

АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В СИСТЕМЕ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ

Хайназарова В.А.

*Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых,
Владимир;*

*Покровский филиал Московского педагогического государственного
университета, Покров*

Ключевые слова: производство металлопродукции, системный анализ, кристаллизация металла, технологические процессы, механические свойства, информационные технологии, оптимизация режимов, научные исследования.

Аннотация. Производство металлопродукции, отвечающей постоянно возрастающим требованиям к функциональным, механическим и физико-химическим свойствам, является сложной научно-технической проблемой. Для решения этой проблемы необходимы новые подходы и системные решения. Рассматривается возможность на основе сбора, хранения, обработки и преобразования результатов наблюдений, измерений, обработки данных о проектировании продукции и о реализации процессов ее производства сформировать целостное системное представление о решаемой проблеме, определить важные подсистемы в составе системы, выполнить системный анализ взаимосвязей и взаимодействий на уровне системы, подсистем и элементов, создать основу для поддержки принятия решений на этапе проектирования технологических процессов, для совершенствования и прогрессивного развития производства продукции из металлов и сплавов. Концептуально работа построена на множественном подходе к решению проблемы повышения механических свойств. Рассматривается комплекс параметров и факторов, под влиянием которых формируются структура металла и его свойства.

ANALYSIS OF RELATIONSHIPS AND INTERACTIONS IN THE PRODUCTION SYSTEM OF METAL PRODUCTS

Khainazarova V.A.

*Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov, Vladimir;
Pokrovsky branch of the Moscow Pedagogical State University, Pokrov*

Keywords: metal production, systems analysis, metal crystallization, technological processes, mechanical properties, information technology, optimization of modes, scientific research.

Abstract. The production of metal products that meet the ever-increasing requirements for functional, mechanical and physicochemical properties is a complex scientific and technical problem. New approaches and system solutions are needed to solve this problem. The article considers the possibility of forming a holistic systemic understanding of the problem being solved based on the collection, storage, processing and transformation of observation results, measurements, processing of data on product design and on the implementation of its production processes, identifying important subsystems within the system, performing a systems analysis of the relationships and interactions at the level of the system, subsystems and elements, creating a basis for supporting decision-making at the stage of designing technological processes, for the improvement and progressive development of the production of metals and alloys. Conceptually, the work is based on a multiple approach to solving the problem of improving mechanical properties. A set of parameters and factors that influence the formation of the metal structure and its properties is considered.

Введение

Современный производственный процесс рассматривается с позиций CALS-технологий, то есть с позиций информационного сопровождения продукции на всех этапах жизненного цикла. При этом особое внимание уделено самому первому этапу – проектированию.

Принципиально подход к проектированию безальтернативно реализован на основе системного подхода и сосредоточен на проектировании систем управления технологическими процессами.

В отличие от проектирования, регламентируемого стандартами единой системы конструкторской и единой системы технологической документации, процесс проектирования систем управления направлен на создание технологических процессов, технические и экономические показатели которых превышают показатели существующих отечественных и зарубежных аналогов.

1. Функционирование Системы производства металлопродукции в информационном пространстве

Качество создаваемой металлопродукции зависит от бесконечного числа факторов, а пренебрежение значимостью даже одного из них может отразиться на функционировании всей Системы. Тем не менее работа с одним или несколькими факторами, выполненная с учетом специфики индивидуальной специализации каждого из факторов в составе Системы может рассматриваться как своевременно выполненная операция по удалению или по улучшению влияния данного фактора.

Фактор, связанный с проектированием технологического процесса, специфичен в том смысле, что он находится вне производственного процесса, с одной стороны, он многовариантен. Сам процесс проектирования творческий итерационный. Переход к следующей итерации связан с поиском дополнительных данных, требует привлечения новых элементов, исследования новых зависимостей и установления новых закономерностей.

Последовательные этапы производства металлопродукции во взаимосвязи с научными исследованиями, включая и фундаментально-теоретические исследования, опытно-конструкторскими и технологическими разработками и с проектированием в Едином Информационном Пространстве представлены схематически на рисунке 1.

