

Для повышения компактности струи жидкого металла, истекающего через каналы шиберных затворов, на стояки были установлены специальные промежуточные воронки с диаметром стаканчика 70 мм. До начала заливки промежуточные воронки перекрывались листами кровельного железа с целью предотвращения попадания огнеупорной смеси и брызг металла в форму при открытии шиберных затворов.

Температура металла при заливке формы находилась в пределах 1570–1540 °С. Заливка начиналась из ковша емкостью 100 т через два шиберных затвора, после чего был открыт стопор 30-тонного ковша, металл в который был выпущен из основной электродуговой печи.

Заливка формы производилась одновременно из двух ковшей до входа металла в прибыли на высоту 600 мм, после чего стопор в 30-тонном ковше был перекрыт, а заливка продолжалась из 100-тонного ковша. Оставшийся металл из 30-тонного ковша доливался поочередно сверху в четыре прибыли диаметром 750 мм до появления шлака. Выдержка отливки от конца заливки до извлечения из формы составляла 10 суток, после чего она была отправлена на очистку, обрубку и термическую обработку.

Результаты финального контроля показали, что отливка «основание пресса», залитая с использованием шиберного ковша и стали, рафинированной в агрегате «печь – ковш», отвечала всем требованиям качества, а уровень пластичности и вязкости металла возрос на 22% за счет снижения содержания серы и фосфора. Применение данной технологии позволяет сохранить в номенклатуре металлургического завода ООО «Уралмаш – Спецсталь» крупные стальные отливки массой более 100 т.

**А. Ю. Носов, В. М. Миляев,
И. А. Гафиев**

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВОК С ПРИМЕНЕНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Качество продукции относится к числу важнейших критериев функционирования предприятия в условиях относительно насыщенного рынка

и преобладающей неценовой конкуренции. Повышение технического уровня и качества продукции определяет темпы научно-технического прогресса и рост эффективности производства в целом, оказывает существенное влияние на интенсификацию экономики, конкурентоспособность отечественных товаров.

Рост технического уровня и качества выпускаемой продукции является в настоящее время наиболее характерной чертой работы предприятий в промышленно развитых странах. Качество выпускаемой продукции по праву можно отнести к важнейшим критериям деятельности любого предприятия. Именно повышение качества продукции определяет степень выживаемости фирмы в условиях рынка, темпы научно-технического прогресса, рост эффективности производства, экономию всех видов ресурсов, используемых на предприятии.

В промышленно развитых странах во многих фирмах и компаниях функционируют системы качества, обеспечивающие конкурентоспособность выпускаемой продукции. В структуре экспорта нашего государства продукция машиностроения составляет сравнительно небольшую величину. Основной причиной крайне малых объемов экспорта продукции машиностроения является ее недостаточная конкурентоспособность из-за низкого качества. Рост конкурентоспособности продукции машиностроения не может быть обеспечен без прогресса в технологии получения и повышения качества литых заготовок, применяемых в этой отрасли.

Таким образом, вопрос повышения качества литых заготовок является первоочередным для производителей машиностроительной и металлургической продукции.

Большое значение для выпуска качественной продукции имеет организация контроля качества отливок на предприятиях. Контроль должен производиться на основе системного анализа брака с целью незамедлительного влияния на технологический процесс на любой его стадии в случае отклонения технологических параметров от заданных.

Системный подход предполагает изучение того или иного объекта как системы, как целостного комплекса взаимосвязанных элементов в единстве со средой, в которой они находятся. Элементы любой системы, как правило, представляют собой системы (подсистемы) более низкого порядка, а каждая система (подсистема), в свою очередь, выступает как отдельный элемент системы более высокого порядка.

Каждая система должна иметь целевое назначение, которое определяет характер взаимодействия и взаимосвязей всех ее элементов и подсистем. В системе необходимо выделять объект управления (управляемую подсистему) и субъект управления (управляющую систему), между которыми должны осуществляться связи по прямому (от субъекта к объекту управления – информация и воздействия) и обратному (от объекта к субъекту – информация о состоянии объекта управления) каналам связи. Каждая из систем должна быть открытой и иметь вход, выход, прямые и обратные связи с внешней средой, системами более высокого и низкого порядка.

На ведущих фирмах непрерывно совершенствуются системы управления качеством продукции. Основными методами управления качеством являются организационные, социально-психологические, экономические и организационно-технологические. В группе организационно-технологических методов особое место занимают статистические методы управления качеством. Статистическое управление качеством – совокупность методов обнаружения неслучайных факторов, позволяющих диагностировать состояние процесса, повести его корректировку и в конечном счете способствующих повышению качества продукции.

