

## **АННОТАЦИЯ**

диссертации на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D070700 – «Горное дело»

**Даулетжанов Асылбек Жанасылович**

### **«Разработка технологических решений управления качеством угля и продуктов его переработки при добыче и складировании»**

**Актуальность работы.** Современная или новейшая стадия горной науки направлена на решение комплексных проблем, в частности, развитие технологий подземной и открытой угледобычи в условиях истощения минерально-топливных ресурсов и преобладания экологических и социальных факторов в мировой экономике [1].

Управление качеством продукции является неотъемлемым аспектом деятельности горного предприятия и включается в каждый этап производственного цикла, начиная со вскрытия шахтного поля, с вскрышных работ при открытых горных работах, отработки и продолжается на стадиях отваловобразования, складирования полезного ископаемого.

Все усилия по совершенствованию технологии добычи и управления качеством угля следует направлять, в первую очередь, на рентабельность разработки месторождений, повышение комплексного использования добытого сырья с максимальным извлечением ценных компонентов, содержащихся в них. Комплексное использование, уменьшение или утилизация промышленных отходов, обеспечивает, прежде всего снижение себестоимости минерального сырья и улучшение экологической обстановки региона. Резолюции о важности сохранения темпов угольной генерации энергии и, вместе с тем, необходимости продвижения в сферах углехимии и глубокой переработки угля с целью повышения использования угольного потенциала страны выдвинуты на первом казахстанском Форуме угольной промышленности «Новые возможности угольной промышленности в условиях технологической модернизации».

Без сохранения или улучшения качества добываемого сырья развивать новую и рационализировать существующую перерабатывающую отрасль невозможно. Таким образом, перед угледобывающими предприятиями стоят задачи пересмотра каждого этапа производственного цикла и внедрение методик селективной выемки угольной породы и сохранение потребительских качеств угля и угольной продукции.

Горнодобывающая индустрия является совокупностью отраслей производства, и включает в себя разведку и добычу полезных ископаемых в качестве основных процессов, а также процессы первичной переработки с получением их полуфабрикатов, условно отнесенные к вспомогательным [2]

Основные и вспомогательные технологические процессы проводятся последовательно и производственный цикл угледобычи следует разделить на два этапа.

Первый этап включает в себя следующие шаги:

- 1) Подготовка горных пород к выемке;
- 2) Выемочно-погрузочные работы;
- 3) Транспортирование горной массы;
- 4) Отвалообразование пустых пород;
- 5) Разгрузка и складирование полезных ископаемых.

Второй этап завершается уже отгрузкой угля потребителю или первичной переработкой угля.

При открытых горных производствах затрачиваются большие усилия на подготовку карьеров, которая сопровождается скоплением пустой горной породной массы, зачастую сравнимой с количеством угольной горной массой, поступающей на переработку и отгрузку потребителям, когда как вскрышные материалы направляются на покрытие и завершение выработанных участков, которая является не менее важной частью добычных работ и качество проведения закладочных работ напрямую влияет на безопасность и продолжительной горной деятельности.

Таким образом, в работе будут рассмотрены проблемы и пути сохранения потребительских свойств угля и продуктов его переработки в процессе добычи, складирования и транспортирования на иные производственные площадки.

Практика показала, что при разработке и складировании углей ряда месторождений Казахстана (Карагандинское, Экибастузское, Шубаркольское, Шарынкoльское, Каражыринское, Майкубенское и др.) в определенных условиях происходят окислительные процессы, приводящие к разрушению теплотворных и иных характеристик угольной продукции и зачастую к их самовозгоранию.

Самовозгорание угля при вскрытии угольных пластов, процессах выемки, первичной обработки и складировании на аварийных или временных открытых площадках наносят значительный ущерб экономике предприятия и окружающей среде. При самовозгорании угля сжигается большое количество угольных ресурсов, снижается теплотворная способность угля и, как результат, выбрасывается существенное количество токсичных и парниковых газов. Продуктами горения являются механические взвеси, в виде сажи, также отравляющие и токсические вещества, в том числе, окись углерода (CO), сернистый газ (SO<sub>2</sub>), углеводороды и прочее.

