



УДК 674.21

Поступила 16.02.2017

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СЛОЖНОСТИ ОТЛИВОК ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ПРОЦЕССА ВЕРИФИКАЦИИ КАЧЕСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛИТНИКОВО-ПИТАЮЩИХ СИСТЕМ

THE USE OF THE ALGORITHM EVALUATION OF TECHNOLOGICAL COMPLEXITY OF CASTINGS TO ACCELERATE THE QUALITY OF THE VERIFICATION PROCESS OF GATING SYSTEMS DESIGNING

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

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

Выполнен выбор параметров и произведен анализ их уровня соответствия для оценки технологической сложности отливок. Предложен вариант организации технологического проектирования для отливок различной сложности, определяемой по комплексу геометрических параметров.

The parameters were selected and the analysis of their compliance to assess the processing complexity of castings was made. A variant of the organization of process design for the castings of varying difficulty, defined on a set of proposed geometrical parameters was proposed.

Ключевые слова. Алгоритм оценки, технологическая сложность, верификация качества, проектирование технологии.

Keywords. Estimation algorithm, processing complexity, quality verification, process design.

До настоящего времени наиболее распространенными являются технологии получения отливок в разовую песчаную форму. Эффективность обеспечения качества и решения задач ресурсосбережения, в первую очередь, связана с проектированием оптимальных, с точки зрения их массы и качества отливки, литниковых систем.

Для отливок различного назначения требования к качеству и расходу металла могут быть несопоставимы между собой. При этом качество не всегда может быть приоритетным показателем. Например, может допускаться некоторый уровень пористости в определенной области отливки (некритичной к физическим нагрузкам) при значительной экономии металла в литниковой системе.

Базовой информацией, которая служит основой для выбора технологии производства и конструкции элементов литниково-питающих систем, является геометрическое и технологическое описание конструкции отливки.

Теория, которая позволяет на базе такого описания выбирать начальное приближение литниковой системы для заданного набора функций, находится в стадии разработки. Поэтому при изготовлении одной и той же отливки с близкой эффективностью могут использоваться принципиально различные литниковые системы, а принимаемое решение обычно является компромиссом между расходом металла; качеством отливки; сложностью изготовления литниковой системы; технологическими возможностями производства; затратами на механическую обработку готовых деталей.

Как следствие, принимаемые решения часто не являются универсальными и оптимальными и с этой точки зрения разработка подходов и методики автоматизированного выбора литниковых систем на основе классификации объектов типа «отливка–литниковая система–литейная форма–стержни» – актуальная научная задача (рис. 1). Отсутствие на отечественных предприятиях специализированных программных продуктов, позволяющих использовать методы классификации отливок для выбора оптимальной литниковой системы, придают ей практическую значимость.

