

Т.В. Лысенко, д-р техн. наук, И.В. Прокопович, канд. техн. наук,
А.А. Коряченко, Одесса, Украина

ПРИМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ ИДЕНТИФИКАТОРОВ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

На прикладі лиття в піщано-смоляні форми розглянута проблема боротьби з дефектами виливків, викликаними винятково порушеннями в технології ливарного виробництва. Запропонований метод виявлення таких порушень за рахунок ін'єкції в технологічний процес схованого інтелектуального ідентифікатора, який реагує на відхилення параметрів тех-процесу і підміну особи, що обслуговує устаткування на робочих місцях.

На примере литья в песчано-смоляные формы рассмотрена проблема борьбы с дефектами отливок, вызванными исключительно нарушениями в технологии литейного производства. Предложен метод выявления таких нарушений за счет инъекции в технологический процесс скрытого интеллектуального идентификатора, реагирующего на отклонения параметров тех-процесса и подмену лица, обслуживающего оборудование на рабочих местах.

T.V. LYSENKO, I.V. PROKOPOVICH, A.A. KORJACHENKO

APPLICATION OF STRUCTURAL IDENTIFIERS IN FOUNDRY MANUFACTURE

On an example of sand-pitch forms molding the problem of struggle against cast defects, by the caused exclusively in foundry manufacture technology infringements is considered. The method of revealing of such infringements at the expense of an injection in the technological process the latent intellectual identifier reacting to deviations of technical process parameters and substitution of serving the equipment on workplaces persons is offered.

Во многих случаях важной задачей является оценка риска возникновения дефектов литья в зависимости от разнообразных нарушений технологического процесса изготовления отливок. Для решения задачи должны быть идентифицированы опасности, являющиеся причиной риска, а также пути, по которым эти опасности могут реализовываться (МЭК 60300-3-9).

Идентификация опасности предполагает систематическую проверку исследуемой системы с целью идентификации типа присутствующих неустраняемых опасностей и способов их проявления. Статистические записи дефектов и опыт предшествующих анализов риска могут обеспечить полезный вклад в процесс идентификации опасности. Следует признать, что существует элемент субъективизма во мнениях об опасностях и что идентифицированные опасности не всегда могут быть в исчерпывающей мере теми опасностями, которые могли бы представлять угрозу для системы. Необходимо, чтобы идентифицированные опасности подвергались пересмотру при поступлении новых данных. Методы идентификации опасности в широком смысле делятся на две категории:

а) сопоставительные методы, примерами которых являются ведомости проверок, индексы опасностей и обзор данных эксплуатации;

б) фундаментальные методы, которые построены таким образом, чтобы стимулировать группу исследователей к использованию прогноза в сочетании с их знаниями по отношению к задаче идентификации опасностей путем постановки ряда вопросов типа «а что, если...?».

Предварительную оценку значения идентифицированных опасностей необходимо выполнять, основываясь на анализе последствий и изучении их основных причин.

Предварительная оценка значения идентифицированных опасностей определяет выбор последующих действий:

а) принятие немедленных мер с целью исключения или уменьшения опасностей;

б) прекращение анализа, поскольку опасности или их последствия являются несущественными;

в) переход к оцениванию риска.

В литейном производстве чаще всего используются многофакторные процессы, модели которых, как правило, представляют собой системы сложных дифференциальных уравнений с большим количеством переменных [1, 2]. Их решение сталкивается не только с математическими трудностями, – ведь, практически, все используемые в таких уравнениях коэффициенты, свойства применяемых материалов и параметры окружающего среды носят стохастический характер с довольно большим разбросом значений.

В то же время не меньшие проблемы создают и организационно-психологические факторы: режимы процессов, полученные в результате сложных расчетов, не соблюдаются, показания точных приборов игнорируются, составы используемых смесей не выдерживаются. Причиной этих нарушений зачастую является то, что на этапах техпроцесса используются сезонные либо случайные рабочие, которые не соответствуют культуре производства, поддерживаемой на предприятии.

В этих условиях сложно не только проектировать и управлять процессами литья, но и контролировать их соответствие действующим нормативным документам, которые в реальном производстве чаще всего сознательно или бессознательно нарушаются. Все это приводит к тому, что производители отливок не всегда могут найти действительные причины возникающего брака: техпроцесс неудачно спроектирован, в работе материалы с отклонениями свойств, сработал «человеческий фактор» и т.п.

Для решения этих проблем предлагается метод, который состоит во введении в технологический процесс литья структурных идентификаторов (рис. 1), позволяющих ответить на следующие вопросы:

– было ли нарушение технологического процесса;

– если было, то на каком участке;

– было ли нарушение следствием непреодолимых причин или оно представляет собой отклонение от культуры производства;

– что можно сделать, чтобы вручную или автоматически компенсировать нарушение.



Рисунок 1 – Схема метода структурных идентификаторов

Идентификация сводится к действиям, дополняющим (явно или скрыто) нормативный техпроцесс литья. Это, например, введение в исходные материалы (формовочные смеси, шихту) дополнительных веществ, изменяющих структуру формовочного материала так, что превышение допустимых норм становится наблюдаемым на выходе процесса.

