

Проведенные испытания показали работоспособность дозирующей камеры и металлопроводов из камнелитого фторфлогопитового материала в жидком алюминии, а также системы автоматического управления при дозировании.



Список литературы

1. Гончаренко А. П., Московка А. П., Федоренко А. Г. Устройства для дозирования и заливки жидких металлов // Автоматизация и механизация процессов литья, 1975. – Киев: Наук. думка, 1975. – Вып. 6. – С. 3-8.
2. Хан Б. Х., Малявин А. Г. Литые слюдокристаллические каналы магнитодинамических установок // Литейн. про-во. – 1972. – № 4. – С. 18-19.
3. Хан Б. Х., Малявин А. Г. Каменное литье из оксифторидных расплавов // Новое в технологии каменного литья. – М.: Гос. ин-т стекла. – 1981. – С. 62-69.
4. Малявин А. Г. Исследование и разработка технологии получения фасонного фторфлогопитового каменного литья: Дис. ... канд. техн. наук. – Киев, 1983. – 216 с.
5. Малявин А. Г., Затуловский С. С. Плавнелитой фторфлогопитовый материал: свойства, перспективы применения // Цвет. металлургия. – 2002. – № 2. – С. 37-40
6. Хан Б. Х., Косинская А. В. Применение фторфлогопитового литья в производстве магния. – Цвет. металлы. – 1984. – № 1. – С. 61-63.
7. Цидвинцев Г. В. Изыскание новых футеровочных материалов и исследование их влияния на конструктивные особенности и технологические показатели магниевых электролизеров: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Ленинград, 1985. – 25 с.
8. А. с. 431964 СССР, В 22d 39/00/. Пневматический дозатор /О. М. Крыжановский, А. Д. Пущаловский, Л. И. Прокопенко и др. – Оpubл. 21.02.1974, Бюл. 22.

Поступила 05.02.2014

УДК 681.518.5;004.891

П. В. Русаков, В. О. Шинский

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

ВОПРОСЫ СТРУКТУРИРОВАНИЯ И ФОРМАЛИЗАЦИИ ЗНАНИЙ В ЭКСПЕРТНЫХ ЛИТЕЙНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Исследованы вопросы структурирования и формализации знаний, касающиеся области литейного производства. Рассмотрены особенности структурирования многопараметрической информации в экспертных системах надежности литых деталей. Сформулированы основные процедуры приобретения знаний методами автоформализации литейных объектов.

Ключевые слова: формализация знаний, экспертная система, литая деталь, литейная машина, автоматическое управление, техническая диагностика.

Проблемы автоматизации, механизации и компьютеризации процессов литья

Досліджено питання структурування та формалізації знань, що стосуються ливарного виробництва. Розглянуто специфіку структурування багатопараметричної інформації в експертних системах надійності литих виробів. Сформульовано основні процедури придбання знань методами автоформалізації ливарних об'єктів.

Ключові слова: *формалізація знань, експертна система, лита деталь, ливарна машина, автоматичне керування, технічна діагностика.*

The examines the issues of structuring and formalization of knowledge concerning the foundry. The specificity of structuring multiparameter information in expert systems reliability cast products was examined. The basic procedures for the acquisition of knowledge by auto-formalizing method have been proposed.

Keywords: *formalization, expert system, molded piece, foundry machine, automatic control, engineering diagnostics.*

Стратегия управления литейно-технологическими системами с применением промышленных контроллеров и компьютерной сети заключается в максимальном использовании инженерно-технологических знаний, накопленных предшествующим опытом исследовательской, проектно-конструкторской и производственной деятельности*. Собранные знания вводятся в компьютерную сеть в виде специальных программ специалистами по информационному обеспечению литейного производства. Прямые же специалисты-литейщики, материаловеды, конструкторы и технологи участвуют в формализации знаний в лучшем случае в качестве экспертов. В такой малоподвижной ситуации удлиняются сроки проведения работ, а полученные результаты не полностью отвечают поставленным требованиям. Улучшить ситуацию можно путем применения на стадии структурирования знаний определенных формальных языков и средств их поддержки. Подобный подход к разработке кластерных баз данных позволял бы специалистам предметной области создавать программы самостоятельно.

