

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И АРХИТЕКТУРЕ

УДК 621.747

УСТОЙЧИВОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА – ОСНОВА КАЧЕСТВА В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Ю. Ф. Воронин, В. А. Камаев, А. В. Матохина

Волгоградский государственный технический университет (Россия)

В статье представлены разработанные Волгоградским ГТУ автоматизированные системы по повышению качества отливок. Рассматривается состояние литейного производства на текущий момент по качеству выпускаемой продукции. Для повышения качества отливок разработан комплекс автоматизированных компьютерных систем, позволяющих при использовании рекомендаций значительно снизить брак отливок.

Ключевые слова: информатизация производства, отливка, автоматизированные системы, газовые раковины, трещины, усадочные дефекты, база знаний, экспертная система.

The automated systems developed by the Volgograd GTU are presented in article on improvement of quality of castings. The condition of foundry production on quality of products is considered at the moment. The complex of the automated computer systems allowing at use of recommendations considerably to reduce marriage of castings is developed for improvement of castings' quality.

Key words: production informatization, casting, the automated systems, gas sinks, cracks, shrinkable defects, knowledge base, expert system.

Повышение качества заготовок в машиностроении является важнейшей задачей производства. Ежегодно теряются многие миллионы рублей от использования низкосортных заготовок, которые впоследствии эксплуатируются в механизмах и выводят их из строя.

Вопрос повышения качества рассмотрим на примере производства литых заготовок – отливок, в большом количестве используемых в машиностроении. Брак отливок на заводах достигает 30 % от предъявленного литья. Выполненный анализ существующих дефектов и причин их возникновения свидетельствует о том, что технологические службы на литейных предприятиях имеют недостаточный уровень подготовки, допускают определенные недоработки при проектировании техпроцессов и снижении уровня брака литья. Одним из средств повышения качества заготовок в машиностроении является информатизация всего производства. При этом разрабатываемые автоматизированные системы должны быть доступны по уровню рядовому технологу, их конечные решения должны

давать конкретные ответы на поставленные вопросы: *К какой разновидности относится дефект? В чем причина образования дефекта? Как ликвидировать дефект?*

В структуру созданного программно-методического комплекса «Технолог» вошли автоматизированные системы, позволяющие технологу без особых затруднений правильно классифицировать обнаруженный дефект, причину его возникновения и способы ликвидации. Кроме этого «Технолог» предоставляет возможность:

- моделировать процессы газообразования в литейной форме для ликвидации газовых раковин;
- моделировать процессы затвердевания отливки для снижения возможности образования усадочных дефектов;
- проводить анализ напряженного состояния отливки;
- определять влияние причин на возникновение дефекта с учетом двойного и тройного взаимодействия причин между собой.

Такое сочетание программных средств позволяет при проектировании техпроцессов ликвидировать возможность возникновения дефектов отливок, т.е. создать их устойчивыми к возникновению брака литья.

Комплекс «Технолог» состоит из ряда самостоятельных или зависимых разделов. Рассмотрим некоторые из них.

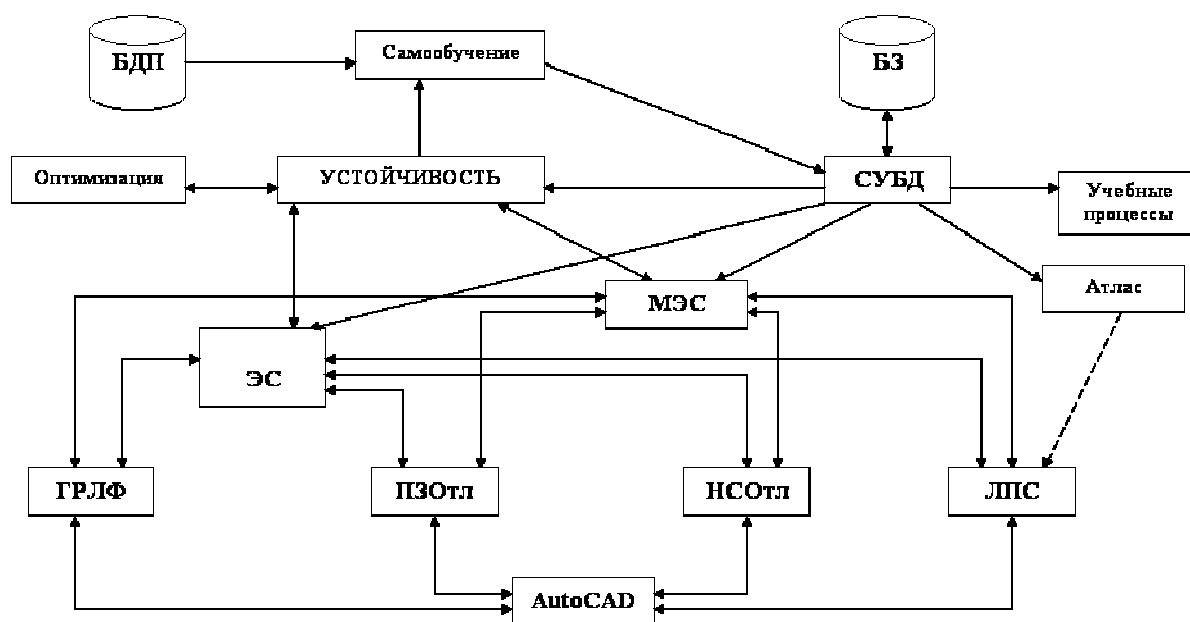


Рис. 1. Архитектура программно-методического комплекса «Технолог»

Управление базой знаний осуществляется системой управления (СУБЗ), в функции которой входят редактирование базы знаний, добавление новых значений (в т. ч. используя процедуры самообучения), синхронизация информационных массивов программно-методического комплекса [1, 2].

