



УДК 621.74
DOI: 10.21122/1683-6065-2018-4-45-49

Поступила 22.11.2018
Received 22.11.2018

ИНТЕГРАЦИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ОТЛИВОК

И. Б. ОДАРЧЕНКО, В. А. ЖАРАНОВ, И. Н. ПРУСЕНКО, Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, г. Гомель, Беларусь, пр. Октября, 48. E-mail: oda2009@gmail.com

Описана методика применения нейросетевого моделирования при подготовке и в процессе оптимизации технологии литья. Предложена новая методика классификации отливок на основе геометрических соотношений геометрии деталей и информации о распределении толщины стенок в отливках.

Ключевые слова. *Нейросетевое моделирование, анализ технологии литья, классификация технологической сложности отливок, процесс технологической подготовки производства.*

Для цитирования. *Одарченко, И. Б. Интеграция нейросетевых моделей в процессы технологической подготовки производства отливок / И. Б. Одарченко, В. А. Жаранов, И. Н. Прусенко // Литье и металлургия. 2018. № 4. С. 45–49. DOI: 10.21122/1683-6065-2018-4-45-49.*

INTEGRATION OF NEURAL MODELS IN THE PROCESS OF TECHNOLOGICAL PREPARATION OF THE PRODUCTION OF CASTINGS

I. B. ODARCHENKO, V. A. ZHARANOV, I. N. PRUSENKO, Gomel State Technical University named after P. O. Sukhoi, Gomel, Belarus, 48, Oktober ave. E-mail: oda2009@gmail.com

The methodical application of neural network modeling in preparation and optimization of casting technology is described. A new technique for classifying castings based on geometric relationships of the geometry of parts and information on the distribution of wall thickness in castings.

Keywords. *Neural network modeling, analysis of casting technology, classification of technological complexity of castings, process of technological preparation of production.*

For citation. *Odarchenko I. B., Zharanov V. A., Prusenko I. N. Integration of neural models in the process of technological preparation of the production of castings. Foundry production and metallurgy, 2018, no. 4, pp. 45–49. DOI: 10.21122/1683-6065-2018-4-45-49.*

Применение нейросетевых моделей [1–3] во многих отраслях науки и техники дает возможность качественного совершенствования уровня реализации задач анализа, синтеза и оптимизации. Основой для этого служит относительная простота создания регрессионных и классификационных моделей, а также кластерного анализа на базе нейронных сетей.

Главные достоинства нейронных сетей заключаются в возможности распараллеливания обработки информации, способности сетей к самообучению и обобщению. Обобщение представляет собой способность сетей или наборов, разнородных по структуре сетей, получать обоснованный результат на основании данных, которые не встречались в процессе обучения. Указанные свойства позволяют нейронным сетям решать масштабные задачи, которые на сегодняшний день считаются трудноразрешимыми.

Однако при автономной работе нейронные сети не могут обеспечить готовые решения. Их необходимо интегрировать в сложные системы. В частности, комплексную задачу можно разбить на последовательность относительно простых, часть из которых может решаться нейронными сетями.

Анализ технологического уровня современного литейного производства, а также литературных источников показал, что практически отсутствуют способы определения параметров техпроцесса получения отливки, основанные на комплексе современных требований к качеству будущего изделия, его эксплуатационной надежности, серийности, типу и свойствам сплавов.

