45,3359	0,4964	26,9694	28,3	18,0	34,5
S-4-21	8	37,9065	39,8806	1,9741	38,5327	38,4922	0,5857	29,6692			

Приложение Ж

Таблица Ж.1 - Материальный баланс остаточного угля

Наименование объекта	Вес чашечки	Вес чашечки с остатком	Вес остатка	Выход остатка	Выход остатка средний
S-2-4	184,1349	185,0387	0,9038	73,19	72,9
S-2-4	122,8951	123,845	0,9499	72,62	
S-2-12	129,2432	130,2759	1,0327	73,39	73,8
S-2-12	147,5732	148,6117	1,0385	74,31	
S-3-5	184,1349	185,2134	1,0785	59,55	59,3
S-3-5	122,8488	124,0052	1,1564	59,02	
S-4-21	182,0311	183,0172	0,9861	66,64	65,9
S-4-21	137,5321	138,6415	1,1094	65,19	

Таблица Ж.3 - Общий материальный баланс

Объект	Б, %	ГК, %	Ост. Уголь, %	Сумма	Потери+ФК
S-2-4	0,48	22,70	73,19	96,37	-3,63
S-2-4	0,41	22,67	72,62	95,70	-4,3
S-2-4 ср	0,4	22,7	72,9	96,0	-4,0
S-2-12	0,35	16,68	73,39	90,42	-9,58
S-2-12	0,97	16,40	74,31	91,68	-8,32
S-2-12 ср	1,2	16,5	73,8	91,5	-8,5
S-3-5	0,39	35,49	59,55	95,43	-4,57
S-3-5	0,41	34,66	59,02	94,09	-5,91
S-3-5 ср	0,4	35,1	59,3	94,8	-5,2
S-4-21	0,53	33,90	66,64	101,07	+1,07
S-4-21	0,57	32,68	65,19	98,45	-1,55
S-4-21 ср	0,6	33,3	65,9	99,8	-0,2