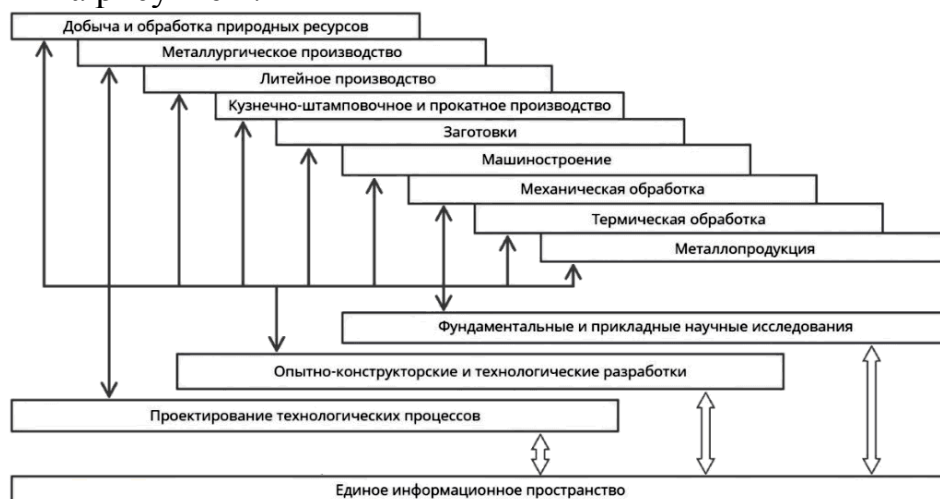


Рис. 1. Основные этапы процесса производства металлопродукции во взаимодействии с проектированием ТП и Единым Информационным пространством

Из представленной схемы видно, что на этапе металлургического производства расплавленный металл по законам природы практически без вмешательства извне переходит в твердое состояние, возникшие при этом дефекты структуры устраняются в ресурсозатратных процессах прокатки, литья,ковки штамповки и термообработки.

Отсюда следует, что при проектировании технологических процессов критически важным является системный анализ изначального этапа – процесса кристаллизации со всеми входящими в него явлениями природы физико-химическими и механическими процессами, с их взаимосвязями и взаимодействиями.

2. Научные исследования, направленные на получение скрытой информации и ее использование в режиме реального времени при проектировании технологического процесса производства наукоемкой продукции

Традиционно проектирование современных технологических процессов (ТП) осуществляется на перспективу предстоящих 5...8 лет с условием, что на этапе разработки Технического Задания закладываются требования, ориентированные на существующий технологический процесс.

Инновационный эффект от ТП может быть достигнут за счет оптимизации режимных параметров, но вопрос конкурентоспособности самого технологического процесса, его новизны и совершенства с точки зрения научного обоснования способов и режимов обработки, остается открытым.

В металлургическом и в литейном производствах формирование свойств конечной продукции происходит в большой зависимости от того, как осуществляется управление процессом кристаллизации.

В свою очередь, кристаллизация протекает с участием тепло-массопереноса, химических реакций, фазовых превращений и т.д., в результате чего формируются структура и свойства, возникают различного рода дефекты [1].

Целью системного анализа является сбор, хранение, обработка и анализ априорной и измерительной информации, выявление наиболее важных зависимостей и закономерностей, создание баз данных и систем принятия решений по оптимальному управлению процессом кристаллизации.

Режимными параметрами кристаллизации являются температура и время. Известна технология термо-временной обработки (ТВО), когда перед заливкой, например, в изложницу металл выдерживают в ковше в определенном диапазоне температур в течение определенного отрезка времени.

В данном случае имеет место управление параметрами на входе для достижения на выходе требуемых структуры и свойств металла [2].

Если во время ТВО осуществлять вакуумирование или накладывать давление, то данный процесс перейдет из разряда двухмерных в разряд трехмерных и т.д.

3. Обработка кристаллизующегося металла давлением

Исследованиям влияния давления на свойства заготовок и отливок уделяется большое внимание. Отмечается снижение брака и улучшение свойств,

однако до настоящего времени поведение жидкого металла под давлением до начала кристаллизации во взаимосвязи с формированием структуры не изучено.

В работе [3] установлено, что при наложении давления объем жидкого металла не только не остается неизменным или изменяется на ничтожно малую величину, но и претерпевает изменения в значительных пределах. Это наводит на мысль, что отождествлять расплавленный металл с жидкостью изначально некорректно.

Если уменьшение объема под давлением p обозначить ΔV , а общий объем сжимаемого жидкого металла – V_0 , то относительное уменьшение объема приобретает смысл коэффициента, характеризующего реологическое свойство:

$$K_p = \frac{\Delta V}{V_0} 100 \%, \quad (1)$$

В зависимости от состава сплава, температуры, величины давления и скорости его наложения K_p принимает значения в пределах от 0 до 13 %. Можно представить:

$$K_p = F(p, t, \tau), \quad (2)$$

где p – давление, t – температура, τ – время.

