

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертационную работу Васильевой Елены Вячеславовны на тему «Прогнозирование выхода основных химических продуктов коксования углей Кузбасса методом нейронных сетей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.07 – химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ

Актуальность темы диссертационной работы.

В настоящее время состояние сырьевой базы коксования проявляет тенденцию к ухудшению. Это связано с истощением запасов коксующихся углей (главным образом, жирных) и закрытием ряда угледобывающих предприятий Кузбасса. Свойства углей вновь открываемых месторождений не всегда в полной мере удовлетворяют требованиям современных коксохимических заводов. Поэтому оценка ресурсов химических продуктов в углях и шихтах является важной задачей. Большое значение прогнозирование приобретает вследствие нестабильности и разнородности состава концентратов углеобогатительных фабрик.

В связи с этим разработка научно обоснованных методов подбора углей для коксования для получения заданного количества конечных продуктов, а также экономичного расходования углей ценных марок, определяет проведение дальнейших исследований по созданию метода прогнозирования выхода химических продуктов коксования – кокса, каменноугольной смолы, сырого бензола и коксового газа – на основе характеристик качества углей. Данная тема диссертационной работы Васильевой Е.В., посвященная разработке метода прогнозирования выхода основных химических продуктов коксования с использованием метода нейронных сетей, является важной и актуальной.

Целью диссертационной работы являлась разработка нового научно обоснованного метода прогноза выхода химических продуктов коксования из углей и их смесей, применяемых для процесса высокотемпературного коксования.

Научная новизна исследования и полученных результатов диссертации Васильевой Е.В. не вызывает сомнения. В работе сформулирована задача определения основных параметров качества углей, оказывающих наибольшее влияние на выход кокса, каменноугольной смолы, сырого бензола и коксового газа. Для решения поставленной задачи с применением современных методов исследований проведено определение показателей качества углей Кузнецкого бассейна и их смесей и выхода из них химических продуктов коксования. Проведен математический анализ результатов исследований, на основе результатов которого разработана математическая модель на основе метода искусственных нейронных сетей.

Сопоставление полученных результатов прогнозирования с применением разработанного метода на основе искусственных нейронных сетей с традиционными методами прогнозирования выхода продуктов коксования показало, что относительная ошибка разработанного метода ниже, чем у традиционных методов.

В работе также приведены результаты применения модели для прогнозирования выхода продуктов коксования по параметрам качества исходных углей, что показывает возможность ее применения в производственных условиях.

Практическая значимость работы.

На основе результатов исследований разработан метод прогноза выхода основных химических продуктов коксования по параметрам качества углей и их смесей, на основе которого создана компьютерная программа.

Содержание диссертационной работы и ее завершенность.

В введении обоснована актуальность темы, определены цель и задачи исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту, показана научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе приведен обзор литературных источников, где рассмотрены закономерности термических превращений угля в процессе высокотемпературного коксования. Даны оценка влияния на выход химических продуктов коксования особенностей исходных углей, обусловленных стадией метаморфизма, петрографическим составом, степенью восстановленности и т.д., а также условий коксования. Большое вниманиеделено вопросу анализа современного состояния вопроса прогнозирования и расчета выхода химических продуктов коксования. В целом, литературный обзор полный, по его результатам квалифицированно обоснована постановка задачи.

В второй главе приведены и охарактеризованы задействованные в работе методы исследований. При выборе показателей качества исходных углей исходили из возможности применения полученных математических моделей для возможности прогнозирования выхода химических продуктов коксования в существующих производственных условиях. В связи с этим применены стандартные методы определения показателей качества углей, такие как технический, петрографический и элементный анализы, а также анализ показателей спекаемости. Для определения выхода химических продуктов коксования выбран метод по ГОСТ 18635-73, так как он обеспечивает постоянные условия для всех определений и максимально приближен к условиям промышленного коксования.