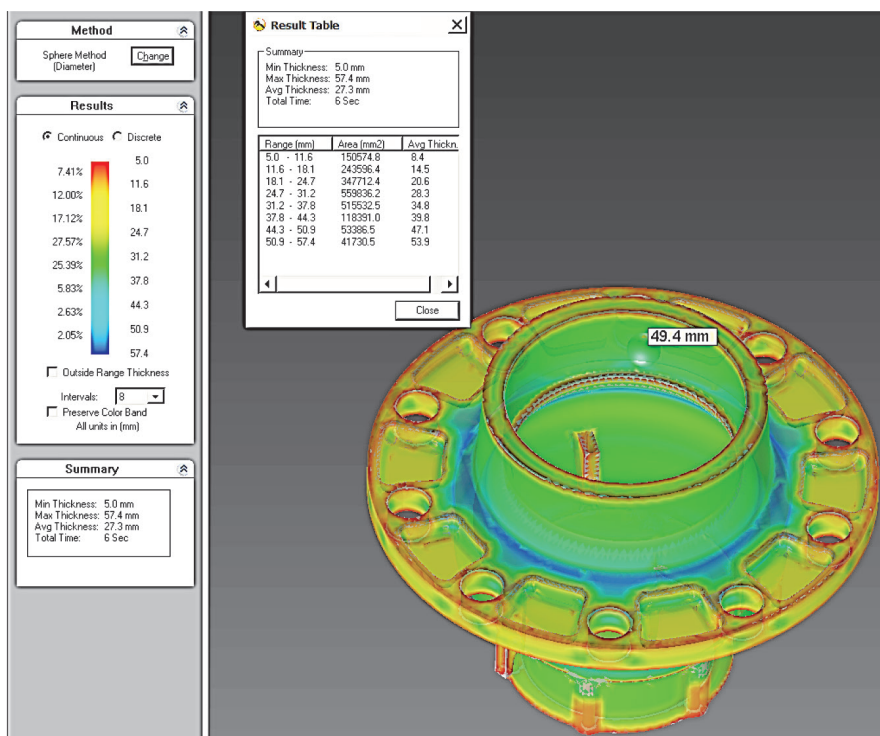


Рис. 1. Пример комплексной оценки диапазона значений толщины стенок отливки

Основная задача анализа при технологической подготовке производства новых отливок заключается в определении характеристик технологии производства, таких, как геометрия и размеры литниково-питающей системы, скорость заливки, оптимальная температура металла, положение отливки в форме и др.

Данный анализ является основным в разработке комплекта чертежной документации. Однако большинство параметров на практике определяется достаточно грубо и приближенно. Технологические параметры и размеры элементов литейной оснастки для практически идентичных отливок могут отличаться в 2 раза и более, а главными критериями верификации являются опыт и интуиция технологов, осуществляющих процесс проектирования.

Для выбора и разработки оптимального технологического процесса изготовления отливок, определения и назначения норм точности, оценки затрат материалов, энергии, трудозатрат и т. п. необходимо произвести классификацию отливки по сложности конструкции, массе, габаритам и т. д.

Существующие методы классификации отливок, изготавливаемых в песчано-глинистых формах, не имеют универсального подхода. Многие авторы считают, что такую универсальную систему классификации построить практически невозможно.

Однако, исходя из возможностей современных программных продуктов, применяемых инженерами-литейщиками, можно в общепринятые методы классификации добавить ряд важных элементов, расчет которых относительно легко реализуется на практике. В частности, это расчет распределения толщины стенок отливок по толщине в виде среднего и 7–9 табулированных значений с процентным отношением площади конкретного значения толщины стенок к значению в интервале (рис. 1, 2). Метод интервального определения толщины стенок отливок и деталей хорошо подходит для автоматизации процесса проектирования и помогает техно-

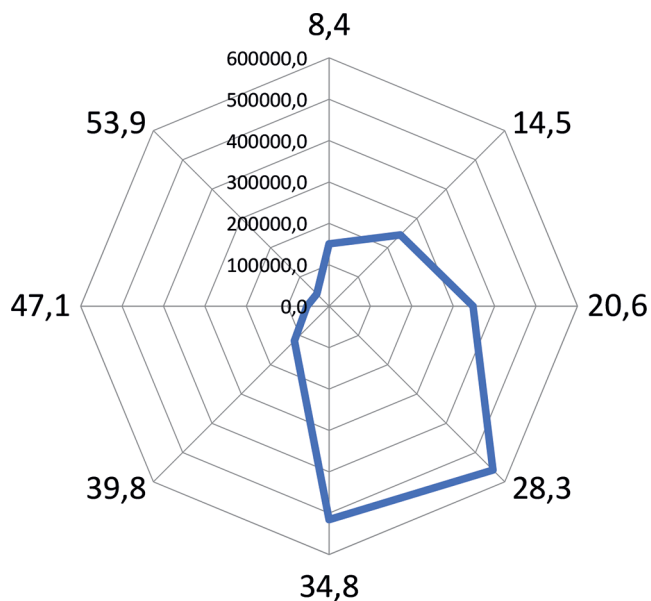


Рис. 2. Диаграмма значений толщин стенок отливки (см. рис. 1) в интервалах усредненных значений