В настоящее время статистические методы управления используются на всех передовых предприятиях. С их помощью можно быстро реагировать на изменения в техпроцессе и управлять им. Поэтому формирование статистического мышления – необходимое условие принятия правильных решений, основанных на фактических событиях. Под статистическим мышлением понимается подход к принятию управленческих решений на всех уровнях организации, причем как оперативных или тактических, так и стратегических.

Причинами недостаточно широкого внедрения в производство статистических методов управления качеством отливок являются слабая подготовка инженеров-литейщиков по вопросам применения методов математической статистики к анализу и обработке информации, недостаточная разработка теоретических основ статистического управления качеством отливок с учетом специфики литейного производства, а также трудоемкость статистических методов анализа и обработки данных. В последнее время в связи с использованием микропроцессорной техники и ЭВМ появилась возможность более широкого и успешного применения статистических методов управления качеством отливок.

Нами была разработана система автоматического контроля качества стальных отливок на одном из машиностроительных предприятий, получившая название «Светофор». Ее суть заключается в том, что при нормальном протекании технологического процесса на мониторе оператора горит зеленый свет; в случае незначительного отклонения параметров от заданных на той или иной стадии процесса загорается желтый цвет; при грубом нарушении технологии горит красный цвет, требующий остановки процесса.

Данная программа является логическим развитием существующей на заводе системы управления качеством, созданной на основе программы ACCESS. Программа обладает всем необходимым набором сервисных функций, характерных для систем управления базами данных:

- 1) формирование базы данных;
- 2) просмотр, редактирование, поиск и печать данных по выбранным критериям.

Проблема разработки эффективных рекомендаций по снижению брака упрощается при наличии единой автоматизированной системы учета брака отливок. Для создания такой системы необходимо совершенствовать и унифицировать действующие документы. От выполнения этой задачи зависит качество информационной базы, сокращение объема вводимой информации и выбор наиболее рациональной технологии обработки данных по браку.

Сложность решения вопросов, связанных с совершенствованием и унификацией определенных документов, требует поэтапного проведения работ.

Так, на первом этапе работы по созданию автоматизированной системы учета брака стальных отливок необходимо унифицировать единый первичный документ (акт по браку отливок) и создать единый классификатор брака. В данной работе рассматривается классификатор дефектов стальных отливок.

Разработанный классификатор брака дает возможность:

- ввести единые понятия и определения признаков дефектов отливок;
- систематизировать причины возникновения брака;
- создать предпосылки для перехода отрасли на автоматизированный учет брака;
- в условиях автоматизированного учета брака систематически анализировать брак по видам дефектов и их причинам; оценивать технический уровень литейного производства в системе «завод – главк – отрасль», эф-

эффективнее использовать опыт передовых предприятий по борьбе с браком на других заводах отрасли;

- принимать оперативные решения по снижению брака по видам литья, конкретным отливкам, маркам стали, производственным участкам.

Для интеграции информационных процессов, используемых на различных этапах жизненного цикла продукции, разработаны базы данных, обеспечивающие создание единой информационной среды для процессов проектирования, производства, испытаний, поставки и эксплуатации продукции.

Также созданы базы данных нормативных документов, обеспечивающих реализацию на предприятиях систем качества, соответствующих требованиям стандартов ИСО серии 9000.

Разработанная электронная база данных, необходимая для создания и обеспечения функционирования системы качества, содержит сведения о структуре и функциях ряда моделей реально действующих на предприятиях сертифицированных систем качества. В системе могут быть реализованы известные методы анализа качества, и пользователю предоставлены различные возможности, делающие систему мощной и гибкой.

Система позволяет хранить данные о качестве продукции во взаимосвязи с такой важной для анализа информацией, как вид продукции; подразделение, выпустившее эту продукцию; смена, в которую оно работало; применяемые инструменты, материалы, сырье и т. п. Это дает возможность при анализе вычленять из всего объема данных только необходимые в конкретный момент (фильтрация данных), сравнивать данные между собой и т. д.

В системе широко используются графики. Это мощное средство визуализации данных, позволяющее представить большой объем информации в наглядном виде. В системе реализованы следующие виды графиков: кривая изменения какого-либо показателя во времени, ленточная диаграмма, диаграмма Парето, столбиковая и круговая диаграммы, диаграмма рассеяния.