Химический состав, количество и метод введения того или иного вещества определяется перечнем контролируемых параметров, диапазоном изменений каждого из них и другими технико-экономическими факторами. Основные требования к идентификаторам: однозначность и значимость признаков, нетоксичность и относительно небольшая стоимость. В основе «работы» предлагаемых структурных идентификаторов лежит наличие перколяционного порога в процессе замещения некоторой доли неизмененного идентификатора на измененный (рис. 2).

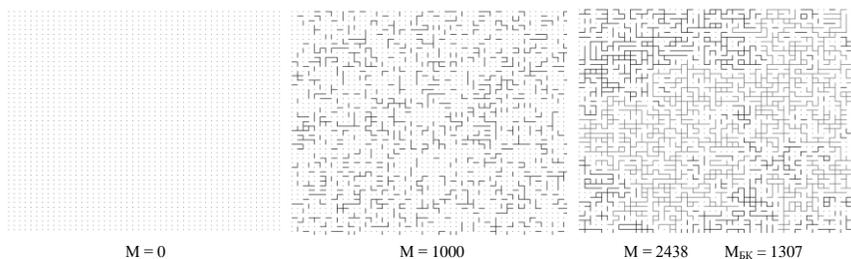


Рисунок 2 – Увеличение мощности M кластера проводящего материала о мере проведения модельного эксперимента

Такое замещение приводит при некоторой концентрации добавки к скачкообразному изменению свойств гетерогенной системы [3]. Однако, это явление, столь характерное для электропроводности и газопроницаемости (достаточно, например, одного электропроводного БК минимальной мощности, заместившего часть исходного неэлектропроводного кластера, чтобы изменить электропроводность на несколько порядков), «не работает» при моделировании такого параметра, как теплопроводность.

Это объясняется существенным отличием электропроводности проводника и изолятора (миллионы раз) по сравнению с отличием в теплопроводности тех же материалов (единицы раз). Аналогичная причина приводит к резкому возрастанию проницаемости стенки после появления первой сквозной поры (кластера пор). Для того же, чтобы присутствие нового компонента стало заметным с точки зрения теплопроводности, нужно, чтобы его кластер (или кластеры) обладал заметной мощностью, что достигается введением нового компонента в концентрации, существенно превышающей перколяционный порог. Поэтому, при моделировании тепловых явлений в форме важными параметрами являются не только конечность кластеров, но и их мощность. Таким образом, моделирование замещения компонентов с резко различными параметрами, значением которых у одного из компонентов можно пренебречь (например, газопроницаемостью сплошной стенки или электропроводностью хорошего изолятора), сводится к моделированию возникновения новых возможностей протекания там, где их раньше не было вообще.

Например, для контроля температуры внутри песчаной литейной формы в диапазоне 150 – 350 °С можно использовать фенолформальдегидные смолы, деструкция которых существенно зависит от кинетики изменения температуры в точке контроля, а в диапазоне 900 – 1350 °С – смесь порошков окислов (стекла), которая в зависимости от температуры по-разному оплавляется и остекловывается. В первом случае деструкция приведет к разупрочнению формы, а во втором – к резкому падению ее газопроницаемости.

В качестве примера можно привести также вещества, которые при превышении порога допустимой температуры изменяют свою форму с глобулярной на пластичную (исходные «шарики» плавятся и заполняют поры между песчинками), создавая тем самым условия для возникновения бесконечных кластеров (БК) электропроводного вещества и скачкообразного изменения электрического сопротивления участка смеси.

Процесс идентификации нарушений запускается, если качество отливок не удовлетворяет требованиям технического контроля. В этом случае информация от системы идентификации передается менеджменту процесса в целом, а также на его начальные этапы для принятия соответствующих технических и организационных мер. Схема алгоритма, реализующего метод структурной идентификации технических и организационных нарушений в литейном производстве, приведена на рис. 3.