В настоящее время такой способ взаимодействия инженеров с компьютером утвердился как метод автоформализации знаний [1-3].

Следует отметить, что мировая наука и практика литейного производства более чем за 300-летний период сформировала рассредоточенную библиотеку технических знаний, в которой излагаются подходы к решению множества литейных и металлургических задач.

Однако, только малая доля накопленных человечеством знаний находится на серверах и в центрах в виде информации по отливкам, способам литья, требованиям к литейной продукции и может быть доступна для быстрого принятия решений.

Следовательно, дальнейшее развитие новых компьютерных технологий в литейном производстве, с одной стороны, и повышение уровня экологической безопасности, а также требований к качеству и надежности литых деталей, с другой, заставляют параллельно совершенствовать информационное обеспечение и проводить техническое перевооружение инструментальной базы литейного производства.

По существу одна из задач состоит в разработке качественно новых литейно-технологических систем (ЛТС) с внедренными внутри модулями, обеспечивающими одновременно с выполнением программы рабочего цикла автоформализацию технических и технологических знаний.

В качестве примера следует остановиться на принципиально новых направлениях развития сравнительно невредных литейных технологий, опирающихся на адаптивное компьютерное управление процессом формообразования и упрочнения литейных форм под низкотемпературным воздействием [4-6]. Дальнейшее продвижение

*Исследования выполнены под руководством д-ра техн. наук, профессора О. И. Шинского

технологии связано с внедрением интеллектуальных ЛТС с подсистемами экспертной поддержки по выбору оптимальных режимов процессов формовки, литья, финишного термического упрочнения структуры отливки и дополнительно с этим проведения неразрушающего контроля качества литых изделий.

Однако, если вопросы компьютерной поддержки рассмотреть с позиций работоспособности и принять во внимание, что увеличение количества машинных средств и параллельных процессов представляет множество взаимосвязанных элементов, то в целом при аппаратном усложнении ЛТС может снизиться ее надежность.

Обеспечить защиту ЛТС в этом случае можно за счет решения надстроечной задачи путем ввода в систему вспомогательных модулей контроля надежности оборудования.

Основной индикатор, характеризующий степень надежности систем, – выход из строя отдельных деталей или отказ работы машин и аппаратов. Следовательно, при инженерно-технической экспертизе отказов ЛТС крайне существенно проводить параллельную формализацию знаний по надежности деталей и литейных машин.

Цель настоящей работы заключается в развитии методов автоформализации знаний по процессам литья с расширением возможностей и созданием инструментальной механики для построения экспертных систем литейного производства (ЭСЛП).

Основные функции ЭСЛП: оперативное принятие решений, структурирование и накопление информации по литью, технологиям, системам литейного производства, а также выявление причин неисправностей литейного оборудования.

Известно, что системный технический анализ позволяет своевременно выявить признаки и типы отказов, благодаря чему повышается надежность машин и агрегатов, участвующих в процессах производства. Но, кроме всего, изучение характерных причин возникновения брака и анализов сбоя работы аппаратов гарантирует дополнительную степень защиты окружающей среды и способствует повышению экологической безопасности в период рабочего режима ЛТС [7-9].

Рассмотрим функциональные требования, предъявляемые к детали при ее эксплуатации:

– первичные параметры для контроля: точность размеров, шероховатость поверхности, плотность, свойства металла отливки, допустимость внутренних и наружных дефектов;

– вторичные, производные параметры: остаточные напряжения, релаксационная стойкость, циклическая усталость и т. д.

На начальном этапе процесса автоформализации знаний целесообразно провести структурирование литейной продукции и разработать групповую классификацию деталей по функциональным свойствам контролируемых параметров и их характеристикам, рис. 1.

Наличие формализованных знаний по функциональным свойствам и характеристикам позволяет рационально подойти к процессу формирования базы знаний: функциональные свойства литых деталей во взаимосвязи с методами контроля указанных параметров.

При выполнении указанной задачи целесообразно провести групповую идентификацию и разделение литых деталей на категории по степени и глубине охвата контролируемых параметров, рис. 2.

Используя указанный подход, отливки, получаемые по разовым моделям при литье в низкотемпературные формы, можно идентифицировать и разделить на шесть категорий контроля параметров (КП1, ..., КП6).

