

УДК 622.7; 622.7.017.2; 622.7:504.064.43; 622.73

ПРЕДПРОЕКТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБОГАТИМОСТИ УГЛЕЙ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

Кандинский В. А., аспирант гр. ОПа-201, II курс¹,
Бегунов А. А., аспирант гр. ОПаз-161, IV курс¹,
Плотникова Л. Н., аспирант гр. ОПаз-161, IV курс¹,
Шубина Е. Г., студент гр. КС-2104, I курс²,
Костенюк А. И., аспирант, гр. ГТ-2021, I курс³
Удовицкий В. И., д.т.н., профессор³

¹Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия,

²РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва, Россия,

³Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН, г. Кемерово, Россия.

При выполнении предпроектных исследований возникает необходимость определения обогатимости углей, базирующейся на их гранулометрическом и фракционном составах, от которых зависит выбор крупности машинных классов, процессов и технологий обогащения.

Согласно государственным стандартам обогатимость – это способность угля разделяться по заданным показателям качества на продукты обогащения: концентрат, промежуточный продукт и отходы (породу).

Для увеличения скорости и повышения точности экспериментов при прогнозировании гранулометрического и фракционного составов каменных углей в предпроектных исследованиях их обогатимости использованы информационные технологии (ИТ), включающие:

- автоматизированные базы данных (АБД) для хранения, редактирования выходов и зольностей гранулометрического и фракционного составов, а также передачи, восприятия информации и методы реализации таких процессов. Полный объем информации в АБД на бумажном носителе (300 страниц) представлен в приложениях 1-3 монографии [1]. На жестком диске базы данных занимают объем 334562 byte.

- прикладные проблемно-ориентированные программные продукты, разработанные в КузГТУ и Институте угля ФИЦ УУХ СО РАН, зарегистрированные в Реестре программ для ЭВМ [2, 4, 5, 6, 8, 9, 10], и системные;

- технические средства ИТ с организационно-методическим обеспечением, включающим в себя руководства пользователя.

При исследовании обогатимости углей выявляют закономерности разделения углей по классам крупности и фракциям (по плотности), для аппроксимации которых использованы тридцать восемь полиномов с первой по семнадцатую степени [11].

Параметры аппроксимаций определены известным методом наименьших квадратов из системы линейных алгебраических уравнений.

Установлено, что и полиномы высших степеней недостаточно качественно описывают кривую зольностей элементарных фракций углей легкой обогатимости.

Вычислительными экспериментами [1, 5] установлено, что применение интерполяционного полинома Лагранжа предпочтительнее для описания указанных кривых.

Более эффективным способом интерполяции кривых обогатимости является сглаживание сплайнами (кусочно-кубическими функциями). В программе, разработанной в Delphi, использован указанный метод, позволяющий по известным значениям функции в нескольких точках находить коэффициенты кубического сплайна и рассчитывать значения функции для заданного количества промежуточных точек [6].

Рассмотренные методы построения кривых обогатимости с использованием проблемно-ориентированных программных комплексов требуют от пользователя достаточно высокой квалификации в области численных методов и определенных навыков при работе с программными продуктами.

Немаловажным является и получение разрешения авторов на использование программ, зарегистрированных в Реестре программ для ЭВМ.

Поэтому для начинающих пользователей нами разработан достаточно простой метод автоматизации построения кривых обогатимости с помощью электронных таблиц Excel [7].

Для проверки адекватности математических моделей процессов и технологий обогащения в условиях ЦОФ «Беловская» специально разработан программный продукт [8].

При выполнении предпроектных исследований для обоснования выбора процессов и технологии гравитационного обогащения создан программный комплекс многовариантной оптимизации технологии обогащения углей шахты «Увальная» [9].

Программа для ЭВМ [10] специально разработана для многофакторных процессов химического и физико-химического обогащения на примере редкоземельных руд Куттесайского месторождения (критерий оптимальности: содержание окиси $0-18, \%$). Адекватность математических моделей оценивается по критерию Фишера. Для адекватных моделей рассчитывается методом Бокса-Уилсона значения факторов, при которых возможно кратчайшим путем достичь оптимальную область проведения эксперимента.

В опубликованных работах решены следующие задачи:

- созданы автоматизированные базы данных для хранения, обработки и использования гранулометрических и фракционных составов 504 шахтопластов Кузбасса при компьютерном моделировании процессов и технологий обогащения углей;

- разработан новый методический подход и инструментальные средства для выбора лучших приближающих функций при описании суммарных характеристик крупности, кривых обогатимости, фракционного состава каменных углей и оценке обогатимости углей.

Список литературы:

1. Удовицкий В.И. Моделирование подготовительных и основных процессов переработки каменных углей. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 1998. – 500 с.
2. Удовицкий В.И., Шутов С.О. Расчет фракционного состава и определение обогатимости каменных углей // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011616680. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 26 августа 2011 г.
3. Кандинская И.В., Удовицкий В.И. Аналитическое представление кривых обогатимости углей // Вестник КузГТУ. -2004. -№ 4. -С. 48-54.
4. Королев И.А., Удовицкий В.И. Аппроксимация кривой элементарных фракций методом наименьших квадратов // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. № 2012613674. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 19 апреля 2012 г.
5. Королев И.А., Удовицкий В.И. Применение полинома Лагранжа для построения кривых обогатимости // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012613675. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 19 апреля 2012 г.
6. Королев И.А., Удовицкий В.И. Интерполяция кривых обогатимости кубическими сплайнами // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012613676. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 19 апреля 2012 г.
7. Кандинский В.А., Бегунов А.А., Удовицкий В.И., Шубина Е.Г. Автоматизация построения кривых обогатимости в курсовом и дипломном проектировании // Россия молодая. Сборник материалов XII Всероссийской, научно-практической конференции молодых ученых с международным участием. Кемерово, 2020. С. 10502.1-10502.4.
8. Шутов С.О., Удовицкий В.И. Программный комплекс расчета технологической схемы ОАО «ЦОФ Беловская» // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013660591. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 11 ноября 2013.
9. Королев И.А., Витченко С.В., Удовицкий В.И. Программный комплекс многовариантной оптимизации технологии обогащения углей шахты «Увальная» // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014614485. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 25.04.2014.
10. Кандинский В.А., Удовицкий В.И. Планирование факторного эксперимента и опытов крутого восхождения // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015662600. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 10.02.2016.
11. Удовицкий В.И., Кандинский В.А., Шубина Е.Г., Бегунов А.А., Плотникова Л.Н. Выявление закономерностей разделения каменных углей по классам крупности // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. -2021. № 4. С. 109-120.