

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ
КРУПНОГАБАРИТНЫХ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ
ВЫСОКОМАРГАНЦЕВЫХ СТАЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ФАЗИРОВАННЫХ АНТЕННЫХ РЕШЁТОК**

Нуруллаев Эмиль Эркинович

Инженер-дефектоскопист ПО НМЗ АО НГМК

Аннотация. В промышленном производстве крупные литые детали играют критическую роль в обеспечении устойчивой работы технологического оборудования. Однако изготовление массивных отливок, используемых в узлах дробильных установок, сопровождается высокой вероятностью формирования дефектов, влияющих на срок службы изделий и экономические показатели предприятия. В работе рассматривается подход к повышению достоверности неразрушающего контроля литых деталей из высокомарганцевых сталей путём применения ультразвукового метода с фазированными решётками. Предлагаемая методика направлена на повышение точности обнаружения дефектов и уменьшение количества ложных сигналов при контроле изделий сложной формы и значительной толщины.

Ключевые слова: *ультразвуковой контроль, фазированные решётки, литейные дефекты, высокомарганцевая сталь, неразрушающий контроль, конусная дробилка, крупногабаритные отливки, TFM-метод.*

Современные предприятия горнодобывающей и перерабатывающей отраслей широко используют тяжёлые литые детали, от которых напрямую зависит надёжность технологических линий. Особенно важны футеровочные элементы конусных дробилок, воспринимающие значительные ударные и абразивные нагрузки. Их изготовление связано с рядом технологических трудностей, включая неоднородное охлаждение металла и высокую вязкость

расплава, что способствует образованию дефектов различной природы.

Контроль подобных изделий осложняется крупнозернистой аустенитной структурой материала, вызывающей интенсивное рассеяние ультразвуковых волн. Это снижает информативность традиционных методов диагностики и требует совершенствования методологии неразрушающего контроля.

Объектом исследования являются крупные литые детали из высокомарганцевой стали типа 120Г17ХРЛ, применяемые в футеровках чаши и конуса конусной дробилки промышленного класса. Эти изделия характеризуются сложной геометрией, значительной массой и толщиной стенок, что делает их диагностирование технически сложной задачей.

Предмет исследования включает процессы распространения ультразвуковых волн в грубозернистых металлических структурах, а также алгоритмы обработки сигналов, применяемые в системах ультразвукового контроля с фазированными решётками.

Цель исследования состоит в разработке методического подхода к контролю крупногабаритных литых изделий с использованием фазированных антенных решёток и методов цифровой фокусировки. Предлагается адаптация технологий высокоточной обработки сигналов для материалов с выраженной неоднородностью структуры, что позволяет повысить точность определения размеров дефектов и уменьшить вероятность ложных срабатываний.

Научная новизна заключается в интеграции современных методов цифровой реконструкции изображений с традиционным ультразвуковым контролем для повышения достоверности результатов диагностики.

Высокомарганцевая сталь исследуемого типа отличается повышенным содержанием марганца и легированием хромом, что обеспечивает высокую износостойкость и способность к упрочнению при нагрузке. В исходном состоянии материал обладает умеренной твёрдостью и высокой ударной вязкостью, однако под действием рабочих нагрузок способен значительно повышать твёрдость благодаря эффекту наклёпа.

Такие свойства делают материал оптимальным для условий ударно-абразивного износа, но одновременно усложняют контроль из-за развитой аустенитной структуры и крупного зерна.

В процессе разливки и кристаллизации высокомарганцевых сталей могут формироваться различные дефекты. К ним относятся газовые поры, возникающие вследствие выделения растворённых газов, усадочные полости, образующиеся при неравномерном охлаждении, а также горячие и холодные трещины, связанные с внутренними напряжениями.

Дополнительную опасность представляют карбидные включения и дефекты спаивания металла. Подобные неоднородности снижают прочность изделий и могут приводить к разрушению при эксплуатационных нагрузках.

Традиционные методы диагностики, такие как радиографический или магнитный контроль, имеют ограничения при исследовании массивных деталей. Для ультразвукового контроля характерны значительные потери сигнала и снижение разрешения при работе с крупнозернистыми материалами.

Использование фазированных решёток позволяет управлять направлением и фокусировкой ультразвукового луча, что улучшает обнаружение дефектов даже в сложных геометрических условиях. Дополнительные алгоритмы обработки сигналов обеспечивают повышение отношения сигнал/шум и позволяют более точно интерпретировать полученные данные.

Экспериментальные исследования выполняются с применением современных дефектоскопических систем, поддерживающих многогрупповое сканирование и цифровую визуализацию результатов. Для сравнения используются также стандартные ультразвуковые преобразователи различной частоты и угла ввода.

Контроль проводится на реальных футеровочных элементах дробильных установок, а результаты сопоставляются с данными радиографического контроля.

Предполагается, что внедрение предложенной методики позволит повысить достоверность выявления дефектов и уменьшить процент брака литых изделий. Это обеспечит снижение производственных потерь и повышение эксплуатационной надёжности оборудования горнодобывающих предприятий.

Кроме того, результаты исследования могут быть использованы при совершенствовании нормативных документов и стандартов в области неразрушающего контроля.

Совершенствование методов диагностики крупногабаритных литых деталей является важной задачей современной промышленности. Применение ультразвукового контроля с фазированными решётками в сочетании с цифровыми алгоритмами обработки сигналов открывает новые возможности для повышения точности обнаружения дефектов в сложных материалах.

Разработанный подход способствует повышению качества продукции, снижению эксплуатационных рисков и оптимизации затрат на производство и обслуживание оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эгамбердиев И. П., Яхшиев Ш. Н., Мамадияров А. Ж. Прогнозирование технического состояния подшипниковых опор металлорежущих станков по спектральным характеристикам //Состав редакционной коллегии и организационного комитета.–2021. – 2021.
2. Egamberdiev I., Sharafutdinov U., Ashurov K. Investigation of the possibility of increasing the durability of steel castings 110Г13Л //Главный редактор: Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук; Заместитель главного редактора: Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук; Члены редакционной коллегии. – 2021. – С. 27.
3. Juraev A. et al. Modification of the structure of the Bitter separator machine //СТРАТЕГИЯ СОВРЕМЕННОГО НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕАЛИЗАЦИИ. – 2021. – С. 12-16.

4. Kulmurotov N. R. et al. VARIOUS ISSUES IN THE FIELD OF SETTING NONSTATIONARY DYNAMIC PROBLEMS AND ANALYZING THE WAVE STRESS STATE OF DEFORMABLE MEDIA //Theoretical & Applied Science. – 2020. – №. 9. – С. 365-369.
5. Ashurov K. et al. Applications metallographic and X-ray structural analysis //Студенческий вестник. – 2020. – №. 20-14. – С. 19-21.
6. Яхшиев Ш. Н. и др. ФОРМИРОВАНИЕ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА В ПОДШИПНИКОВЫХ ОПОРАХ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ //EUROPEAN SCIENCE FORUM. – 2021. – С. 19-23.
7. Ulug'ov G. O. et al. INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF INCREASING THE DURABILITY OF STEEL CASTINGS 110Г13Л //Universum: технические науки. – 2021. – №. 11-6 (92). – С. 27-34.
8. Эгамбердиев И. П. и др. ОЦЕНКА ВЫХОДНОЙ ТОЧНОСТИ ШПИНДЕЛЬНОГО УЗЛА ТОКАРНОГО СТАНКА НТ-250 И //ИННОВАЦИОННЫЙ ДИСКУРС РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ. – 2021. – С. 103-107.