Наиболее значимыми категориями в данной классификации выступают категории КП4, КП5 и КП6.

Группа КП4. Данная категория литых деталей в целом отвечает за надежность работы машины. При выходе из строя одной из указанных деталей происходит авария, машина прекращает работать и нуждается в капитальном ремонте.

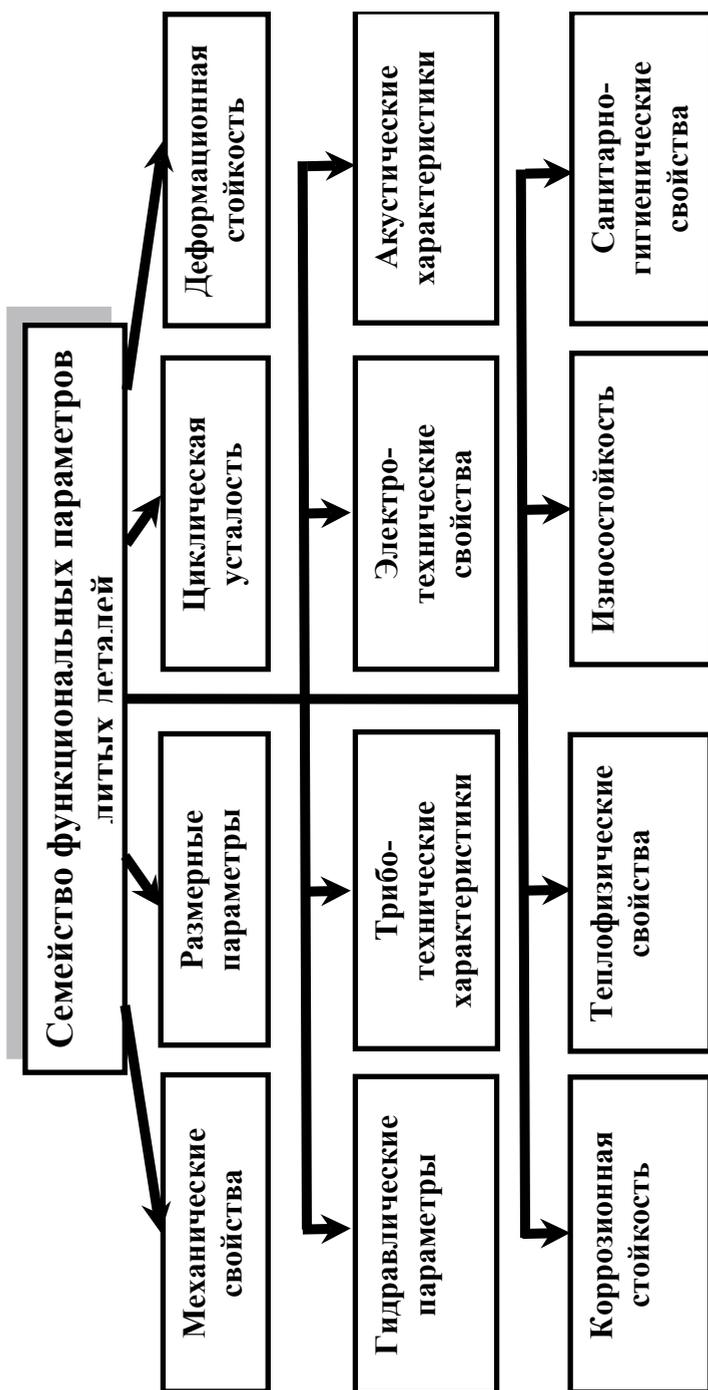


Рис. 1. Структурирование контролируемых параметров и функциональных свойств литых деталей, производимых в низкотемпературных литейных формах

Группа КП5. Отливки и детали, которые периодически или непрерывно могут создавать опасность здоровью человека. К данной категории можно отнести медицинские протезы и детали, имплантируемые в тело человека, пищевые сосуды и котлы, столовые и кухонные приборы, детали пищевой промышленности и целый ряд металлических литых ювелирных украшений, входящих в контакт с телом человека.

Группа КП6. Отливки и детали, работающие при максимальных для данного сплава нагрузках, поломка которых ведет к аварии машины, связанной с риском для здоровья и жизни целой группы людей. К этой категории относятся литые турбинные лопатки авиационных двигателей, детали рулевого управления и тормозов автомобилей, детали ядерных реакторов, литые колеса железнодорожных вагонов.