На самовозгорание угля приходится более 90% пожаров, происходящих на угольных месторождениях Китая. По неполным статистическим данным за период с 2001 по 2014 год в Китае было зарегистрировано около 32 случаев взрыва газа или пожара в подземных угольных шахтах, приведшего к гибели 614 человек, а за историю эксплуатации Карагандинского угольного бассейна зарегистрировано около 170 случаев самовозгорания угля при добычных работах [8,9]. В августе 2019 произошло возгорание угля в выработанном горном уступе разреза «Западный» Шубаркольского месторождения [92]. Самовозгорание угля и спецкокса является причиной колоссальных

финансовых потерь у пользователей, так зафиксированы случаи возгорания на Актюбинском ферросплавном заводе в бункерах временного хранения.

Вследствие горения породных отвалов содержание окиси углерода, сернистого ангидрида и сероводорода на расстоянии до 2 км от отвалов превышает допустимые санитарные нормы.

Естественные окислительные процессы и возникающие в последствии самовозгорания угля обуславливают потери полезного ископаемого, приводят к большим материальным убыткам.

Самовозгорание угля в выработанных пространствах, очистных забоях, горных уступах, штабелях при его хранении на складах помимо того, что оно требует больших усилий на тушение пожара, перемещение, охлаждение и изоляцию разогретых масс угля, приводит к загрязнению окружающей атмосферы.

В нашей стране и за рубежом выполнен большой объем научно-исследовательских работ по изысканию мер профилактики самовозгорания углей. Выбор способов и средств борьбы с самовозгоранием для каждого конкретного предприятия осуществляется с учетом местных условий и экономической целесообразности.

Актуальность разработки технических решений по сохранению угля и угольной продукции, в том числе, подтверждается задачами:

1) Концепции развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан до 2030 года: развитие технологий и альтернативное использование угля

2) Послание народу Казахстана «Казахстанский путь-2050: Единая цель, единые интересы, единое будущее»;

3) Концепции инновационного развития Республики Казахстан до 2020 года:

- использование сырьевого потенциала страны;

- привлечение новейших технологий и создание высокотехнологических производств.

**Цель диссертационной работы состоит** в получении технологии сохранения потребительских свойств угля и продуктов его переработки в период добычи и хранения.

**Для достижения поставленной цели в диссертационной работе поставлены следующие задачи:**

- изучить геологические и горнотехнические условия и факторы окисления и самовозгорания угольной продукции;

- изучить механизмы окислительных процессов и мировой опыт предупреждающих мер ухудшения свойств угля;

- установить причины снижения крупности и случаи самовозгорания угля на разрезах «Центральный», «Западный» АО «Шубарколь комир» и спецкокса на базе Актюбинского завода ферросплавов;

- произвести полевые экспериментальные исследования эффективности антипирогенных материалов в предупреждении окисления угля и спецкокса в

условиях хранения на производственной площадке Шубаркольского месторождения;

- исследовать качественные характеристики угля и выявить компоненты, способствующие и катализирующие окислительные процессы, которые, в свою очередь, приводящие к самовозгоранию угля и продуктов его переработки;

- произвести испытания существующих и вновь разработанного полимерного антипирогенного покрытия, увеличивающего срок сохранности угля из вторичных продуктов производства;

- разработать технологические решения по поддержанию потребительских свойств угля и спецкокса во время отработки угольных пластов и хранения на открытых закрытых площадках, бункерах и вагонах при транспортировании.

**Идея диссертационной работы** Потребительские, технологические свойства угля и угольной продукции возможно сохранить от последствий выветривания, самовозгорания в очистных забоях, горных уступах и увеличить срок хранения путем применения эффективных изолирующих материалов для покрытия поверхности полезных ископаемых при подземных и открытых горных работах, штабелей во время складирования на рабочих участках и складских площадках для хранения до момента отгрузки потребителю.

**Методы исследования в работе.** В диссертационной работе использованы ряд методик, включая оценку и аналитический обзор научно-исследовательских трудов и технической документации; лабораторные и опытно-промышленные испытания, математическое моделирование.

**Основные научные положения, выносимые на защиту:**

- применение полимерных покрытий и смеси 5 % жидкого стекла и 1 % ПАВ (Прогресс) при добыче и складировании угля позволяет уменьшить нарушение фракционного состава в пределах 50-300 мм в среднем до 17% и предотвращает размельчение до фракций 0-6 мм на 5%;

- вновь произведенный полимерный изолирующий материал (антипироген) на основе вторичного сырья коксохимического производства эффективно предотвращает разрушение технологических свойств угольной продукции и сохраняет уровень фиксированного углерода на уровне 85%, а уровень зольности в среднем до 4,8% в период 6 месяцев.

