

1 из 400 блоков - 144 блока руды и 256 породы, в примере 2 - 80 блоков руды и 320 породы. В заголовках таблиц буквами обозначены следующие параметры расчета: А – номер внешней итерации; В – количество верно определенных блоков руды; С – количество верно определенных блоков породы; D – время решения в секундах; E – размерность системы.

Выводы

Предложенный метод позволяет эффективно находить решение обратной задачи гравиразведки двумерной задачи при среднем числе конечных элементов для случая бинарной среды. Путем случайного выбора точек наблюдения и решения СЛАН (7) метод позволяет последовательно идентифицировать наиболее достоверные блоки среды на данной внешней итерации. Процесс случайного выбора точек наблюдения для интегрального уравнения (6) играет роль естественной регуляризации этого уравнения. Алгоритм метода является параллельным по существу, реализация внутренних итераций может быть выполнена совершенно независимо друг от друга.

Литература

1. Самарский А. А., Вабищевич П. Н. Численные методы решения обратных задач математической физики. — М.: URSS, 2009. — 480 с.
2. Гравиразведка. Справочник геофизика / Под ред. Мудрецов Е. А. — М.: Недра, 1990. — 608 с.

Таблица 2

A	B	C	D	E
1	28	32	9	400
2	4	18	6	340
3	59	12	5	318
4	48	166	3	247
5	5	28	1	33
Итого	144	256	23	-

3. Тихонов А. Н.,

Самарский А. А. Методы решения некорректных задач. — М.: Наука, 1986. — 288 с.

4. Верлань А. Ф., Сизиков В. С. Интегральные уравнения: методы, алгоритмы, программы. К.: Наукова думка, 1986. — 544 с.
5. Старостенко В. И. Устойчивые численные методы в задачах гравиметрии. — К.: Наукова думка, 1978. — 228 с.
6. Старостенко В. И., Заворотько А. Н. Методика и Алгол (Фортран) — программы устойчивого решения обратных линейных и нелинейных задач гравиметрии. — К.: Наукова думка, 1980. — 104 с.
7. Алексидзе М. А. Приближенные методы решения прямых и обратных задач гравиметрии. — М.: Наука, 1987. — 336 с.
8. Любимов Г. А., Любимов А. А. Методика гравимагнитных исследований с использованием ЭВМ. — М.: Недра, 1988. — 304 с.

пост.29.11.12

Разработка программного обеспечения процесса выплавки стали в дуговых печах

К. В. ЯШИНА

Днепродзержинский государственный технический университет

В статье приводится описание разработанного программного обеспечения, позволяющего вести полноценное наблюдение за процессом выплавки стали в дуговых печах. Созданное программное обеспечение основано на комплексной модели электрических, тепловых и химических процессов, происходящих в дуговых печах.

В статті наведено опис розробленого програмного забезпечення, яке дозволяє вести спостереження за процесом виплавки сталі у дугових печах. Створене програмне забезпечення базується на комплексній моделі електричних, теплових та хімічних процесів, що відбуваються у дугових печах.

The article describes the developed software that allows for a meaningful observation of the processes of steel production in electric arc furnaces. Software is based on a complex model of the electrical, thermal, and chemical processes that occur in arc furnaces.

Введение. Одной из особенностей современного мирового рынка стали является рост объемов продукции, выплавляемой в дуговых сталеплавильных печах (ДСП) переменного тока. В настоящее время доля выплавляемой электростали в мире приближается к 40% и этот показатель постоянно растет. В мире работает около 1500 дуговых печей и в среднем еженедельно вводится в работу одна новая печь. При сохранении существующего темпа роста объем выплавки стали в

дуговых печах в скором времени может достичь объема выплавки в кислородных конвертерах. Улучшаются и технико-экономические показатели работы дуговых печей [1 - 4].

Постановка задачи. Следовательно, актуальной является задача разработки программного обеспечения (ПО), позволяющего вести наблюдение за процессом выплавки стали в ДСП.

Результаты работы. Автором статьи разработано программное обеспечение (ПО), которое позволяет вести наблюдение за процессом управления выплавкой стали в дуговых печах переменного тока. С его помощью можно следить за характером протекания электрических, тепловых, химических процессов, происходящих в ДСП, и работой алгоритма управления, обеспечивающего достижение заданного значения активной мощности, подаваемой в печь каждой фазой.

ПО обеспечивает графический пользовательский интерфейс, показанный на *рис. 1*.

Для эффективной работы программного обеспечения рекомендуется выполнять ввод информации о массе, составе и температуре шихтовых материалов, загружаемых в печь в начале плавки и в результате подвалок. При этом следует воспользоваться пунктом строки меню «Ввод данных».

С помощью «Иллюстрирующей панели» оператор-технолог наблюдает за движением электродов, изменением профиля плавления шихты, увеличением количества расплава и шлака, температурой не расплавленной шихты и «болота». Для отображения температурного поля используются градации красного

цвета (*рис. 2*). Разработанное ПО позволяет изменять размеры схематического изображения печи и поворачивать его.

С помощью «Панели отображения» оператор-технолог наблюдает за основными электрическими, тепловыми, химическими характеристиками процесса выплавки или работой электромеханической системы, выбирая соответствующий пункт из строки меню.

При наблюдении за характером протекания электрических процессов, технолог может получить информацию о силе тока, падении напряжения и мощности каждой фазы, напряжении на вторичных ступенях печного трансформатора и длинах дуг. При этом предоставляются: возможность совместного рассмотрения электрических характеристик трех фаз; возможность наблюдения за электрическими характеристиками одной фазы; возможность совместного наблюдения за током, напряжением или мощностью каждой фазы.