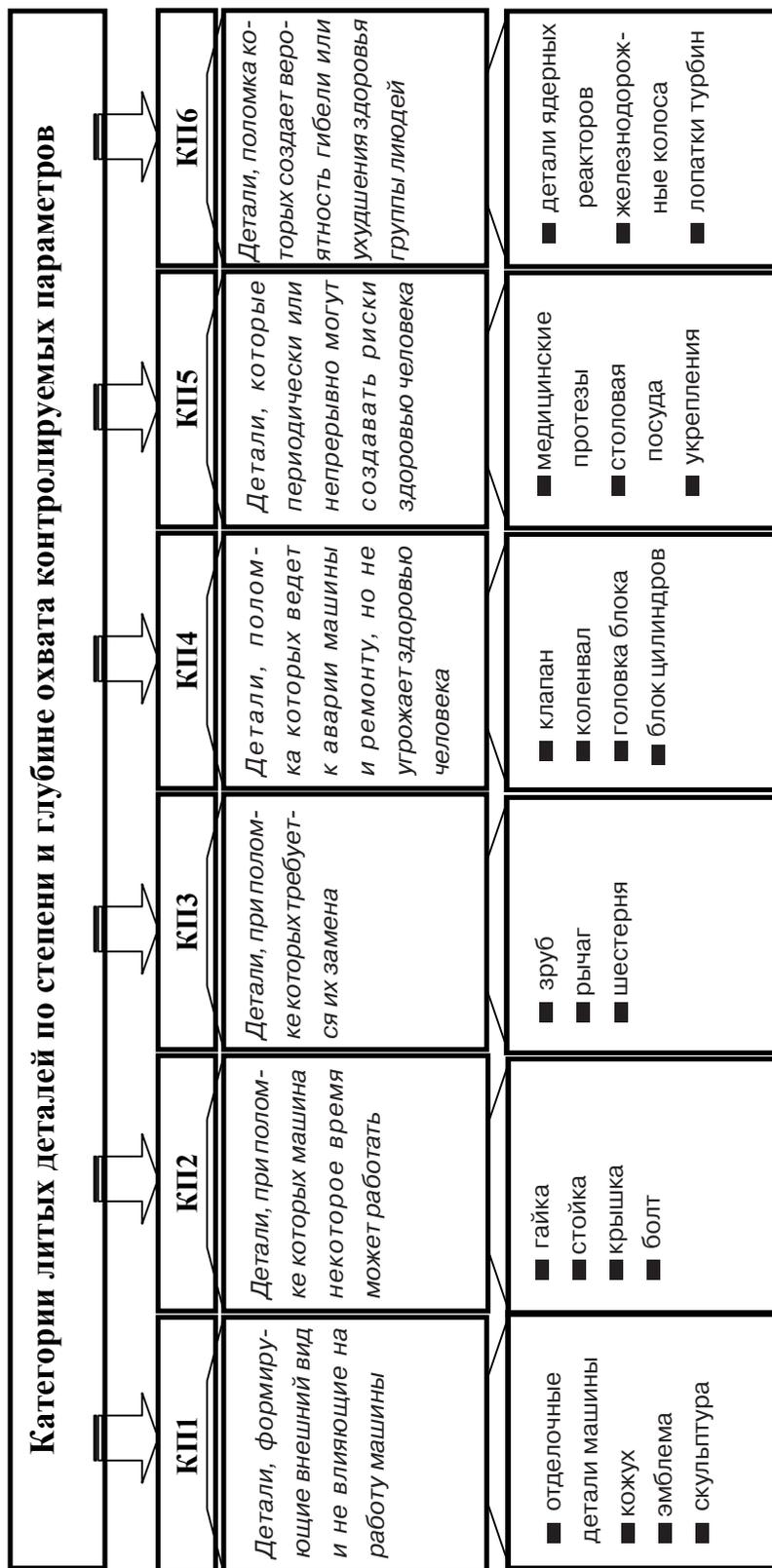


Рис. 2. Классификация категорий литых деталей по уровню важности контроля параметров