Возможен сравнительный анализ нескольких подразделений или видов несоответствий. Анализ позволяет получить:

- список статистических характеристик каждой выборки, средних значений этих характеристик по выборкам и характеристик объединенной выборки;

- контрольные карты средних значений, размахов и стандартных отклонений в выборках, временные ряды некоторых других характеристик, графики отдельных выборок. На основе контрольных карт система само-

стоятельно оценивает стабильность технологического процесса и рассчитывает индексы его возможностей;

- гистограммы отдельных выборок и объединенной выборки с оценкой соответствия данных нормальному распределению.

Вычисление корреляции позволяет установить меру сходства объектов динамики по какому-либо параметру и посредством этого выявить наличие доминирующих факторов, действующих в изучаемой системе. Мемой сходства служит коэффициент парной корреляции рядов, значения которого, близкие к единице, свидетельствуют о высокой корреляционной зависимости. Причиной может быть какой-либо общий для этих рядов фактор, определяющий их поведение. Для пары рядов строится диаграмма рассеяния, дающая возможность изучить корреляционную зависимость. Точки, которые пользователь считает особыми, можно отбрасывать, что проясняет наличие зависимости. Для нескольких рядов можно построить корреляционную матрицу, позволяющую быстро оценить корреляционную зависимость между всеми рядами. Так, например, опытным путем установлены корреляционные зависимости между количеством несоответствий, выявленных в цехах завода, и количеством последующего брака.

Полученные уравнения регрессии послужили основой для создания «Светофора» – наглядной демонстрации состояния технологического цикла производства стального литья. «Светофор» – это результат сравнения количества выявленных несоответствий с пороговыми значениями, определенными опытным путем. Совокупность функций сводки и динамики позволяет в течение короткого времени найти наиболее «узкие места» в исследуемой сфере деятельности, определить причины их возникновения и получить фактический наглядный материал для выработки корректирующего воздействия, а затем оценить его последствия. Таким образом, вместо контроля большого числа технологических характеристик технологу, контрольному мастеру достаточно контролировать только количество выявленных несоответствий, которое является интегральной оценкой состояния производства. Эта оценка может принимать три значения. Если «Светофор» выдает зеленый сигнал, то процесс в норме, предполагаемые потери от брака не превысят допустимого уровня. Желтый сигнал свидетельствует о том, что процесс нуждается в корректировке, красный сигнал светофора требует немедленной остановки производства.

Первая задача, которую решает предлагаемая программа, – это определение цеха или участка, которые ответственны за сбой в работе технологической цепочки. Для этого экспертная система в режиме реального времени сопоставляет пороговые значения «Светофора» с текущими значениями (количеством выявленных несоответствий за смену на том или ином участке).

Вторая задача – определение наиболее вероятной причины сбоя на конкретном участке. Для этого экспертная система в режиме реального времени сопоставляет значения «Светофора» с соответствующими значениями выявленных несоответствий. Определив место сбоя, программа выдает предполагаемые причины появления продукции, не отвечающей требованиям, в соответствии с разработанным классификатором. Таким образом, корректирующие и предупреждающие действия могут быть направлены на конкретные технологические операции.

Преимущества созданной информационной системы заключаются в том, что она позволяет оперативно реагировать на увеличение отклонений от технологического процесса, прогнозировать потери по браку, применять все методы статистического анализа.

С помощью данной информационной системы было, например, установлено, что около 80% потерь предприятия обусловлено дефектами: засорами, горячими трещинами, пленами. Были установлены и основные факторы, влияющие на появление брака: опыт, смена, квалификация, подготовка рабочего места, режим сушки форм и стержней, уплотнение формы, сборка формы, время выдержки форм до заливки, температура металла, исходные материалы для смесей, смесеприготовление, транспортировка и бункерное хранение смесей.

Наличие базы данных о причинах образования дефектов позволяет быстро скорректировать процесс и устранить появление брака.

**С. В. Рабинович, М. Д. Харчук,
В. И. Черменский, Е. И. Черевко**

ОПЫТ ЦЕНТРОБЕЖНОГО И КОКИЛЬНОГО ЛИТЬЯ СУПЕРИНВАРНЫХ СПЛАВОВ

Ранее нами было освоено производство отливок из суперинварного сплава 32НКБЛ для оправ силовых лазеров и шпангоутов летательных аппаратов литьем в песчаные формы и в кокиль. Отливки представляют со-