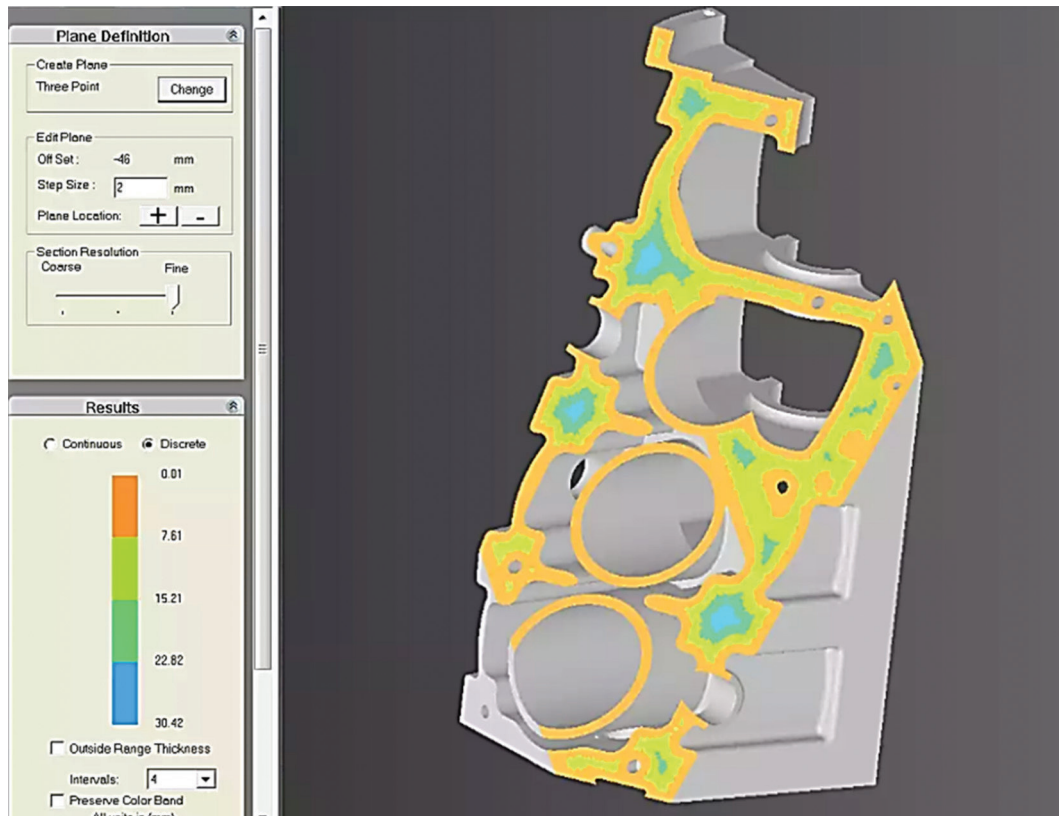


Рис. 1. Автоматизированное определение геометрических параметров отливки

При решении данной задачи следует учитывать два основных аспекта. Компьютерные системы геометрического моделирования позволяют проводить оперативное определение, по сути, любых геометрических характеристик сложных деталей, в том числе отливок, для использования получаемых данных в системах технологической подготовки производства литья и вычисления комплексной характеристики потенциала сложности изготовления анализируемой детали.

Современные технологии изготовления литейной оснастки дают возможность создавать элементы геометрии ЛПС, ранее недоступные в серийном производстве. Сегодня практически отсутствуют какие бы то ни было рекомендации по проектированию литниковых систем с учетом новых возможностей (3d-печать, аддитивные процессы) и технологий станков ЧПУ при изготовлении модельных комплектов для получения отливок в разовых песчаных формах. Определенные наработки по данной проблеме реализованы в проектировании пресс-форм процесса литья под давлением, где без гидравлически гладких профилей литников невозможно обеспечить даже минимальную пригодность ЛПС к эксплуатации. Геометрия же ЛПС в песчано-глинистых формах практически не изменилась за последние 50 лет. При этом технологи литейного производства при возникновении дефектов литья стараются в первую очередь изменять параметры питания отливки и конфигурацию ЛПС.

С учетом изложенного выше были предложены классификационная система оценки технологической сложности отливок и сформированный на ее основе алгоритм организации технологического проектирования. В основу классификационной системы были положены физические, геометрические и технологические параметры отливок, доступные в области компьютерных систем технологического моделирования (см. таблицу). Эти параметры имеют значимую корреляцию с технологической сложностью получения литья.