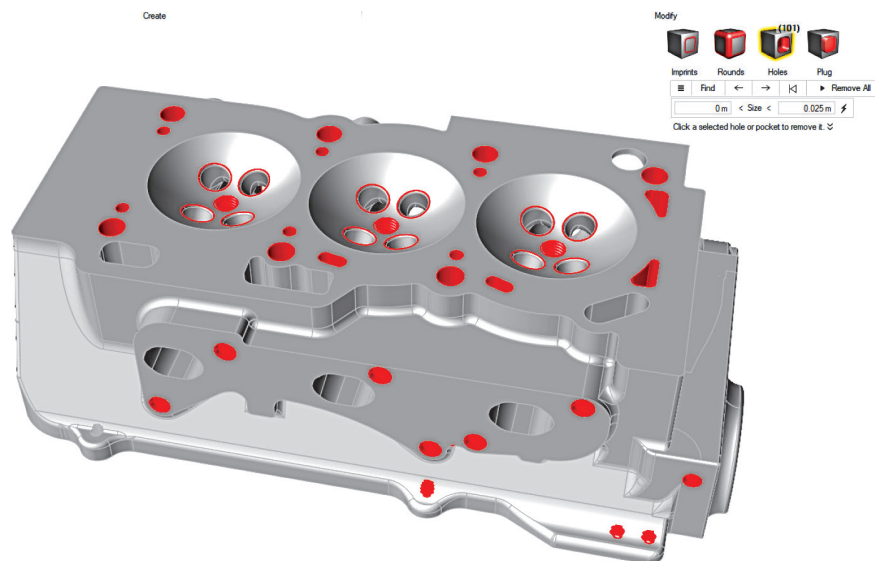


Рис. 3. Пример автоматизации удаления по заданным критериям заливаемых отверстий в отливке

логам-литейщикам решать задачи обеспечения качества продукции. Это касается, например, определения критически низкой толщины стенок в отливках.

Легко вычисляются такие характеристики, как масса, объем и площадь поверхности отливки. Также просто определить объем и габариты условного параллелепипеда, в который можно вписать деталь. В автоматизированном режиме при наличии трехмерной модели отливки для нее вычисляются координаты центров масс по координатам X , Y , Z .

Важной характеристикой геометрии деталей является соотношение между объемом отливки и площадью ее поверхности. При оценке разветвленности поверхности отливки предлагается использовать соотношение между площадью поверхности шара, который можно изготовить из объема сплава, составляющего отливку, и фактической площадью поверхности отливки.

Более сложные процедуры анализа, выполняемые в процессе технологической подготовки производства, с применением трехмерных моделей отливок позволяют вычислить дополнительный ряд параметров. Геометрическое моделирование с преобразованиями и дополнением исходной геометрии позволяет рассчитать характеристики стержней отливок. Для описания отливки учитывается количество полостей в отливке, которые выполняют с применением стержней. Автоматизированный анализ объемов и количества стержней, количества и объема заливаемых отверстий позволяет оценить сложность конструкции внутренних объемов отливок (рис. 3).

Для обобщения принципов многомерной методики классификации отливок основные и дополнительные данные являются составными компонентами при построении нейросетевой модели классификации (рис. 4).

Классификационная матрица данных, составленная по результатам анализа группы из нескольких сот типовых литых деталей, позволяет сгруппировать отливки по степени подобия. Рекомендуемая размерность такой матрицы 6×6 групп. Такая размерность в целом легко соотносится с существующей общепринятой классификацией. С другой стороны, дополнительные группы и подгруппы позволяют создавать индивидуальные комплексы технологических рекомендаций и алгоритмов расчета, интегрируя их в программные продукты, упрощающие технологическую подготовку производства отливок.

Одновременно существует возможность реализации дополнительной классификации в каждой из 36 групп отливок, отсортированных по комплексу характеристик, получаемых по результатам проверки качества литейной технологии, с использованием методов математического моделирования.

Применение нейросетевого моделирования для анализа технологической сложности деталей (рис. 5) имеет ряд очевидных преимуществ по сравнению с традиционными методами и подходами.

1. В анализе можно использовать только непосредственно измеряемые значения размеров геометрической модели. Применение арифметических преобразований исходных в большинстве случаев не требуется и может применяться только для наглядности вычисляемых характеристик.

