

Раздел 3
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 658.562

Б. Н. Гузанов

Российский государственный профессионально-педагогический университет,
г. Екатеринбург

Н. Б. Пугачева

Институт машиноведения УрО РАН, г. Екатеринбург

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ
КАЧЕСТВА МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ

Аннотация. Проанализированы существующие на предприятиях системы контроля качества сталей и сплавов. Показана необходимость операционного контроля количественных параметров микроструктуры, а также значение использования возможностей современных программных комплексов, позволяющих осуществлять ситуационное моделирование процессов деградации структуры и разрушения.

Ключевые слова: контроль качества, параметры микроструктуры, ситуационное моделирование, технологический процесс, производство труб.

В современном понимании система качества предприятия представляет собой совокупность организационных и технических мер, необходимых для обеспечения соответствия требованиям стандартов. Системы управления качеством, действующие на различных предприятиях, индивидуальны, однако у них есть общее в виде карт технологического процесса, наглядно отображающие порядок изготовления той или иной продукции. Для управления этим процессом на многих предприятиях используются статистические методы регулиро-

вания и оценки качества готовой продукции [1]. Следует заметить, что поскольку каждому процессу присуща собственная изменчивость качества, поэтому целесообразно использовать динамическую проверку качества с регулированием его во время производства.

Огромное значение для решения этой задачи имеет правильно организованный мониторинг свойств, который позволяет получать информацию о реальной работе процесса. По результатам мониторинга возможно провести оценку и анализ характеристик процесса, а также статистический анализ причин отклонения, исследовать, каким образом вариации различных контролируемых параметров воздействуют на признаки качества. Решению этих задач способствует проведение различных видов контроля: производственного и эксплуатационного, входного, приемочного, операционного, сплошного, выборочного или непрерывного, измерительного, разрушающего или неразрушающего. Сущность мониторинга заключается в постоянном наблюдении за каким-либо процессом с целью выявления его соответствия желаемому результату или исходному положению.

На первых этапах появления этого понятия прослеживалось отличие мониторинга от научного исследования, однако в последнее время понятие мониторинга существенно расширилось, и он стал неотъемлемой частью научных исследований. При создании системы мониторинга в первую очередь возникает вопрос о надежных методах и методиках определения свойств материала или изделия для получения требуемого ресурса эксплуатации. Именно этим определяется значение мониторинга в системе оценки качества сталей, сплавов и изделий из них.

Например, контроль качества материала в ходе технологического процесса производства стальных труб, а также труб из цветных (медных, магниевых и т. д.) сплавов состоит из ряда последовательных этапов:

— выплавка и полунепрерывная разливка слитков, которые имеют форму и размеры, удобные для дальнейшей обработки давлением; на этом этапе основной вид контроля заключается в установлении соответствия химического

состава требуемым стандартам, а также контроль количества неметаллических включений (операционный контроль);

– резка слитков на шашки-заготовки, после которой проводят внешний осмотр (сплошной контроль) и зачистку поверхности;

– прессование трубы заканчивается сплошным контролем размеров и поверхностных дефектов, а также выборочным контролем микроструктуры и твердости;

– термообработка требует организации сплошного контроля твердости, механических свойств, статистического контроля остаточных напряжений, микроструктуры и физических свойств;

– входной контроль ОТК и оформление сертификата на продукцию [2–4].

Огромную роль в обеспечении качества играет макро- и микроструктура слитков. Излом представляет собой распространенный в производственной практике метод контроля внутреннего строения сплавов. По виду излома можно судить о степени измельчения кристаллов и зерен, легко выявить включения, попавшие в плоскость излома, определить причину и характер разрушения под действием нагрузок [5]. Например, шиферный излом характеризует завышенное количество неметаллических, главным образом оксидных, включений в сплаве и является браковочным признаком. В частности, исследования показали, что причиной слоистого шиферного излома трубы алюминиевой бронзы БрФЖМц 10-3-1,5 явились частицы силицида титана, а также оксидов кремния и цинка. Наиболее вероятной причиной возникновения таких частиц является использование низкокачественных шихтовых материалов для выплавки сплава [2].

Отмечена также общая повышенная засоренность алюминиевой бронзы включениями различного состава, в том числе и за счет не нормируемых по ГОСТ 18175–78 примесей, содержащих соединения Ca, Mg, Na и C, имеющих шлаковое происхождение. Интерес представляет собой тот факт, что по большинству нормируемых и ненормируемых примесей, включая кислород, отобранный в процессе плавки образец оказался чище контрольного (условно

«годного») образца, на котором шиферный излом не наблюдался. Это пример является наглядным подтверждением необходимости проведения широкого мониторинга на всех стадиях технологического процесса.

Как видно, особое внимание следует уделять неметаллическим включениям в цветных сплавах, поскольку даже при нормативном их содержании они могут негативно влиять на прочностные свойства. Это может происходить в результате коагуляции и скопления частиц в ходе проведения современных технологических обработок, например, лазерной сварки, в процессе которой возможна коагуляция и объединение неметаллических частиц. Такие крупные вторичные фазы (размерами до 200 мкм) могут служить концентраторами зарождения трещин при эксплуатации изделия.

Другим видом включений являются карбиды, интерметаллиды и силициды, обладающие высокими значениями твердости и низкими прочностными свойствами. Производственная практика показывает, что необходим операционный контроль за их размерами и распределением по сечению заготовки или детали. Например, множественные сколы и даже растрескивание изделий и заготовок из латуни ЛМцАЖКС обусловлены образованием в структуре сплава крупных (порядка 0,2 мм) частиц твердых силицидов [6].

