

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ РЕЖИМАМИ ДУТЬЯ В ДОМЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Рогожкин Д. И.

Донецкий национальный технический университет

Отечественный и зарубежный опыт свидетельствует, что развитие предприятий металлургического комплекса, решение проблем качества и конкурентоспособности продукции на мировом и внутреннем рынке требуют радикального совершенствования систем сбора, хранения, анализа и использования информации. В частности следует отметить, что сложность доменного процесса, необходимость определения оптимальных параметров доменной плавки при изменении условий ее проведения, возрастающая цена ошибок при управлении тепловым и газодинамическим режимами – эти и другие факторы определяют потребность в разработке новых информационных систем.

Актуальности и значимости внедрения экспертных систем в металлургии в целом и систем поддержки принятия решений по управлению режимами дутья в доменном производстве в частности уделяется большое внимание в работах ученых (Л. Ю. Гилев, П. Н. Поляков, А. Н. Барда, В. И. Соловьева) .

Научная новизна разрабатываемой системы, состоит в усовершенствовании процесса выплавки чугуна в доменной печи с помощью управления режимами дутья с помощью применения экспертной системы построенной в концепции искусственного интеллекта, включающей в себя опыт специалистов-доменщиков. Результатом работы является разработанная система определения оптимальных параметров дутья (влажность, давление, температура) в условиях влияния многих переменных контролируемых и неконтролируемых факторов, которые вызывают нарушения хода печи и ее теплового состояния, что требуют высокой квалификации персонала во время управления доменной плавкой.

Методологическую основу исследований составляют методы нечеткой логики, методы принятия решений, методы разработки, проектирования и создания программного обеспечения советующих систем, функционирующих на основе нечетких ситуационных алгоритмов обработки информации. Для разработки экспертной системы поддержки принятия решений по управлению режимами дутья в доменном производстве, были выбраны методы нечеткой логики, так как в неформализованных задачах, которые решает данная экспертная система, при управлении сложными агрегатами и процессами, очень часто приходится использовать ненадежные или неточные данные и знания, которые невозможно представить только двумя значениями характеристических чисел, или идентификаторами – 1 (истина) и 0 (ложь).

Экспертная система поддержки принятия решений по управлению режимами дутья в доменном производстве должна решать ряд задач. Главные из которых контроль и регулирование основных параметров блока воздухонагревателя, контроль расхода и давления холодного дутья, регулирование соотношения расходов «природный газ – холодное дутье», процесс стабилизации температуры горячего дутья, стабилизация влажности горячего дутья, регулирование давления природного газа, контроль содержания кислорода в дутье.

Данная системы с применением искусственного интеллекта создаются с целью стабилизации хода печи и повышения качества чугуна. Экспертные системы способны использовать детерминированные знания о процессе и обобщать практический опыт

специалистов. Процесс накопления знаний и опыта в экспертной системе продолжается после ввода ее в эксплуатацию, что дает возможность адаптироваться к изменениям технологии. Экспертная система повышает уровень знаний неопытного специалиста до уровня квалифицированного, обеспечивает единообразие решений и оперативную приспособляемость в изменяющихся условиях массового, интенсивного производства [1].

Разрабатываемая экспертная система будет иметь структуру представленную на рисунке ниже.

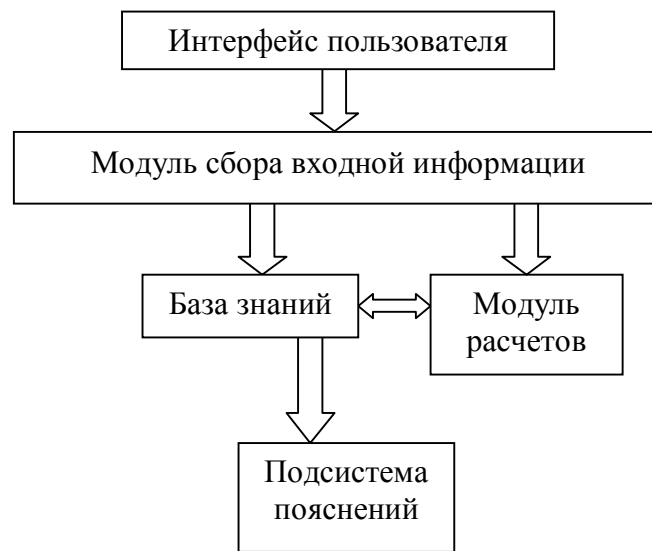


Рисунок 1 - Структура экспертной системы

В структуру экспертной системы входят следующие блоки:

