

УДК 621.744.362:681.3

*Самарай В.П., Авдокушин В.П., Дорошенко С.П.* ОМПЬЮТЕРНАЯ  
ДИАГНОСТИКА ДЕФЕКТОВ ОТЛИВОК ПО ВИНЕ ПЕСЧАНОЙ ФОРМЫ  
НТУУ “Киев. политехн. ин-т”

Борьба с браком литья — постоянный фактор литейного производства. Даже в ритмически работающих литейных цехах при использовании тщательно отработанных технологических процессов и материалов со стабильными свойствами брак отливок составляет заметную долю. Эта действительность вынужденно заложена в нормах проектирования литейных цехов. Переход на другую программу отливок, новые литейные материалы, технологии и оборудование часто сопровождается всплеском бракованных отливок, для устранения причин которого необходимы значительные затраты ресурсов в условиях ограниченного времени. Многообразие причин и видов дефектов отливок обуславливает сложность их диагностирования и прогнозирования и требует от технолога высокой квалификации и умения моделировать на память или с помощью литературных данных подобные ситуации. Решить эту проблему позволяет применение компьютерно-информационных технологий, которые обеспечивают существенное повышение качества и сокращение сроков проектирования и являются неотъемлемой частью современных интегрированных систем управления производством.

В НТУУ “КПИ” разработана экспертная система (ЭС) прогнозирования качества и диагностирования причин дефектов отливок, обусловленных литейной формой.

ЭС выполняет следующие основные функции:

- организацию, накопление и ведение собственной информационной базы,
- прогнозирование качества отливок по результатам имитационного моделирования уплотнения литейной формы и стержней,
- диагностика причин дефектов литейных форм и отливок,
- формирование рекомендаций по корректированию технологического процесса формообразования,
- пополнение базы данных и накопление статистических данных.

ЭС позволяет использовать литературные данные, обобщать опыт специалистов высокой квалификации и собственный опыт, обеспечивает возможность доступа к ним широкого круга заинтересованных лиц.

ЭС может функционировать самостоятельно и совместно с системой имитационного моделирования уплотнения форм и стержней, а также с различными БД, например, Каталогом технической и научной информации.

База данных содержит данные:

- методы предупреждения дефектов форм и стержней,
- используемые методы диагностики прогнозирования,
- результаты имитационного моделирования уплотнения форм и стержней,
- статистические данные.

Программное обеспечение ориентировано на диалоговый режим работы и состоит из комплекса модулей для записи и обработки информации в зависимости от поставленной задачи, формирования рекомендаций, статистической обработки данных.

Использование ЭС предусматривает выполнение подготовительного и рабочего этапов.

На подготовительном этапе составляется диагностическая таблица, в которой размещены математические модели, описывающие взаимосвязи совокупности параметров уплотнения форм и стержней с прогностическими или диагностическими гипотезами. Пополнение системы различными диагностическими таблицами позволяет сделать ее универсальной.

Рабочий этап может осуществляться в двух режимах:

- прогнозирование качества отливок по данным имитационного моделирования уплотнения формы и стержня;
- диагностика причин дефектов отливок с позиции оптимальности уплотнения формы.



Как носитель первичной информации для функционирования ЭС разрабатываются формализованные Карта результатов имитационного моделирования уплотнения (КМУ) и Карта исследования дефектов отливок по вине формы (КДО), которые позволяют выполнить дифференцированную диагностику причин наиболее часто встречающихся видов брака, связанных с уплотнением форм, или прогнозирование возникновения дефектов. Первая карта может заполняться автоматически по результатам функционирования системы имитационного моделирования в случае использования ЭС как части интегрированной системы.

Второй шаг функционирования ЭС состоит в более подробном анализе состояния качества объекта исследования (форм, отливок и др.) на основе обобщения данных КМУ и КДО, вероятностной оценке, формировании конечного диагноза или прогноза с использованием диагностической (прогностической) таблицы.

Разработаны способы диагностики, которые позволяют одновременно выполнять качественный и количественный анализ всех возможных диагностических гипотез, вероятностную оценку произвольного множества признаков дефектов и технологических параметров.

Вероятность каждой гипотезы  $P_j$  рассчитывается по всем признакам, включенными в математическую модель с учетом их значимости  $A_{ij}$  (патенты Украины № 52914А, № 64412А и положительное решение № 2003 109 343 від 16/10-2003), по формуле:

$$P_j = f(A_{ij}K_i),$$

где  $i$  — порядковый номер признака,

$j$  — порядковый номер гипотезы,

$K_i$  — коэффициент присутствия (1) или отсутствия (0)  $i$ -того признака в наблюдаемой ситуации.

Математическая модель составляется в форме таблицы с двумя входами: “вид дефекта” и “плотность смеси”.

Первый вход — ведущий для диагностирования и дает перечень дефектов отливок, обусловленных формой: шероховатость поверхности, ужимины, засоры, механический пригар и др.

Второй вход является ведущим для прогнозирования и дает локальную плотность смеси, т.е. описывает распределение плотности смеси в форме (стержне) после уплотнения по результатам моделирования. Разработка математической модели состоит в заполнении в таблице значений признаков возможных гипотез. В простейшем случае эта модель представляет собой набор чисел вида “001011100...”, где “1” означает наличие, а “0” — отсутствие влияния фактора на образование дефекта. Для более точных результатов диагностирования (прогнозирования) используется величина значимости (вес, информативность) — число, установленное, например, по результатам экспертных оценок или как частота появления дефекта в присутствии анализируемого фактора по практическим данным.

Третий шаг — составление плана изменения технологии. На основании первых трех таблиц осуществляется автоматическое заполнение консультационной карты с рекомендациями необходимости корректирования различных параметров (свойств смеси, режимов уплотнения, конфигурации отливки и др.) для достижения оптимального распределения плотности в объеме формы или стержня.

Первая версия ЭС создана на основе электронных таблиц MS EXCEL, что позволяет:

- представлять данные в привычной табличной форме и обеспечивает простоту обработки,
- классифицировать, группировать, осуществлять математическую, логическую и статистическую обработку данных,
- наглядно представлять результаты обработки в виде диаграмм, графиков, итоговых таблиц,
- создать удобный пользовательский интерфейс и сочетать систему с другими программными средствами, импорт и экспорт данных.