Приведенные примеры подтверждают необходимость повсеместного введения контроля микроструктуры сталей, сплавов, покрытий, керамических и композиционных материалов в ходе технологического процесса. Причем этот контроль должен быть не выборочным, каким он является на большинстве предприятий, а операционным или хотя бы периодическим.

Проблема контроля микроструктуры материалов в настоящее время является одной из наиболее остро стоящих в обеспечении качества продукции машиностроительных предприятий. В настоящее время, к сожалению, отсутствуют стандартные и метрологически обоснованные методики количественного описания зёрненного строения, анизотропии, структурной однородности и т. д. Широко используемые на предприятиях балльные оценки (размеров зерен, карбидной неоднородности, количества неметаллических включений и пр.) по

стандартным шкалам не всегда обоснованы и зачастую не отражают реального строения сплавов. Это требует проведения тщательной научно обоснованной работы по созданию действительно «стандартных» структур применительно к конкретному производству. Например, такая работа по созданию эталонных микроструктур сложнолегированных латуней, которые используются для изготовления блокирующих колец синхронизатора переключения скоростей коробки передач современных легковых автомобилей, была проведена на ПО «Авто ВАЗ» совместно с РЗ ОЦМ и ИМАШ УрО РАН [7].

Большим недостатком существующих стандартов на методы качественной оценки параметров структуры является их ориентация на визуальные методы измерения с последующей ручной обработкой результатов. Широкое внедрение в практику металлографических исследований автоматических анализаторов изображения, таких как разработки отечественных фирм SIAMS, а также зарубежных Leica Microsystems Wetzlar GmbH (Германия), Carl Zeiss Vision (Германия), Shimadzu (Япония) и других, позволило бы не только значительно ускорить процесс получения и обработки информации, но и унифицировать процедуры подготовки объектов к исследованию и обработки результатов.

В последнее время, благодаря развитию компьютерных технологий, появилась возможность резко расширить изобразительные и математические средства интерпретации процессов разрушения при эксплуатации. Например, при анализе и синтезе безопасности движения рельсовых транспортных средств на основе мониторинга их технического состояния [8] или при прогнозировании ресурса магистральных, технологических и промышленных газонефтепроводов на основе текущего мониторинга свойств материала [9]. Ситуационное моделирование процессов деградации свойств и разрушения металлов и сплавов позволяет прогнозировать срок их эксплуатации и в некоторых случаях предложить способ восстановления. В связи с этим методы моделирования уверенно становятся неотъемлемой частью мониторинга в системе метрологического обеспечения контроля качества металлопродукции.

Библиографический список

1. *Шишкин И. Ф.* Основы метрологии, стандартизации и контроля качества / И. Ф. Шишкин. Москва: Изд-во стандартов, 1998. 320 с.
2. *Колачев Б. А.* Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов / Б. А. Колачев, В. А. Ливанов, В. И. Елагин. Москва: Металлургия, 1981. 416 с.
3. *Достижения в практике трубного производства // Трубы России – 2004: материалы I Российской конференции по трубному производству / под науч. ред. А. А. Богатова.* Екатеринбург: ГОУ ВПО «УГТУ-УПИ». 2004. 523 с.
4. *Магниевые сплавы: справочник. Ч. 2. Технология производства и свойства отливок и деформированных полуфабрикатов / под ред. И. И. Гурьева, М. В. Чухрова.* Москва: Металлургия, 1987. 296 с.
5. *Гордеева Т. А.* Анализ изломов при оценке надежности материалов / Т. А. Гордеева, И. П. Жегина. Москва: Машиностроение, 1987. 200 с.
6. *Пугачева Н. Б.* Влияние содержания железа в легированной латуни ЛМцАЖКС на состав и морфологию силицидов (Fe, Mn)₅Si₃ / Н. Б. Пугачева, А. В. Тропотов, С. В. Смирнов, О. С. Кузьмин // Физика металлов и металловедение, 2000. Т. 89. № 1. С. 62–69.
7. *Тропотов А. В.* Использование программного продукта «SIAMS» для создания эталона микроструктуры сложнолегированной износостойкой латуни / А. В. Тропотов, М. Д. Копыл, Н. В. Недорезова [и др.] // Цифровая микроскопия: сборник докладов школы-семинара. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2002. С. 23–25.
8. *Устименко Н. М.* Мониторинг износа боковой поверхности головки рельса и гребня колеса в кривых на основе спектрального анализа и имитационного моделирования / Н. М. Устименко // Разрушение и мониторинг свойств металлов: материалы Международной конференции. Екатеринбург, 2001. С. 132–134.

9. Шаманин А. П. О долговечности магистральных и технологических трубопроводов / А. П. Шаманин // Разрушение и мониторинг свойств металлов: материалы Международной конференции. Екатеринбург, 2001. С. 134–138.

УДК 658.56

А. С. Кривоногова, Е. С. Стихина

Российский государственный профессионально-педагогический университет,
г. Екатеринбург

ВЫБОР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Аннотация. Правильный выбор средств измерений является основной задачей метрологического обеспечения машиностроительного производства и обеспечивает необходимый уровень качества выполнения операций контроля. В статье рассмотрен процесс разработки стандарта организации «Система обеспечения единства измерений. Средства измерений и контроля геометрических величин. Порядок выбора» для ОАО «Уралтрансмаш» с целью обеспечения последовательности выбора средств измерений по измерению геометрических параметров машиностроительной продукции.

Ключевые слова: стандарт организации, средства измерений, метрологическое обеспечение, контроль качества машиностроительной продукции.

В современных условиях одной из важнейших задач метрологического обеспечения машиностроительного производства является правильный выбор средств измерений. Это необходимое условие получения достоверной измерительной информации. От выбора средств измерений зависит уровень качества выполнения операций контроля и готовой продукции. Поэтому основное внимание при выборе средств измерений для решения конкретной измерительной