Наблюдая за тепловыми процессами, оператор-технолог может рассмотреть динамику изменения температуры вертикального или горизонтального среза печи (*рис. 3*)



Рис. 1. Графический пользовательский интерфейс разработанного ПО

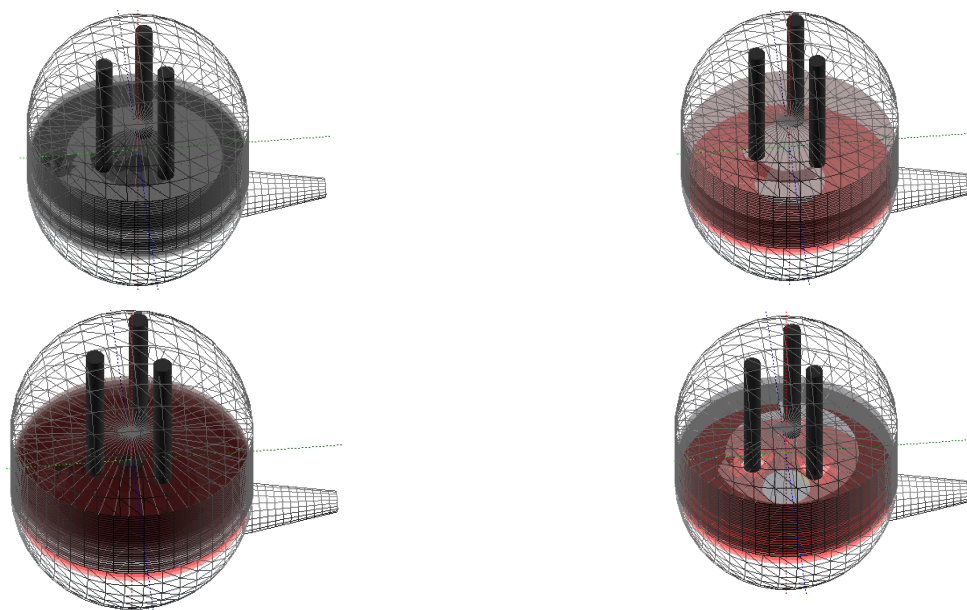
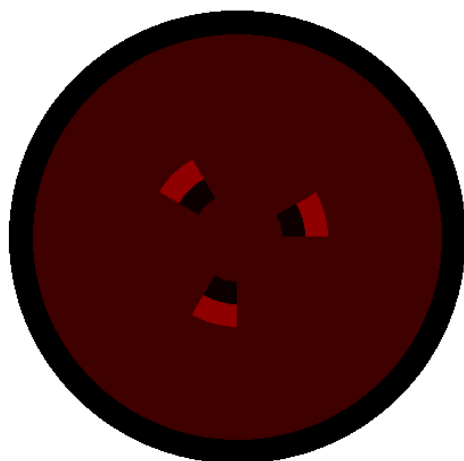


Рис. 2. Различные температурные поля в рабочем пространстве печи

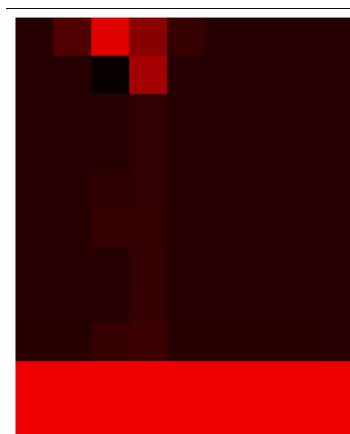
Осуществляя наблюдение за химическими процессами, протекающими в рабочем пространстве ДСП, технолог может получить информацию о составе расплава, шлака, печной атмосферы, массе расплава, шлака и его основных характеристиках: основности и окисленности.

Кроме того, ПО позволяет выполнять наблюдение за работой электромеханической системы каждой фазы.

Разработанное ПО основано на комплексной модели выплавки стали в ДСП. Однако, предусмотрена возможность задания значений активной мощности, подаваемой в печь каждой фазой, непосредственно оператором-технологом. Для этого следует воспользоваться «Панелью управления». Кроме того, с помощью этой модели можно приостановит плавку (в случае подвалки шихты и т.д.).



а) горизонтальный срез



б) вертикальный срез

Рис. 3. Температурные поля срезов печи

Выводы

Таким образом, разработанное ПО позволяет вести полноценное наблюдение за процессом выплавки

стали в ДСП. Данное программное обеспечение использовано при разработке закона управления работой дуговой сталеплавильной печи переменного тока, основанного на комплексном исследовании

электрических, тепловых и химических процессов, происходящих в рабочем пространстве ДСП в период плавки. Этот закон эффективно применим при различных технологиях выплавки стали и обеспечивает экономию энергии на 13 – 14 % при сохранении качества выплавляемой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Харахулах В. С., Лесовой В. В., Мельник В. М. Состояние сталеплавильного производства в Украине и перспективы развития с внедрением перспективных технологий до 2010 года. // *Металл и литье Украины*. — 2006. — №1. — С. 4—7.
2. Смирнов А. Н. Современные тенденции развития процессов производства и разлива стали. // *Металл и литье Украины*. — 2006. — №1 — С. 7—11.
3. Кривченко Ю. С., Малик А. А., Орман В. Я., Филяк А. В. Основные направления и перспективы развития сталеплавильного производства в Украине. // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. — 2007. — №1. — С. 16—18.
4. Геллер К. Фирма «Фукс системтехник»: новые возможности создания и реконструкции металлургического оборудования. // *Металлург*. — 2003. — №6. — С. 28—30.

пост.21.12.12