

РАЗДЕЛ V. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.9

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК РАЗЛИЧНОЙ ФОРМЫ ИЗ СТАЛИ

А.А. Баранов, А.В. Кычкин

В статье рассмотрена важность информатизации технологических процессов термической обработки. Построена общая функциональная модель жизненного цикла стали и показано в нем место термообработки, также конкретизированы требования к функциональному и структурному составу информационной системы. Проведена формализация параметров и выполнено информационное моделирование.

Ключевые слова: жизненный цикл стали, термическая обработка, параметры технологического процесса, информационное моделирование.

Введение

Развитие современных предприятий, играющих важную роль в экономике государства, в значительной степени зависит от расширенного применения информационных технологий, способствующих прогрессу производства. Одну из ключевых позиций на отечественном и зарубежном рынках занимает продукция металлургической отрасли, характеризующаяся высокой трудоемкостью и технологической сложностью. Требуемое высокое качество продукции металлургических компаний обуславливается зависимостью от потребностей машиностроения, которое в свою очередь развивается темпами, превышающими рост технологий металлургии. В связи с этим, наблюдается определенное технологическое отставание отечественных металлургических производств – крупных исторически сложившихся градообразующих предприятий от потребностей современного рынка. Это в первую очередь обуславливается изношенностью производственных фондов и их низкий коэффициент обновления, избытком производственных мощностей, высоким уровнем энергетических затрат, использованием устаревших технологий, низким уровнем производительности труда и др.

Мировая практика показывает высокую эффективность информатизации отдельных производственных циклов ведущих металлургических компаний Китая, Японии, США [1]. Таким образом, информационное сопровождение и поддержка технологического процесса на примере термической обработки стали, как одного из перспективных процессов с точ-

ки зрения снижения количества брака, вредных выбросов, энергозатрат [2] и повышения производительности, являются перспективными и актуальными направлениями научных и практических исследований.

Место термической обработки в функциональной модели жизненного цикла стали

Сегодня на металлургических предприятиях существуют три возможных подхода к совершенствованию технологии термической обработки:

- Использование накопленных данных, опыта предприятия и специалистов-металлургов.
- Применение натурального эксперимента.
- Использование информационных систем (моделирования, поддержки принятия решений и др.)

Термическая обработка необходима для получения определенных свойств и, как видно из рисунка 1, занимает важное место в жизненном цикле стали.

Под функциональными блоками подразумеваются следующие виды производства: доменная печь при производстве чугуна, кислородно-конвертерный способ при производстве стали, машина непрерывного литья заготовок при разливе стали. Выбор обоснован высокой эффективностью использования данных способов и их широкой распространенностью в мировой металлургической промышленности.

Покажем, какие материальные потоки (пронумерованы на рисунке) объединяют функциональные блоки модели, их состав и

РАЗДЕЛ V. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

значения величин, необходимые для производства около 1 тонны готовой продукции [4-9].

1. Шихта 2,1-2,8 т., содержащая агломерат 1,4-1,5 т., кокс 0,4-0,5 т., железную руду 0,1-0,2 т., известняк 0,1-0,2 т., окатыши 0,1-0,4 т.
2. Шлакообразующие добавки (известь 0,05-0,1 т., плавиковый шпат 0,001-0,005 т.), раскислители (например, алюминий 0,15-0,2 кг.), лом 0,1-0,2 т.
3. Жидкий чугун 0,8-0,9 т.
4. Жидкая сталь 1 т.
5. Заготовки из стали.
6. Обработанные заготовки из стали.
7. Изделия.