Группа параметров для классификации отливок по технологической сложности

Масса отливки $M(\text{cast})$	Площадь поверхностей со средней толщиной стенки отливки $F(\text{cast}) \text{ mid}$
Объем отливки $V(\text{cast})$	Объем параллелепипеда габаритов детали $V(\text{box})$
Площадь внешней поверхности отливки (без учета стержней) $F(\text{core})$	Плотнупакованность элементов конструкции отливки $V(\text{box})/V(\text{cast})$
Количество стержней $N(\text{core})$	Коэффициент сложности формы поверхности $F(r)/F(\text{cast})$, где $F(r)$ – площадь сферы, равной по объему объему детали

Продолжение таблицы

Объем стержней $V(\text{core})$	Размер Step – модели файла отливки $Sz(\text{step})\text{cast}$
Соотношение между объемом и площадью поверхности отливки $V(\text{cast})/F(\text{cast})$	Размер (сумма) Step – модели файлов стержней $Sz(\text{step})\text{core}$
Соотношение между объемом и площадью поверхности стержней $V(\text{core})/F(\text{core})$	Дистанция извлечения моделей при формовке $Y(\text{form})1, Y(\text{form})2$
Минимальная толщина стенки отливки $S(\text{cast}) \text{ min}$	Условная длина отливки (в положении заливки) $L(\text{cast})$
Максимальная толщина стенки отливки $S(\text{cast}) \text{ max}$	Условная ширина отливки (в положении заливки) $U(\text{cast})$
Средняя толщина стенки отливки $S(\text{cast}) \text{ mid}$	Соотношение между объемом отливки и объемом стержней $V(\text{cast})/V(\text{core})$
Площадь поверхностей с минимальной толщиной стенки отливки $F(\text{cast}) \text{ min}$	Число элементов в отливке при стандартизированном построении сетки по методу конечных элементов $EI(\text{size})\text{cast}$
Площадь поверхностей с максимальной толщиной стенки отливки $F(\text{cast}) \text{ max}$	Число элементов в стержнях при стандартизированном построении сетки по методу конечных элементов $EI(\text{size})\text{core}$

На их основе с применением нейросетевых моделей [1] была сформирована дифференциальная классификационная модель оценки технологической сложности отливок (рис. 2). Обучение нейросетевых моделей проводили с использованием градиентных методов [2]. Полученные модели группировали в ансамбль, что практически позволяет устранить проблему переобучения в нейросетевом прогнозировании [3].

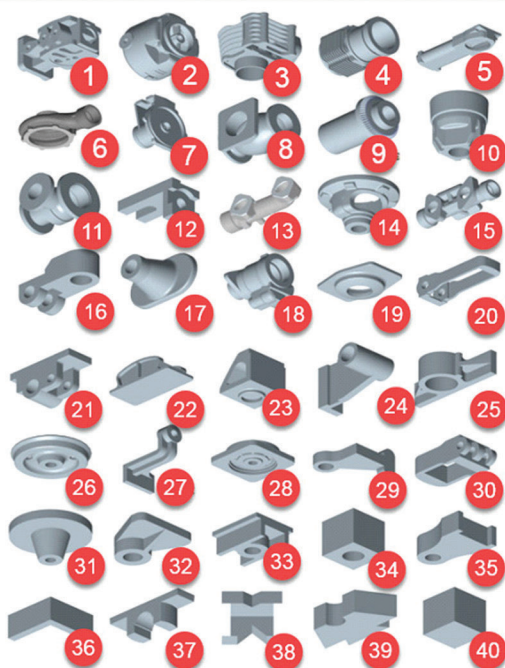
Полученная классификационная модель дает возможность оценить технологическую сложность отливки в процентах или баллах (от 1 до 100). На основании данной оценки предлагается применять алгоритм ускорения процесса верификации качества проектирования литниково-питающих систем (рис. 3).

На первоначальном этапе предлагается принять решение об уровне проработки технологии и проведение компьютерного моделирования техпроцесса. Здесь с учетом общей сложности проектирования ЛПС все отливки предлагается разделить на три группы сложности.

К первой группе (A) можно отнести отливки простой геометрии, для которых существуют практически отработанные варианты технологии с низкой вероятностью возникновения дефектов.

Вторая группа (B) – отливки с геометрией средней сложности, для которых требуется валидация применяемой технологии с использованием одноэтапного процесса моделирования заливки и кристаллизации отливок.