Экспертная система (ЭС) обеспечивает по и-или-дереву выбор дефекта с использованием морфологических признаков (цвет, блеск, шероховатость, гладкость и т. д.), геометрического образа, места расположения в отливке и др. [3, 4]. Пользователь отмечает в программе параметры технологического процесса изготовления отливки в текущий момент и запускает в работу базу знаний для определения эффективности процесса изготовления отливки. Система решает вопрос определения возникновения дефекта как непосредственно от причины, так и от их суммарного воздействия. Выдается информация о влиянии технологических параметров на качество рассматриваемых отливок. Для оптимизации процесса изготовления отливки, пользователь подбирает технологические параметры для ликвидации возникновения дефектов отливок. Здесь же система выдает информацию для создания устойчивых технологических параметров производства качественных отливок. Разработано 26 экспертных систем для определения условий формирования качественных отливок.

Литниково-питающая система (ЛПС) осуществляет расчет элементов литниковой системы (воронка, чаши, дроссели, трапециевидный или центробежный шлакоуловители, питатели, прибыли и др.). Одновременно система изготавливает рабочие чертежи элементов литниковой системы, которые отливаются, обрабатываются и направляются на сборочный участок модельного цеха [5, 6]. Такая система позволяет выполнять отлаивание шлаковых раковин, частиц формовочной смеси, песчаных раковин от размыва и др.

Газовый режим литейной формы (ГРЛФ) обеспечивает расчет и определение допустимого давления образующегося газа в форме и стержне за счет использования новой математической модели [7, 8]. При этом используются расчетные показатели площади сечения приведенного газового потока ($F_{пр}$), полученные математической обработкой экспериментальных результатов [9]. Используя полученные расчетные результаты от разработанной системы, была создана двухуровневая вентиляционная система на примере отливки «Рама боковая» для колесной пары грузовых вагонов. В общем представлении, комплексная вентиляция должна работать по схеме, представленной на рис. 2. С левой стороны формы расположена двухъярусная вентиляция нижней и верхней поверхности (окрашенная в бордовый цвет) с наружной поверхности отливки, описанная и представленная на рисунках 3 и 4. Газ из двухъярусной вентиляционной системы удаляется по вертикальному вентиляционному каналу. По вентиляционным каналам, не досверленным до рабочей поверхности формы на 3 см, активно выходит газ, который в ряде случаев, загорается на выходе, как представлено в средней части отливки на рис. 2. В правой части отливки показан вентиляционный канал для вывода газа из стержня. Лучший вариант вентиляционной системы не допускает сверления каналов на рабочей поверхности формы. Однако, в ряде случаев, при невозможности выполне-

ния каналов с недосверливанием до рабочей поверхности формы на 3 см, допускается выполнение сквозных вертикальных каналов диаметром не более 5 мм со стороны рабочей поверхности формы. В этом случае каналы заливаются металлом на высоту 3–4 см, а остальная часть каналов будет использоваться как вентиляционная.

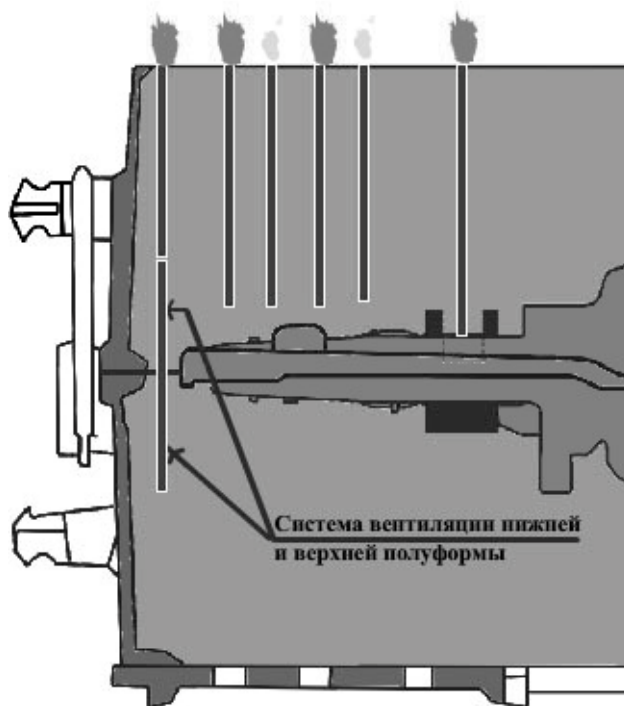


Рис. 2. Схема комплексной вентиляции литейной формы



Рис. 3. Фрагмент модельной оснастки на плите низа с системой вентиляции наружной поверхности отливки



Рис. 4. Полуформа верха отливки с вентиляционными каналами на внутренней поверхности отливки

Система моделирования процесса затвердевания (ПЗО_{ТЛ}) отливки в форме позволяет изучить процесс затвердевания металла и обеспечить снижение или ликвидацию усадочных дефектов (пористости, усадочных ра-

ковин). Возможно определение размеров холодильников, усадочных раковин и пористости до введения изменения в технологию и после введения [10].