**Основные научные результаты:**

- оценена эффективность применения изолирующих покрытий в сохранении крупности угля в заданных фракционных границах во время добычи и складирования;

- получен полимерный антипирогенный материал из вторичных продуктов коксохимического производства;

- доказана эффективность разработанного изолирующего (антипирогенного) материала на основании математического моделирования;

- установлены кинетические показатели и закономерности протекания самонагрева и самовозгорания спецкокса, включая эффективную энергию

активации и динамику изменения показателей адиабатической скорости самовозгорания;

- разработан комплекс технологических решений и рекомендаций для внедрения в производственный процесс добычи, первичной обработки и глубокой переработки угля.

**Научная новизна работы** состоит в разработке полимерного изолирующего материала (антипирогена) из вторичных отходов коксохимического производства; разработке комплекса технологических решений и рекомендаций для проведения опытно-промышленных работ по предотвращению самовозгорания и продлению сроков сохранности угля и продуктов его переработки.

**Практическая значимость работы.** Реализация идей и научных положений работы позволит создать эффективные технологические решения повышения качества продуктов горной промышленности за счет решения проблемы самовозгорания и пассивации факторов, способствующих разрушению качественных характеристик полезного ископаемого при открытом и подземном способах разработки угольных пластов в горно-геологических условиях Карагандинского угольного бассейна и иных месторождениях Республики Казахстан. Результаты исследования могут быть использованы для совершенствования закладочных работ во время угледобычи. Научные и опытно-промышленные испытания в рамках реализации проекта предложат возможности улучшения экологической обстановки и условий охраны труда за счет технологии переработки вторичных отходов коксохимического производства в рамках решения проблемы самовозгорания угля и спецкокса.

**Ожидаемый социальный эффект разработок** заключается в повышении уровня безопасности ведения горных работ на угольных разрезах шахтах в связи со снижением риска возгорания угля на подземных, открытых площадках и выработанных пространствах.

**Ожидаемый экономический эффект технологических решений** заключается в сокращении потерь добытого сырья и выпускаемого продукта, что комплексно отражается на стабилизацию себестоимости и эффективное планирование производственных операций.

**Объекты и предметы исследования.** В данной работе изучены влияния процессов выветривания, окисления на качество угля и спецкокса. Проведены расчеты, ряд исследований, позволяющий разработать регламент по хранению и использованию. Для изучения физико-химических факторов были выбраны угли марки Д Шубаркольского месторождения. Также для исследований использовался спецкокс ТОО «Сары-арка Спецкокс» Работа выполнена в Испытательной лаборатории метановой энергетики в горно-металлургическом комплексе Карагандинского технического университета и на площадках угольных хранилищ разреза «Центральный».

**Реализация работы.** Результаты полевых, лабораторных испытаний и основные выводы были опубликованы в 5 научных статьях, в 2 тезисах научных конференций и 1 полезной модели.

### **Участие в НИР, хозяйственно-договорных работах:**

- договор №286/17 от 18.05.2017 с АО «Шубарколь комир» «Исследование факторов, влияющих на самовозгорание спецкокса, произведенного из шубаркольского угля и разработка рекомендаций по условиям хранения спецкокса в емкостях, складах и открытых площадках»;

- договор №45-НИР/17 от 05.09.2017 корпорацией с ERG «Исследование влияния факторов выветривания, способов и технологии хранения рядового угля, и разработка мероприятий по повышению и сохранности его крупности».

**Структура работы.** Диссертационная работа состоит из введения, 5-ти разделов, заключения и содержит 116 страниц текста, 68 рисунка, 24 таблиц, список используемых источников из 118 наименования

**Апробация работы.** Основные положения работы докладывались и получили одобрение: на научных семинарах кафедры РМПИ КарТУ и научно-технических советах КарТУ, международных научно-практических конференциях «Сагиновские чтения-10», «Сагиновские чтения-12». Результаты научных исследований, полученных в ходе выполнения диссертационной работы, были приняты корпорацией ERG и АО «Шубарколь комир» для рассмотрения и включения научных результатов в производственный процесс и вновь разрабатываемый технический регламент.

**Благодарности.** Докторант благодарит казахстанского и зарубежного научных консультантов за рекомендации и помощь проведение экспериментальных работ и выполнении отдельных этапов диссертационной работы, а также руководство АО «Шубарколь комир» за предоставление экспериментальной площадки и предметов исследований.