Группы отливок дифференциальной сложности



49 Filt	50 %Voz	51 PlaV	52 KOM P US ADK A	53 Metal oemk	54 Num Vent	55 Gazo Vor	56 GazT vorSt er	57 Vent SterG	58 Gomo Geniz	59 Uprav Micr oStr	60 TempA quimF orms mesi	61 Eqpo Term	62 Isoter m
A	D	B	A	D	B	B	D	C	A	B	C	A	B
A	A	C	B	D	A	B	B	B	B	D	B	D	A
A	A	B	B	D	A	C	B	C	A	B	D	A	B
A	A	A	A	C	A	C	D	C	C	B	D	A	A
A	A	B	A	C	A	B	A	B	B	B	B	B	B
A	A	A	C	D	A	B	A	B	B	B	D	A	A
A	A	B	A	B	B	A	C	B	A	B	C	C	A
A	A	D	B	A	D	B	A	B	D	D	B	A	A
A	A	D	D	A	D	B	B	A	B	D	A	C	B
A	A	D	A	A	A	D	B	B	A	B	C	A	A
A	A	B	A	B	B	C	B	A	B	B	C	C	A
A	A	C	A	B	C	B	A	B	A	B	C	A	B
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Матрица классификационных параметров

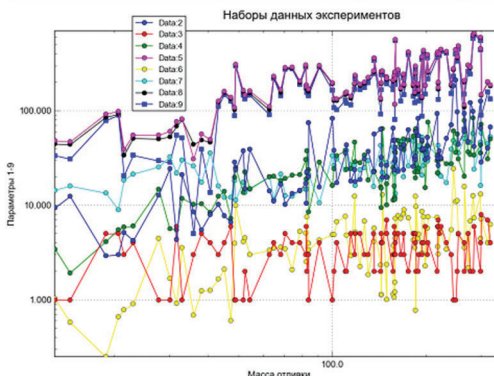


Рис. 2. Группа сложности отливок и соответствующих параметров базы данных анализа



Рис 3. Алгоритм организации технологического проектирования с применением разработанной методики классификации

Третья группа (С) – все остальные отливки. Фактически – это детали сложной конструкции с высокой вероятностью возникновения дефектов. Кроме того, к этой группе можно отнести отливки высокой серийности, для которых сокращение удельных затрат на производственный процесс является наиболее рентабельным.

Предлагаемый алгоритм организации процесса технологической подготовки производства отливок с трехступенчатой системой определения оптимальных параметров позволяет качественно классифицировать задачи подготовки производства и соответственно повысить эффективность применения специализированных программных продуктов для моделирования технологических процессов получения отливок.

Литература

1. Медведев В. С. Нейронные сети / В. С. Медведев, В. Г. Потемкин. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. 496 с.
2. Пучков Е. В., Лиля В. Б. Применение градиентных методов оптимизации для обучения искусственных нейронных сетей на примере задачи прогнозирования временного ряда. Нечеткие системы и мягкие вычисления: сб. Третьей Всерос. науч. конф.: В 2-х т. Т. 1. Волгоград, 2009. 214 с.
3. Круглов В. В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. М.: Горячая линия – Телеком, 2002. 382 с.

References

1. Medvedev V. S., Potemkin V. G. *Neuronnye seti* [Neural networks]. Moscow, DIALOG-MIFI Publ., 2002. 496 p.
2. Puchkov E. V., Leela V. B. The Use of gradient methods of optimization for training of artificial neural networks to the problem of forecasting time series. – Fuzzy systems and soft computing: collection of articles of the Third Russian scientific conference: In 2 t. T. 1. Volgograd, 2009. 214 p.
3. Kruglov V. V., Borisov V. V. *Iskusstvennye neuronnye seti. Teoriya i praktika* [Artificial neural network. Theory and practice]. Moscow, Goryachaya liniya – Telecom Publ., 2002. 382 p.