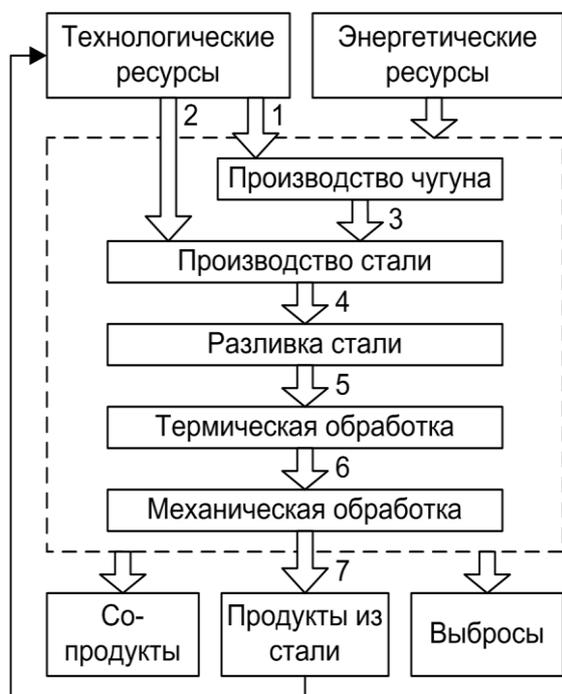


Рисунок 1 – Общая функциональная модель жизненного цикла стали

Теоретико-множественное обоснование структуры информационной системы АСУТП термической обработки

Далее проведем теоретико-множественное обоснование предлагаемой информационной системы [11-13]. Входными параметрами для системы являются множества следующих параметров: S – свойства заготовки из стали, F – параметры заготовки, B – ограничения технологического процесса, P – расположение заготовок в печи, T – параметры технологического процесса. Выходным параметром является S^* – измененные свойства заготовки из стали. Таким образом,

формализация параметров в общем виде (1) и более подробно входные параметры (2).

$$X\{S, F, P, B, T\} \Rightarrow [\text{расчет}] \Rightarrow Y\{S^*\} \quad (1)$$

Множество свойств заготовки включает в себя твердость, предел текучести, предел прочности, относительное сужение, относительное удлинение, ударную вязкость, температуру критических точек и химический состав. К параметрам заготовки относятся форма, высота, ширина, глубина и масса. Ограничения технологического процесса включают в себя максимально возможную и допустимую температуру, минимальная температура, максимальная продолжительность процесса и ограничения по объему. Расположение заготовок в печи задается количеством заготовок и расстоянием между ними по всем осям, если заготовок больше одной. Параметры технологического процесса включают скорость и температуру нагрева, продолжительность выдержки, а также скорость, продолжительность и среду охлаждения (спокойный воздух, вода или масло).

$$X = \left\{ \begin{array}{l} S = \{HRC, \sigma_{0,2}, \sigma_T, \psi, \delta, KCU, A, Ch\} \\ F = \{f, h, w, d, m\} \\ B = \{t_p, t_a, V_{\max}, d_{\max}, V\} \\ P = \{c, dx, dy, dz\} \\ T = \left\{ \begin{array}{l} HT = \left\{ \begin{array}{l} an = \{rh, th, rc, et, ct, ec\} \\ norm = \{rh, th, rc, et, ct, ec\} \\ tem = \{rh, th, rc, et, ct, ec\} \\ vac = \{rh, th, rc, et, ct, ec\} \end{array} \right\} \\ am = \{an_n, norm_n, tem_n, vac_n\} \end{array} \right. \end{array} \right. \quad (2)$$

Расчет осуществляется на основе аппарата математического моделирования, существующих методик расчета или базы знаний.

Математическая модель построена на основе теории нечетких множеств, это обусловлено наличием такой переменной как структура, которая уникальна для каждой заготовки и, может быть определена с высокой вероятностью только при помощи металлографических исследований.

Существующие методики включают в себя расчет свойств, например, при помощи номограмм марок стали.

База знаний основана на производственной модели знаний, содержащей основные зависимости между параметрами технологического процесса термической обработки и получаемыми значениями свойств.

Проектирование информационной системы

Информационное моделирование проводилось средствами языка UML, в котором были построены функциональная диаграмма, диаграмма классов и диаграмма последовательностей. Основные классы и их взаимодействие представлены на рисунке 2.

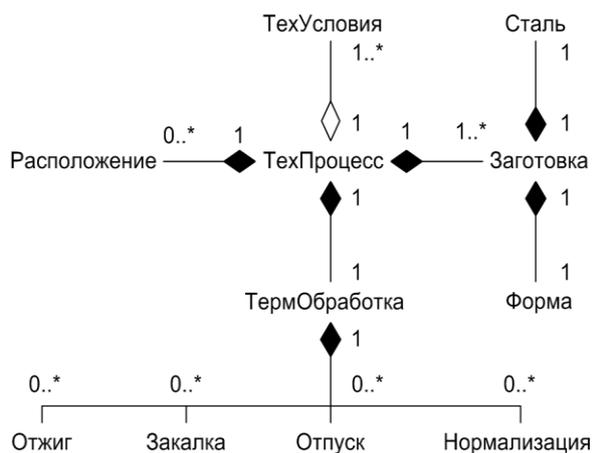


Рисунок 2 – Основные классы и их взаимодействие

Отношения между классами построены на основе иерархии объектов классов. Все входные и выходные параметры отражены в виде атрибутов классов.