2. Можно использовать до нескольких десятков входных параметров. Традиционные методы анализа практически не позволяют проводить построение классификационных или вычислительных моделей

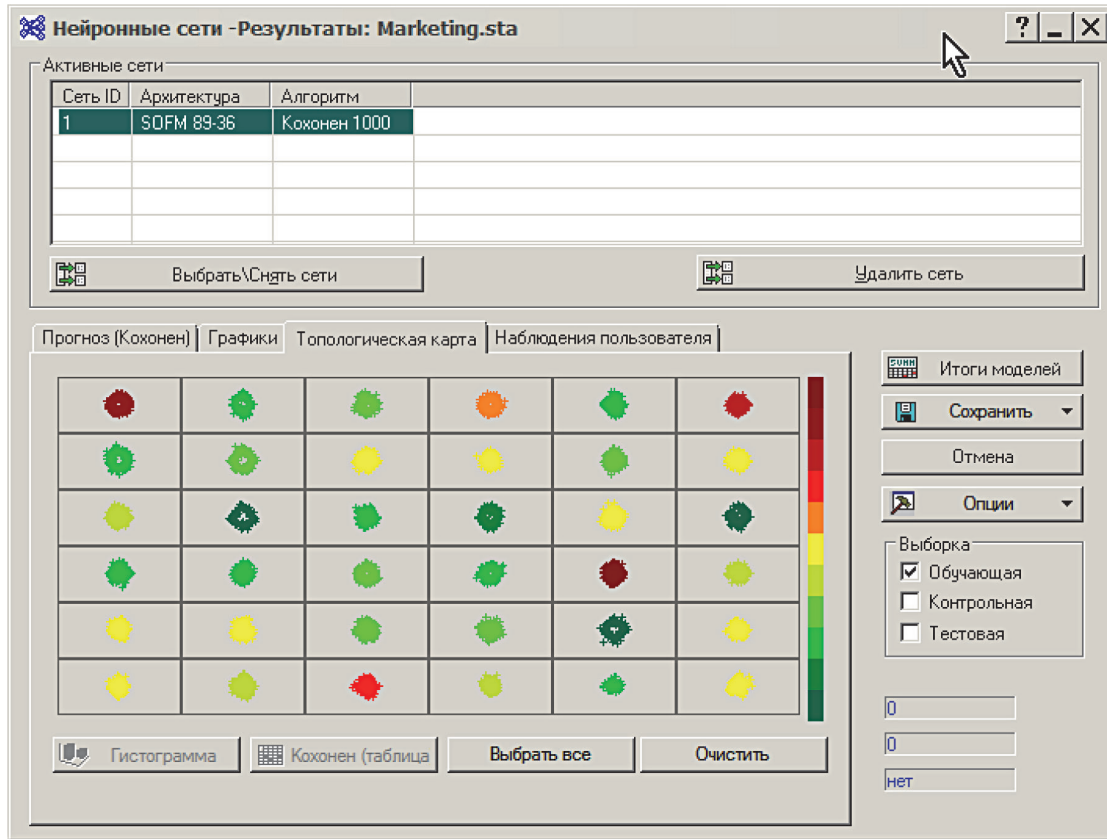


Рис. 4. Пример результатов кластерного анализа с применением нейросетевых методов