Категорию контроля устанавливает конструктор машины и производит соответствующие записи в технические условия чертежа детали, исходя из которых технологи совместно с работниками технического контроля назначают нормы контроля и разрабатывают методы оперативного контроля. Например, для литого художественного орнамента, подпадающего под группу КП1 (рис. 3, а), проводят выборочный контроль качества поверхности отливки. В то же время все детали категорий КП4, КП5 и КП6 контролируют с использованием общих и специальных методов: визуально для определения наружных дефектов по геометрическим размерам, химическому составу, механическим и специальным свойствам; выявляют внутренние, а также невидимые невооруженным глазом поверхностные дефекты. Кроме того, для литых деталей, которые относятся к категории КП6, например, для литых железнодорожных колес (рис. 3, б), разработана специальная система идентификации надежности, которая гарантирует контроль качества литого колеса не только по первичным параметрам качества, но и охватывает вторичные параметры, например, заданный в тысячах километров ресурс колеса до первого капитального ремонта.

Однако с ростом количества деталей и элементов, которые подвергаются анализу и контролю со стороны человека, повышается вероятность совершения ошибки обслуживающим персоналом. Для снижения роли человеческого фактора в обеспечении надежности работы литейного оборудования создают экспертные системы контроля действий операторов, принимающих решения по изменению штатных



а



б

Рис. 3. Виды литейной продукции по уровню важности контролируемых параметров: а – литой художественный орнамент, подпадающий под категорию КП1; б – литое железнодорожное колесо, категория КП6

режимов работы. К разработке информационной базы экспертной системы (ЭС) кроме программистов целесообразно привлекать инженеров и технологов, которые имеют практический опыт по проектированию технологий литейного производства. Суперпозиция знаний квалифицированных специалистов при создании ЭС обеспечивает эффективность формирования информационной базы и уменьшает влияние квалификации литейщиков на принятие обоснованных технических решений в управлении процессами подготовки производства.

Заключение

Одним из наиболее трудоемких этапов при разработке экспертных литейно-технологических систем является этап формирования баз знаний (БЗ), на котором решаются задачи концептуализации и формализации предметных целей с последующей их реализацией на определенном языке представления знаний (ЯПЗ). При этом в большинстве случаев разработчики ЭС должны иметь навыки программирования и знать определенный язык ЯПЗ, что не всегда потенциально приемлемо. Решение данных вопросов возможно путем автоформализации знаний на стадиях проектирования и разработки литейной технологии.

Переход на цифровое описание объектов литейных технологий позволяет осуществить уход от традиционных процессов литейного производства и таким образом сократить время на создание новой продукции.

Формирование сводных инженерных коллективов специалистов при создании ЭС позволит накопить информационную базу и снизить влияние квалификации литейщиков на принятие обоснованных технических решений в управлении процессами подготовки производства.



Список литературы

1. Рыбаков А. В. Интеллектуальная компьютерная среда // Автоматизация проектирования. – 1997. – № 3. – С. 40-45.
2. Громов Г. Р. Национальные информационные ресурсы: проблемы промышленной эксплуатации. – М.: Наука, 1984. – 240 с.
3. Громов Г. Р. Автоформализация профессиональных знаний // Микропроцессорные средства и системы. – 1986. – № 3. – С. 80-91.
4. Русаков П. В., Шинский О. И. Способ вибро-газодинамической формовки с идентификацией параметров уплотнения формовочной смеси // Процессы литья. – 2014. – № 1. – С. 55-61.
5. Шинский О. И. Краснощеков М. М. Прочность замороженных форм // Там же. – 1993. – № 3. – С. 82-87.
6. Русаков П. В. Некоторые общие принципы дуального управления процессом виброформовки // Там же. – 2010. – № 4. – С. 36-45.
7. Манохин В. Я. Модели и методы систем управления экологической безопасностью литейного производства. – Интернет-ресурсы: <http://ej.kubagro.ru/2011/10/pdf/11.pdf>.
8. Болдин А. Н. Литейное производство с точки зрения единой оценки экологичности // Литейн. пр-во. – 2005. – № 3. – С. 27-29.
9. Русаков П. В. Литейно-технологические системы с отображением образов энергосилового воздействия // Процессы литья. – 2009. – № 6. – С. 43-49.

Поступила 16.01.2014