Из диаграммы видно, что объект класса «ТермОбработка» включает в себя несколько видов термической обработки, при этом любой вид может отсутствовать или же быть включен несколько раз – это позволяет проектировать технологический процесс любой конфигурации.

Выводы

Таким образом, показана важность и актуальность совершенствования технологий термической обработки стали на основе информатизации технологических процессов. Построена общая функциональная модель жизненного цикла стали, на основании которой конкретизированы требования к функциональному и структурному составу информационной системы. Проведена формализация параметров предложенной системы, а также выполнено информационное моделирование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- World Steel Association [Электронный ресурс] : Steel Statistical Yearbook 2011. Режим доступа: <http://www.worldsteel.org/statistics/statistics-archive/yearbook-archive.html>
- Файзрахманов, Р.А. Рациональное управление потреблением энергии с помощью ин-

- формационной системы энергоменеджмента My Jervis [Текст] / Р.А. Файзрахманов, Т. Франк, А.В. Кычкин, А.Б. Федоров // Электротехника : научно-технический журнал. – Москва, 2011, №11.– С. 35-40.
- Baranov, A.A. Analytical review of software products for modeling process of heat treatment [Текст] / A.A. Baranov // Сб. науч. тр. по материалам VII междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов, 2011, №2.– С. 3-4.
- World Steel Association [Электронный ресурс] : Methodology report, Life cycle inventory study for steel products 2011. Режим доступа: <http://www.worldsteel.org/publications/bookshop?bookID=f636e8bf-cd36-44cc-a2d2-3167ffdad45e>
- World Steel Association [Электронный ресурс] : Crude steel production 2011. Режим доступа: <http://www.worldsteel.org/statistics/statistics-archive/2011-steel-production.html>
- Сайт посвященный черной металлургии [Электронный ресурс] : Черная металлургия. Нынешнее состояние, проблемы и перспективы развития металлургии. Режим доступа: <http://emchezgia.ru/>
- Федеральный портал [Электронный ресурс] : Перспективы развития российской металлургии. Режим доступа: <http://protown.ru/information/hide/4487.html>
- Электронные средства обучения [Электронный ресурс] : Кислородно-конвертерный процесс с верхним дутьем. Режим доступа: <http://www.elearning-pto.gov.ua/3380.html?L=2>
- Абрамов Н.Н. Водоснабжение [Электронный ресурс] : учебник / Н.Н. Абрамов; Стройиздат, 1974. – Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-15/index.htm>
- Свинолобов Н.П. Печи черной металлургии [Текст] : учебное пособие / Н.П. Свинолобов, В.Л. Бровкин. – Днепропетровск, Изд-во Пороги, 2004. – 157 с.: ил.
- Дьячко А.Г. Математическое и имитационное моделирование производственных систем [Текст] : научное издание / А.Г. Дьячко. – М.: МИСИС, 2007. – 538 с.: ил.
- Зубченко А.С. Марочник сталей и сплавов. 2-е изд., доп. и испр. [Текст] / А.С. Зубченко. – М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.: ил.
- Баранов А.А. Разработка автоматизированной системы для технологического процесса термической обработки заготовок из различных марок стали [Текст] / А.А. Баранов // Молодежная наука в развитии регионов : материалы Всерос. конф. студентов и молодых ученых с международным участием. – Березники, 2011, - С. 159-161.

Аспирант **Баранов А.А.** тел. 8-950-45-44-715, *Baranov_anton@inbox.ru*, к.т.н., доцент **Кычкин А.В.** тел. 8-952-644-96-57, *aleksey.kychkin@gmail.com* - каф. Информационных технологий и автоматизированных систем Пермского национального исследовательского политехнического университета