В третьей главе приведены результаты исследований углей и их смесей, а также результаты их математического анализа, на основе которых определен перечень входных и выходных параметров для построения математической модели с использованием искусственных нейронных сетей. Приведено описание выбора параметров для прогнозирования на основе результатов кластерного, канонического, корреляционного и регрессионного анализов.

Представлены результаты кластерного анализа, показывающие, что элементы выборки образуют четыре естественных кластера. Такое разбиение данных на кластеры объясняется тем, что выборка охватывает практически все основные марки углей, пригодных для коксования.

Представлены результаты канонического анализа, показывающего зависимость между группой входных и группой выходных параметров и однородность выборки без значительных одиночных выбросов.

Представлен выбор параметров для построения математической модели на основе результатов корреляционного анализа, из которых видно, что некоторые параметры сильно коррелируют друг с другом.

Представлены результаты регрессионного анализа. С параметрами, определенными по итогам канонического и регрессионного анализов, и выходом продуктов коксования составлены уравнения регрессии.

В четвертой главе приведены результаты построения интеллектуальной информационной системы прогнозирования выхода продуктов коксования и ее проверки на производственных значениях. Охарактеризована топология искусственной нейронной сети, основанная на сети Ворда и приведено описание алгоритма обучения сети. Приведено описание полученных нейронных сетей и приложения «Интеллектуальная информационная система прогнозирования выхода продуктов коксования», позволяющего создавать нейронные сети и использовать их для прогнозирования выхода основных химических продуктов коксования. Приведены результаты проверки адекватности построенной нейросетевой математической модели с использованием критерия Фишера. Показана возможность использования нейросетевой математической модели в практике коксохимических заводов, для чего приведены экспериментальные и производственные значения выхода химических продуктов коксования для угольных смесей, состав которых моделирует среднемесячные расходы углей на коксование, а также их прогнозируемые значения, рассчитанные по правилу аддитивности из значений, определенных для отдельных углей с помощью нейросетевой математической модели, и рассчитана средняя относительная ошибка прогнозируемых значений.

В Приложении к диссертации приводится протокол подведения итогов опытной эксплуатации программы для ЭВМ «Интеллектуальная информационная система прогнозирования выхода продуктов коксования», проведенной в ПАО «Кокс» г. Кемерово.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций. Достоверность результатов и выводов, сделанных на их основе, сомнений не вызывает, так как экспериментально подтверждена сходимостью данных, полученных в экспериментальных и производственных условиях, обоснована согласованностью данных, полученных комплексом различных методов исследования показателей качества углей и математического анализа полученных данных. Основные результаты апробированы на российских и международных конференциях, опубликованы в рецензируемых журналах, в том числе зарубежных.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Предложен альтернативный метод прогнозирования выхода химических продуктов по показателям качества углей, применяемых для коксования. Использование предложенного метода на стадии подбора углей для коксования позволит спрогнозировать выход химических продуктов для исследуемых углей, тем самым ускорить процесс их подбора и уменьшить объем проведения исследований. Предложенная компьютерная программа позволяет автоматически рассчитывать значения показателей выхода химических продуктов по параметрам качества исследуемых углей.

Замечания и рекомендации по работе:

