

**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ
В КРУПНОГАБАРИТНЫХ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВКАХ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФАЗИРОВАННЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ
РЕШЁТОК**

Нуруллаев Эмиль Эркинович

Инженер-дефектоскопист ПО НМЗ АО НГМК

Аннотация. В работе рассматриваются особенности контроля качества крупногабаритных литых деталей из высокомарганцовистой стали, применяемых в горнодобывающем оборудовании. Показано, что традиционные методы ультразвуковой дефектоскопии имеют ограниченную эффективность из-за структурной неоднородности металла и повышенного уровня шумов. Обоснована целесообразность применения фазированных антенных решёток для повышения достоверности обнаружения внутренних дефектов. Экспериментальные исследования подтверждают улучшение чувствительности контроля, повышение соотношения сигнал/шум и расширение возможностей диагностики массивных деталей сложной формы. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности внедрения технологии PAUT на предприятиях горно-металлургического комплекса.

Ключевые слова: *Крупногабаритные отливки; ультразвуковой контроль; фазированные антенные решётки; литейные дефекты; высокомарганцовистая сталь; неразрушающий контроль; горнодобывающее оборудование.*

Крупные литые детали, используемые в горнодобывающей промышленности, предъявляют повышенные требования к однородности металла и надежности методов контроля. На машиностроительном предприятии изготавливаются футеровочные элементы дробилок

значительной массы, эксплуатируемые в условиях интенсивного абразивного и ударного износа. Общий вид отливок приведены на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид отливок: Футеровка чаши (а) и Футеровка конуса (б) дробилки «СЕМСО»

Для обеспечения требуемой износостойкости детали изготавливаются из аустенитной высокомарганцевистой стали. Несмотря на высокие эксплуатационные свойства, литая структура данного материала отличается крупнозернистостью, склонностью к ликвации и образованию внутренних дефектов. Наличие пор, усадочных раковин и трещин снижает долговечность изделий и может привести к преждевременному выходу из строя. Химический состав стали 120Г17ХРЛ приведена на таблице 1.

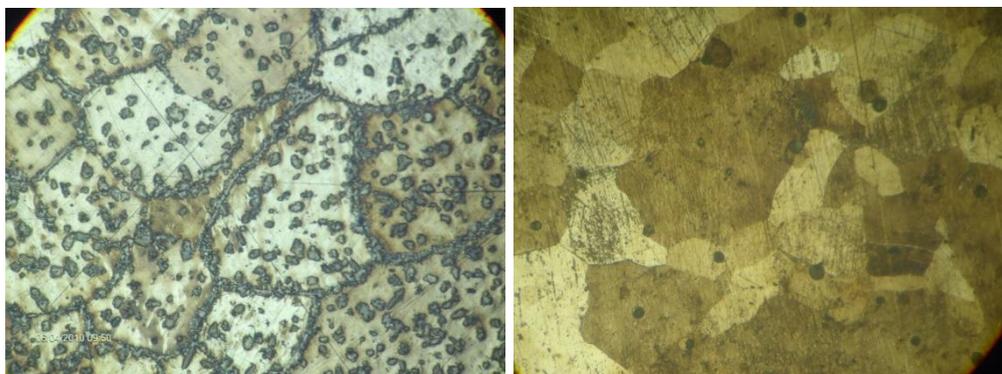
Таблица 1.

Химический состав стали 120Г17ХРЛ

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	B
0,90– 1,50	0,30– 1,00	11,50– 15,00	≤ 0,050	≤ 0,120	≤ 1,00	≤ 1,00	–
1,1–1,3	0,3–0,8	16–18	≤ 0,05	≤ 0,08	1,2– 1,5	–	0,002– 0,004

Металлографические исследования показывают, что термическая обработка улучшает структуру стали, однако полностью не устраняет неоднородность, что требует применения высокочувствительных методов неразрушающего контроля. Традиционный ультразвуковой контроль в данном случае осложняется высоким затуханием волн и значительным

уровнем структурного шума. В связи с этим всё большую актуальность приобретает использование фазированных антенных решёток, позволяющих осуществлять электронное сканирование, управлять фокусировкой луча и изменять углы ввода без механического перемещения датчика.



а)

б)

Рис 2. Структура стали 120Г17ХРЛ до (а) и после (б) термической обработки

Метод фазированных решёток основан на применении преобразователя, содержащего множество отдельных пьезоэлементов. Управление их возбуждением позволяет формировать ультразвуковые лучи различных направлений и конфигураций. Это обеспечивает возможность обследования всего объёма детали одним датчиком и значительно ускоряет процесс контроля.

Современные системы фазированного ультразвукового контроля обеспечивают отображение результатов в виде нескольких типов сканов, что облегчает интерпретацию данных и повышает точность оценки дефектов. Дополнительным преимуществом является возможность хранения большого массива информации и оперативного формирования отчетов.

Использование фазированных решёток повышает вероятность обнаружения мелких трещин, зон несплавления и микропористости, которые сложно выявить традиционными методами. Кроме того, данный метод может рассматриваться как альтернатива радиографическому контролю, поскольку не требует остановки производственного процесса и исключает радиационные риски.

Экспериментальные исследования, выполненные с применением современных дефектоскопов, показали улучшение качества диагностики крупногабаритных отливок и повышение достоверности результатов контроля.

Проведённое исследование подтверждает эффективность применения фазированных ультразвуковых решёток для контроля массивных литых деталей из высокомарганцевистой стали. Использование данной технологии позволяет повысить чувствительность обнаружения внутренних дефектов, улучшить информативность контроля и снизить вероятность пропуска опасных дефектов. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности внедрения метода PAUT при контроле качества литых изделий в горно-металлургической отрасли и могут служить основой для дальнейшего совершенствования методик неразрушающего контроля.

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. Kulmuratov 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.