

# Нейросетевые модели влияния химического состава рудного сырья и параметров плавильных процессов на свойства изделий

*Л.Н. Ясницкий<sup>1,2\*</sup>, Ф.М. Черепанов<sup>3</sup>, М.А. Голдобин<sup>4</sup>, А.Р. Неверов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

<sup>2</sup>Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» в Перми, Пермь, Россия

<sup>3</sup>ООО «Скайори», Пермь, Россия

<sup>4</sup>АО «ОДК-Пермские моторы», Пермь, Россия

\**yasn@psu.ru*

**Аннотация.** Исследования влияния химического состава рудного сырья на свойства литейных изделий, как правило, не учитывают особенностей реальных производственных процессов. Основные причины этого заключаются в том, что, во-первых, результаты таких исследований, как правило, ограничиваются рамками лабораторных исследований, во-вторых, параметры используемых моделей не учитывают характеристик структуры рудного сырья, так как эти сведения могут быть получены лишь после завершения теплофизических и химико-энерготехнологических процессов термической обработки, в-третьих, само использование моделей затруднено вследствие необходимости оперативного учета изменения состава и значений системных и внешних факторов в процессе термической обработки. Цель данного исследования – разработка нейросетевых моделей и средств, обеспечивающих возможность адаптивной структурно-параметрической настройки к изменениям параметров анализируемых процессов термической обработки рудного сырья. При этом в качестве параметров создаваемых нейросетевых моделей используются данные о химическом составе рудного сырья, а также параметры плавильных процессов. В результате исследований подтверждена гипотеза о возможности опосредованного учета влияния структурных особенностей рудного сырья на качество изделий за счет характеристик химического состава рудного сырья и параметров плавильных процессов. Отмечается, что подтверждение этой гипотезы позволит создать эффективные инструменты для оперативного управления теплофизическими и химико-энерготехнологическими процессами термической обработки рудного сырья.

**Ключевые слова:** нейросетевая модель, химический состав, рудное сырье, серийное производство, управление термической обработкой

**Для цитирования:** Ясницкий Л.Н., Черепанов Ф.М., Голдобин М.А., Неверов А.Р. Нейросетевые модели влияния химического состава рудного сырья и параметров плавильных процессов на свойства изделий // Прикладная информатика. 2023. Т. 18. № 6. С. 109–119. DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-6-109-119

# Neural network models of the influence of the chemical composition of ore raw materials and parameters of melting processes on the properties of products

L. Yasnitsky<sup>1,2\*</sup>, F. Cherepanov<sup>3</sup>, M. Goldobin<sup>4</sup>, A. Neverov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Perm State National Research University, Perm, Russia

<sup>2</sup>National Research University Higher School of Economics in Perm, Perm, Russia

<sup>3</sup>Skyori LLC, Perm, Russia

<sup>4</sup>JSC "ODK-Perm Motors", Perm, Russia

\*yasn@psu.ru

**Abstract.** Studies of the influence of the chemical composition of ore raw materials on the properties of foundry products, as a rule, do not consider the features of production processes. The main reasons for this are that, firstly, the results of such research are usually limited to laboratory studies, secondly, the models do not take into account the specifics of the structure of ore raw materials, since these data can be obtained only after the completion of all thermophysical and chemical-energy-technological processes of heat treatment, thirdly, the use of models is difficult due to the need to promptly account for changes in the composition and values of systemic and external factors during heat treatment. The purpose of the paper is to design neural network models and tools that provide the possibility of adaptive structural and parametric adjustment to changes in the parameters of the analyzed processes of heat treatment of ore raw materials. Data on the chemical composition of ore raw materials and information on heat treatment processes are used as parameters of the projected neural network models. As a result of the research, the hypothesis about the possibility of indirect accounting for the influence of structural features of ore raw materials on the quality of products has been confirmed. Confirmation of this hypothesis will allow us to offer effective tools for operational management of thermophysical and chemical-energy-technological processes of heat treatment of ore raw materials.

**Keywords:** neural network model, chemical composition, ore raw materials, mass production, heat treatment control

**For citation:** Yasnitsky L., Cherepanov F., Goldobin M., Neverov A. Neural network models of the influence of the chemical composition of ore raw materials and parameters of melting processes on the properties of products. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2023, vol.18, no.6, pp.109-119 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-6-109-119

## Введение

Брак в литейных цехах современных производственных предприятий нередко достигает 50% и более, что свидетельствует о несовершенстве теории металлургических процессов. Несмотря на большое количество научных работ, посвященных изучению влияния различных

факторов на характеристики качества отливок, результаты исследований, как правило, носят ограниченный характер. Часто они ограничиваются рамками исследовательских лабораторий и не учитывают всего многообразия и нюансов реальных производственных процессов. Естественно, что результаты таких исследований не могут быть основой для создания математических моделей,