1. Вызывает сомнения соответствие химико-технологических параметров и отнесение к технологической марке КО (ГОСТ 25543-2013) образца угля ш. Анжерская-Южная (обогащенная пробы), характеристики которого были использованы в качестве данных для расчетов и прогнозирования выхода продуктов коксования. Обращает на себя внимание аномально высокое значение содержания инертинита I, и, как следствие, суммы отощающих компонентов ΣOK (86 и 87 % соответственно). Угли с таким содержанием неспекающихся компонентов могут быть использованы в шихте коксования в виде суперотощающей добавки для снижения ее «ожирненности» и увеличения выхода кокса, что не соответствует тенденциям настоящего времени, связанным со снижением ресурсов жирных углей. Как фузенизированный уголь, этот образец, судя по данным табл. 28 (стр. 133) и табл. 1 (Приложение) имеет наибольшие относительно других углей значения содержания углерода, углерода ароматического, степени ароматичности, выхода кокса и наименьшие значения выхода каменноугольной смолы, пирогенетической воды и коксового газа. Вместе с тем, этот уголь имеет характерную для марки КО спекаемость ($y = 11$ мм), наличие которой может обеспечить только присутствие достаточного количества спекающей основы – витринита и липтинита, которых в петрографическом составе угля ничтожно мало. Нехарактерность свойств этого образца проявляется и при кластерном анализе (рис. 420, кластер 4, стр. 99).
2. Одним из параметров для расчета прогноза выхода продуктов коксования использована зольность угля A^d . Вместе с тем, на качество кокса немаловажное влияние оказывает химический состав золы, а именно, соотношение основных (CaO , MgO , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O) и кислотных (SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2) оксидов. Может быть, в качестве входного параметра для расчетов выхода продуктов коксования можно было использовать и такой параметр, как индекс основности золы?
3. В диссертации не приведено расшифровки аббревиатуры параметров выхода продуктов коксования.

Сделанные замечания носят рекомендательный характер и не умаляют впечатления от рассматриваемой диссертации, как о законченной работе, выполненной на современном научно-техническом уровне.

Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертациям.

Основные положения диссертации отражены в опубликованных работах. Непосредственно по теме диссертации опубликовано 16 работ, в том числе 14 статей в журналах и сборниках научных трудов, индексируемых в РИНЦ, из которых 5 работ опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Автореферат диссертации отражает основное содержание диссертации и достигнутые результаты.

По тематике исследования, методам, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 05.17.07 – химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ в пунктах:

№ 6 - общие научные основы и закономерности физико-химической технологии твердых горючих ископаемых. Разработка научных основ новых методов оценки взаимосвязи генезиса, строения и структуры твердых горючих ископаемых с их химико-технологическими свойствами.

№ 9 - научные основы промышленного процесса коксования углей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация Васильевой Е.В. на тему «Прогнозирование выхода основных химических продуктов коксования углей Кузбасса методом нейронных сетей», представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, выполненную самостоятельно на высоком научном уровне, на актуальную тему, в которой получены новые и важные сведения об основных параметрах качества углей, оказывающих наибольшее влияние на выход основных химических продуктов коксования, и возможности применения метода искусственных нейронных сетей для прогнозирования выхода данных продуктов.

Соискатель продемонстрировал умение проводить качественное исследование углей, а также знание и умение использовать расчетные методы.

Научные положения и выводы, сформулированные автором, не вызывают сомнений. Результаты диссертационной работы оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью. Большая часть результатов отражена в публикациях и апробирована на профильных конференциях.

Диссертация Васильевой Елены Вячеславовны на тему «Прогнозирование выхода основных химических продуктов коксования углей Кузбасса методом нейронных сетей» соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор *Васильева Елена Вячеславовна заслуживает* присуждения степени *кандидата технических наук по специальности 05.17.07 – химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.*

Кандидат химических наук, доцент,
старший научный сотрудник лаборатории
научных основ технологий обогащения
угля Федерального государственного
бюджетного научного учреждения
Федерального исследовательского центра
угля и углехимии Сибирского отделения
Российской академии наук (Института
угля СО РАН)

 Семенова Светлана Александровна
«23 » апреля 2018 г.

Подпись С.А. Семеновой удостоверяю
Ученый секретарь ФИЦ УУХ СО РАН,
К.Т.Н.



В.В. Зиновьев
М.П. (гербовая)

Почтовый адрес: 650065, Кемерово, Ленинградский проспект, 10.
Старший научный сотрудник: Семенова Светлана Александровна, кандидат химических наук, доцент
Контактный телефон: +7(3842)74-13-57, адрес электронной почты: semlight@mail.ru