Моделирование условий возникновения и ликвидации напряженного состояния отливки (НСО_{ТЛ}) осуществляется с использованием метода конечных разностей. Определяются места недопустимого напряжения и используются методы их нейтрализации.

База данных примеров (БДП) содержит сведения о параметрах производства отливок. К ним относятся класс отливок, дефект отливок, процент дефектных отливок, завод, дата, вопросы технологического содержания и др. База пополняется данными по производству литья в заводах, учитывается доля и вид обнаруженных дефектов и др. Производится самообучение системы с накоплением дополнительной информации в базу данных.

Вершиной комплекса «Технолог» является блок «Устойчивых технологических процессов». В нем собираются и генерируются сведения, позволяющие создать решения оптимального использования стабилизирующих технологических параметров [11–13]. К стабилизирующим параметрам можно отнести те, которые нейтрализуют отрицательные воздействия ряда причин на возникновение дефекта. Например, хорошо выполненная вентиляционная система в стержне и форме нейтрализует отрицательные влияния высокой газотворности смесей и их низкой газопроницаемости. Используя данные из блока «Устойчивость», технолог может быстро разработать устойчивые к возникновению брака технологические процессы производства литых заготовок

Список литературы

1. Воронин Ю. Ф., Камаев В. А., Матохина А. В. Автоматизированная система «Атлас литейных дефектов. Чугун и сталь» // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2007. – № 10. – С. 25–26.
2. Камаев В. А., Кастерин В. В. Технология программирования : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. специалистов «Информатика и вычислительная техника». – М., 2005.
3. Воронин Ю. Ф., Камаев В. А., Бойко Н. А. Эмпирическая методика снижения брака отливок // Управление техническими системами и технологическими процессами : сб. науч. тр. / Ин-т проблем управления РАН. – 2008. – № 23. – С. 137–155.
4. Воронин Ю. Ф., Камаев В. А. Экспертная оценка качества литья. Черные сплавы : монография. – М. : Машиностроение-1, 2006. – 180 с.
5. Лукьяненко А. Ю., Воронин Ю. Ф. Проектирование литниковой системы, обеспечивающей бездефектное изготовление отливок // Инновационный малый бизнес как основа модернизации региональной экономики : [матер.] межрегион. молодежной науч. конф. (11–12 марта 2011 г.) / ГОУ ВПО «Калмыцкий гос. ун-т» [и др.]. – Элиста, 2011. – С. 54–57.
6. Заболеева-Зотова А. В., Камаев В. А. Лингвистическое обеспечение автоматизированных систем : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Информатика и вычислительная техника». – М., 2008.
7. Воронин Ю. Ф., Лосев А. Г., Матохина А. В., Бегма В. А. Моделирование газового режима литейной формы // Литейщик России. – 2004. – № 4. – С. 35–41.

8. Воронин Ю. Ф. Моделирование условий ликвидации газовых раковин // Литейщик России. – 2006. – № 2. – С. 38–42.
9. Воронин Ю. Ф. Система определения и ликвидации окисленных газовых раковин в отливках из чугуна и стали : учеб. пособие : доп. УМО по образованию в области металлургии / ВолгГТУ. – Волгоград : ИУНЛ ВолгГТУ, 2012. – 157 с.
10. Куликов Д. Ю., Воронин Ю. Ф. Моделирование процесса остывания отливок в литейной форме // Программные продукты и системы : прилож. к междунар. журналу «Проблемы теории и практики управления». – 2007. – № 3. – С. 61–63.
11. Воронин Ю. Ф., Матохина А. В., Сикорский Е. О. Автоматизированная система диагностики и ликвидации литейных дефектов // Известия ВолгГТУ. Сер. «Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах». Вып. 21 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2014. – № 12 (139). – С. 116–121.
12. Воронин Ю. Ф., Бегма В. А., Давыдова М. В. [и др.]. Автоматизированная система повышения эффективности обучения студентов вузов и технологов литейных специальностей // Инновационные технологии в автоматизированном машиностроении и арматуростроении : матер. междунар. науч.-техн. конф. (8–9 дек. 2010 г.) / Курганский гос. ун-т [и др.]. – Курган, 2010. – С. 237–244.
13. Воронин Ю. Ф., Камаев В. А., Матохина А. В. Комплекс тренажеров «Технологические основы устранения дефектов отливок» // Открытое образование. – 2011. – № 6. – С. 21–26.