Установлено, что структурно чувствительные свойства металла коррелируют с коэффициентом K_p , что может быть использовано в системе управления ТП.

4. Корректировка параметров ТП по траектории в пространстве состояний

На физическом уровне связи параметров p , t , τ на входе в процесс с коэффициентом K_p на выходе обусловлены сближением атомов, возникновением сил отталкивания, образованием кластеров и их исчезновением. Теоретической проблемой, от которой зависит работа системы управления, является отсутствие измеримых показателей и критериев для описания поведения атомов в расплавленном металле под давлением [3].

С учетом того, что накладываемое извне давление на жидкий металл можно изменять в широких пределах, предлагается вариант активного программируемого управления траекторией движения из исходного расплавленного состояния к заданному конечному состоянию.

По результатам измерений и анализа результатов исследований находят соответствие значений K_p параметрам p и t . На следующем этапе, изменяя скорость наложения давления, увеличение или снижение значения K_p можно связать с взаимодействием параметров p и t и их совместным влиянием на значение K_p (рис. 2).

Управление кристаллизацией металлов и сплавов может быть осуществлено путем программирования изменения значений переменных параметров во времени.

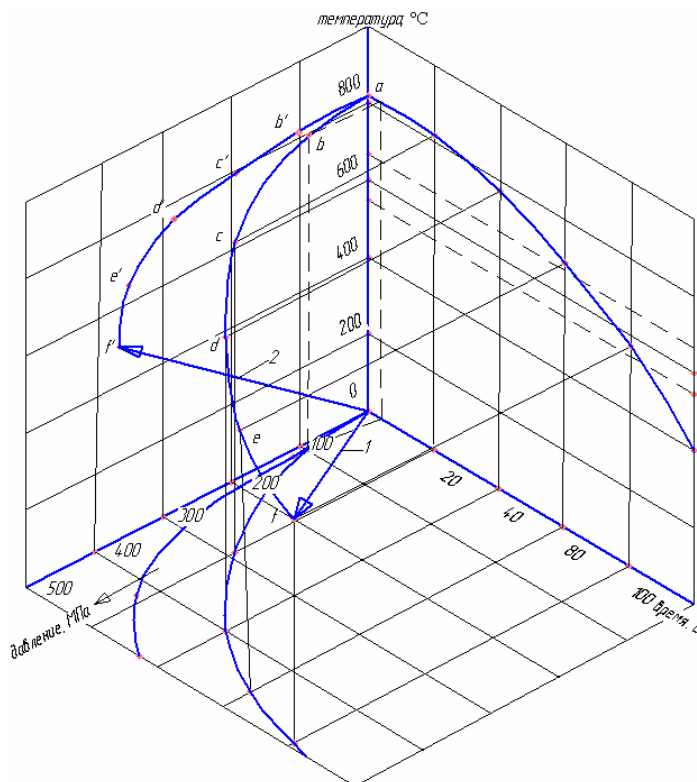


Рис. 2. Траектории изменения параметров ТП в координатах «температура – давление – время»

Заключение. Успешная реализация современных технологий проектирования требует не только учета функциональных характеристик, но и глубокого понимания физических и химических процессов, происходящих при кристаллизации металлов. Оптимизация технологических процессов, на основе собранных и обработанных данных, а также внедрение инновационных методов управления, способствуют повышению конкурентоспособности и качества конечной продукции. Это стало возможным благодаря внедрению информационных технологий для сбора, обработки и анализа данных, что создает условия для более эффективного проектирования и управления технологическими процессами. В условиях постоянно меняющихся требований к металлопродукции, системный подход к проектированию и управлению технологическими процессами представляет собой необходимое условие для достижения стабильности и высокого уровня свойств металлопродукции.

Список литературы

1. Скребцов А.М., Иванов Г.А., Кузьмин Ю.Д., Долгань В.М., Божкова Е.Г. Изучение структурных перестроек в жидких металлах на модельной основе // Вестник Приазовского государственного технического университета. – 2008. – № 18. – С. 61-65.
2. Коростелев В.Ф., Хромова Л.П. Управление формированием квазикристаллических структур и свойств сплавов специального назначения. – М.: Изд-во «Новые технологии», 2015 – 208 с.
3. Коростелев В.Ф., Денисов М.С. Исследование усадки кристаллизующегося металла в условиях контролируемого наложения давления // Физика и химия обработки материалов. – 2024. – № 4. – С. 77-84.

Сведения об авторе:

Хайназарова Вера Александровна – аспирант; старший преподаватель кафедры управления, экономики и права.