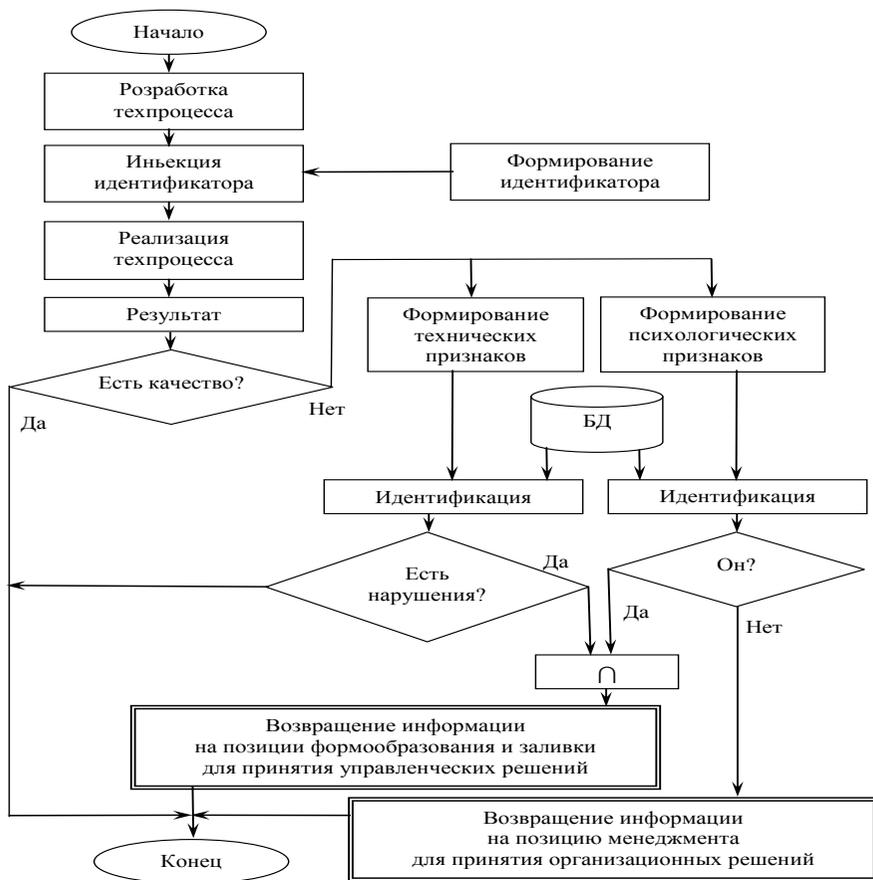


Рисунок 3 – Схема алгоритма метода интеллектуальной идентификации технических и организационных нарушений в литейном производстве

Рассмотрим в качестве примера техпроцесс, в который входят девять последовательно выполняемых операций, причем результаты осуществления операций 1 – 8 являются исходными для последующих, а результат 9-й операции – результатом реализации техпроцесса в целом, с помощью которого отдел контроля может оценить качество продукции (рис. 4).

Испытание системы идентификации в условиях действующего производства и техпроцесса с заведомо правильными характеристиками (т.е. такого, который при тщательном соблюдении режимов формообразования, плавки и литья давал заведомо положительные результаты по качеству поверхности отливок) показал следующие результаты (табл.).

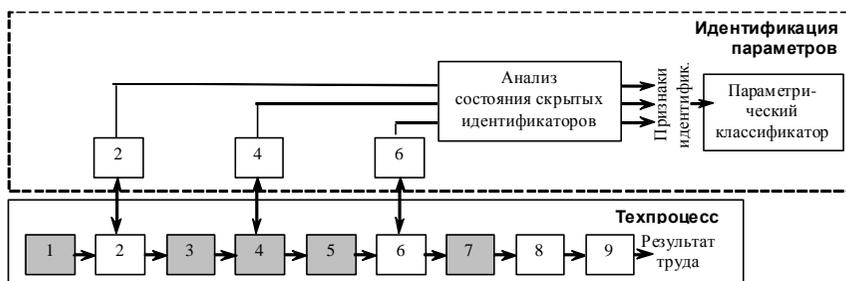


Рисунок 4 – Пример реализации метода идентификации нарушений

Таблица – Результаты идентификации нарушений

№№ п/п	Наличие дефектов	Наличие отклонения температуры	Наличие отклонения давления газов	Наличие отклонения концентрации	Нарушение культуры производства
1	–	не идент.	не идент.	не идент.	не идент.
2	+	–	–	+	+
3	+	+	–	–	–

Как видно из таблицы, в первом случае отливки получились без дефектов, поэтому систему идентификации не запускали. Во втором случае дефекты появились, и система идентификации выявила нарушение в области концентрации захламляющей добавки, что, скорее всего, связано с рабочим, который работает на смесеприготовительном участке. В третьем – дефекты вызваны превышением температуры формирования оболочковой формы, связанным с нарушениями в работе системы газового подогрева. Проверки подтвердили выводы идентификатора и позволили устранить перечисленные нарушения.

Список использованных источников: 1. Баландин Г.Ф. Основы теории формирования отливки. – Часть 1. – М.: Машиностроение, 1976. – 328 с. 2. Серебро В.С. Процессы тепло- и массопереноса при формировании отливки. – К.: УМК ВО, 1992. – 79 с. 3. Становский А.Л. Модельный эксперимент на взаимопроникающих кластерах замещения в литейной форме А.Л. Становский, В.Н. Пурич, А.Г. Онищенко // Труды ОПУ. – 1999. – Вып. 1(7). – С. 8 – 10.

Статья поступила в редколлегию 12.05.11

Bibliography (transliterated): 1. Balandin G.F. Osnovy teorii formirovaniya otlivki. – Chast' 1. – M.: Mashinostroenie, 1976. – 328 s. 2. Serebro V.S. Processy teplo- i massoperenosa pri formirovanii otlivki. – K.: UMK VO, 1992. – 79 s. Stanovskij A.L. Model'nyj jeksperiment na vzaimopronikajuwih klasterah zameweniya v litejnoy forme A.L. Stanovskij, V.N. Purich, A.G. Oniwenko // Trudy OPU. – 1999. – Vyp. 1(7). – S. 8 – 10.