1. Интерфейс пользователя, через который реализуется диалоговый режим между пользователем и базой знаний (пользователь отвечает на вопросы, предлагаемые экспертной системой, о технологических параметрах плавки, шихты и чугуна).
2. Модуль сбора входной информации – этот модуль собирает данные, вводимые оператором доменной печи и с датчиков слежения за ходом плавки.
3. База знаний – совокупность знаний о показателях доменного процесса, записанная на носителе в форме, понятной пользователю и эксперту-доменщику на языке, приближенном к естественному. Составляется на основании справочной литературы данной предметной области и знаний (опыта) эксперта-доменщика.

Укрупненно принцип построения базы знаний можно представить следующим образом. Возьмем параметр теоретической температуры горения «Т», он может принимать 3 группы показателей:

- Первая группа показателей определяет значение параметра: выше нормы, ниже нормы и оптимальное значение.
- Вторая группа показателей определяет динамику изменения параметра: не изменяется, уменьшается и увеличивается.

- Третья группа показателей определяет диапазон колебания параметра: выше допустимого, ниже допустимого и допустимое.

Значения показателей определяется в модуле расчетов. К примеру значение теоретической температуры горения определяется по формуле представленной ниже, с учетом других технологических параметров доменного процесса.

$$T = \frac{(31,42w - 1,385y + C_d t_d) V_d - 1200V_d + V_{п.г.} - Q_{п.г.}}{V_g C_g} \quad (1)$$

где w – содержание кислорода в дутье, %;

y – содержание влаги в дутье, г/м³;

V_d – расход дутья, м³/мин;

t_d – температура дутья, °С;

$V_{п.г.}$ – расход природного газа, м³/мин;

$Q_{п.г.}$ – расход пылеугольного топлива, кг/мин;

C_d – теплоемкость дутья, ккал/(м³·°С);

C_g – теплоемкость фурменного газа, ккал/(м³·°С) [3].

Исходя из вышеупомянутой группы показателей, в базе знаний формируется система правил по схеме: если <значение параметра>, то <действие>, иначе <действие>. Стоит заметить, что выполнение некоторых действий будет возможно лишь при соблюдении целой группы условий.

1. Модуль расчетов – программный модуль, выполняющий все необходимые расчеты необходимые для определения параметров дутья.
2. Подсистема пояснений – модуль, позволяющая пользователю получить пояснения о работе программы [2].

Для проверки эффективности экспертной системы проведем эксперимент. С помощью генератора псевдослучайных чисел на вход системы будут подаваться данные свидетельствующие о нарушении хода плавки. Например, перепады давления газа или температуры в печи. Результаты эксперимента приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результат работы экспертной системы

| Показатель | Показатели доменной плавки (реальные) | Показатели доменной плавки (экспериментальные) |
|---|---------------------------------------|--|
| Расход кокса, кг/т чугуна | 100,0 | 98,3 |
| Температура дутья | 1200 | 1200 |
| Содержание кислорода в дутье, % | 26,0 | 26,0 |
| Расход, м ³ /т чугуна: | | |
| природного газа | 105 | 97 |
| Дутья | 1238 | 1189 |
| Количество колошникового газа, м ³ /т чугуна | 1913 | 1937 |

Исходя из результатов представленных в таблице, можно сделать вывод, что теоретически пробная версия экспертной системы способна эффективно осуществлять поддержку принятия решений в режиме реального времени, даже при возникновении нестандартных ситуаций.

Литература

- [1] Спирин Н.А., Лавров В. В. Информационные системы в металлургии: Конспект лекций (отдельные главы из учебника для вузов) - Екатеринбург: Уральский государственный технический университет – УПИ, 2004. – 495 с.
- [2] Мелихов А. Н., Берштейн Л. С., Коровин С. Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. – М.: Наука. Гл. ред. физ. – мат. лит., 1990 – 272 с.
- [3] Рамм А.Н. Современный доменный процесс. – М.: Металлургия, 1989 – 304с.