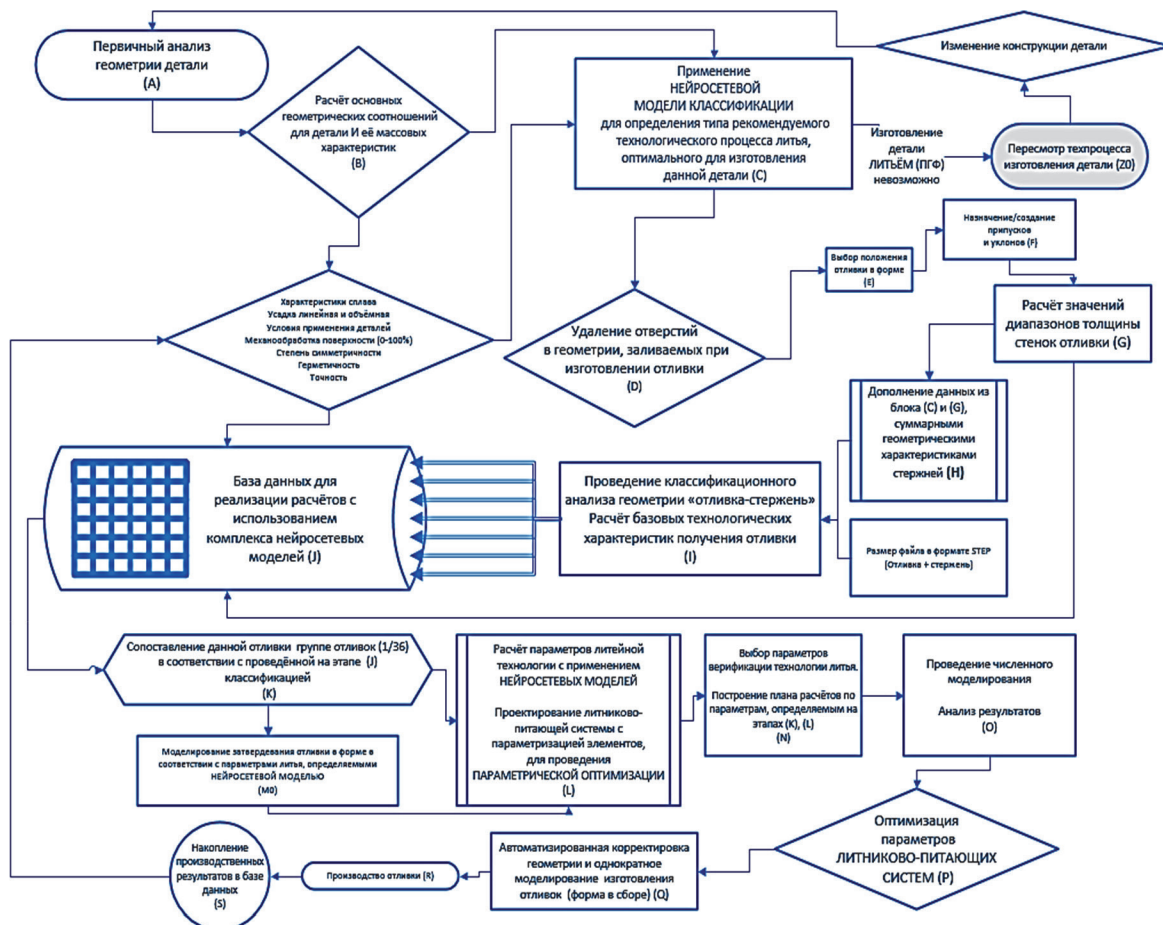


Рис. 5. Укрупненная схема реализации процесса технологической подготовки и производства отливок с применением нейросетевого моделирования

для такого количества переменных. Сложно для человека находить значимые закономерности для 25–30 переменных в таблицах данных, содержащих в сумме тысячи индивидуальных значений.

3. Можно осуществлять корректировку данных, расширяя и дополняя их, в частности, реализуя обратную связь, анализируя и измеряя качественные характеристики полученных серий отливок.

В перспективе развитие применения нейросетевого моделирования для проектирования и оптимизации технологии производства отливок в серийном и массовом производстве отливок из железоуглеродистых сплавов позволит в значительной степени автоматизировать процесс принятия решений по параметрам проектирования литниково-питающих систем, скорости заливки, применению фильтрации расплавов и способов питания отливок.

Первичный уровень проектирования и внедрения такой системы – литейный цех, использующий 1–3 литейные линии с готовым объемом выпуска отливок 5–50 тыс. т.

Экономический эффект обеспечивается в первую очередь за счет повышения точности решений по технологии. При этом обратная связь и анализ получаемого качества литья позволяют улучшать результаты производства по мере накопления производственного опыта. Важно отметить, что такая система способна «впитать» опыт и интуицию технологов-литейщиков и сгладить зависимость производства от человеческого фактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбань А. Н. Решение задач нейронными сетями // Нейроинформатика. Новосибирск: Наука, Сибирская изд. фирма РАН, 1998.
2. Ежов А. А., Шумский С. А. Нейрокомпьютинг и его применение в экономике и бизнесе. М.: МИФИ, 1998.
3. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польск. И. Д. Рудинского. М.: Финансы и статистика, 2002.

REFERENCES

1. Gorban A. N. *Reshenie zadach neironnymi setiami* [The solution of problems of neural networks]. Neuroinformatics. Novosibirsk, Nauka, Siberian publishing firm of RAS, 1998.
2. Ezhov A. A., Shumsky S. A. *Neirokomp'yuting i ego primeneniye v ekonomike i biznese* [Neurocomputing and its application in Economics and business]. Moscow, MEPhI Publ., 1998.
3. Osovski S. *Neironnye seti dlia obrabotki informatsii* [Neural networks for information processing]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2002.