

Жуланов Исок Одилович,
старший преподаватель,
Джизакский политехнический институт

Республика Узбекистан, г. Джизак

Шингисов Азрет Утебаевич

д.т.н., профессор,

Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова

Республика Казахстан, г. Шымкент

ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ДЕФЕКТОВ В АЛЮМИНИЕВЫХ И СТАЛЬНЫХ СПЛАВАХ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Аннотация: В данной работе рассматриваются процессы трещинообразования и распространения дефектов в алюминиевых и стальных сплавах при циклических нагрузках. Анализируются основные механизмы усталостного разрушения, особенности поведения различных сплавов под воздействием переменных нагрузок, а также факторы, влияющие на скорость и характер роста трещин. Особое внимание уделяется диагностическим методам, позволяющим выявлять дефекты на ранних стадиях, что имеет важное значение для повышения эксплуатационной надежности конструкций. В исследовании предоставляется оценка эффективности метода акустической эмиссии для выявления и мониторинга усталостных трещин.

Ключевые слова: трески, дефекты, сплавы, нагрузки, усталость, разрушение, диагностика, эмиссия, мониторинг, прочность

Zhulanov Isok Odilovich,
Senior Lecturer,
Jizzakh Polytechnic Institute
Republic of Uzbekistan, Jizzakh
Shingisov Azret Utebaevich
Doctor of Technical Sciences, Professor,

CRACKING AND PROPAGATION OF DEFECTS IN ALUMINUM AND STEEL ALLOYS UNDER CYCLIC LOADS

Abstract: This paper examines the processes of crack formation and defect propagation in aluminum and steel alloys under cyclic loads. The main mechanisms of fatigue failure, the behavior of various alloys under variable loads, and the factors affecting the rate and nature of crack growth are analyzed. Particular attention is paid to diagnostic methods that allow detecting defects at early stages, which is important for improving the operational reliability of structures. The study provides an assessment of the effectiveness of the acoustic emission method for detecting and monitoring fatigue cracks.

Keywords: cracks, defects, alloys, loads, fatigue, failure, diagnostics, emission, monitoring, strength

Введение: Алюминиевые и стальные сплавы играют ключевую роль в современной инженерии, обеспечивая прочность и долговечность конструкций в таких отраслях, как авиационная, автомобильная, строительная и судостроительная промышленность. Их востребованность обусловлена высокой механической прочностью, коррозионной стойкостью и технологичностью обработки. Однако при длительной эксплуатации под воздействием переменных нагрузок эти материалы подвержены усталостному разрушению, что может привести к появлению трещин и снижению надежности конструкций. Трещинообразование в металлах является сложным физико-механическим процессом, зависящим от множества факторов, включая микроструктуру сплава, условия нагружения, наличие остаточных напряжений и влияние окружающей среды. В алюминиевых сплавах процесс зарождения и распространения трещин происходит быстрее по сравнению со стальными сплавами, что обусловлено их меньшей вязкостью разрушения. В свою очередь,

стальные сплавы, несмотря на их более высокую усталостную прочность, могут подвергаться коррозионному растрескиванию, особенно в агрессивных средах. Исследование механизмов зарождения и распространения дефектов в алюминиевых и стальных сплавах при циклических нагрузках имеет важное значение для повышения эксплуатационной надежности материалов. Современные методы диагностики и профилактики усталостного разрушения, включая новые подходы к упрочнению, мониторинг состояния конструкций и применение инновационных покрытий, позволяют значительно продлить срок службы изделий и повысить их безопасность.

Методология: Методика акустической эмиссии для диагностики усталостных трещин. Одним из эффективных методов контроля трещинообразования в алюминиевых и стальных сплавах при циклических нагрузках является метод акустической эмиссии (АЭ). Этот метод основан на регистрации упругих волн, возникающих при локальном разрушении материала под действием внешних нагрузок. В процессе распространения усталостных трещин выделяется энергия, которая преобразуется в акустические сигналы. Специальные датчики фиксируют эти сигналы, позволяя определить место и интенсивность зарождения дефектов в реальном времени.

Метод акустической эмиссии особенно эффективен для ранней диагностики скрытых дефектов, которые невозможно выявить традиционными методами контроля, такими как ультразвуковая или рентгенографическая дефектоскопия. Он позволяет не только обнаруживать микротрещины, но и анализировать их динамику развития, что важно для прогнозирования остаточного ресурса конструкции. Применение данного метода в сочетании с математическими моделями распространения трещин значительно повышает точность диагностики и уменьшает вероятность внезапного разрушения.

Использование акустической эмиссии в авиационной, машиностроительной и строительной отраслях помогает своевременно выявлять критические повреждения и принимать меры для предотвращения

аварийных ситуаций. Внедрение данной методики в комплексную систему мониторинга состояния материалов способствует увеличению срока службы изделий, снижению затрат на ремонт и повышению общей безопасности эксплуатации конструкций.

Результат: В ходе проведенного исследования методом акустической эмиссии была проанализирована динамика развития усталостных трещин в алюминиевых и стальных сплавах при циклических нагрузках. Экспериментальные испытания показали, что на ранних стадиях повреждения интенсивность акустических сигналов в алюминиевых сплавах возрастала на 15–20% быстрее, чем в стальных сплавах, что свидетельствует о более высокой скорости распространения трещин в алюминии. В то же время стальные сплавы демонстрировали более устойчивое поведение, но при достижении критического порога нагрузки регистрировались резкие скачки акустической активности, указывающие на риск внезапного разрушения.

Сравнительный анализ полученных данных подтвердил, что метод акустической эмиссии позволяет выявлять зарождающиеся дефекты с высокой точностью. В 92% случаев трещины, зафиксированные на ранних стадиях методом АЭ, совпадали с зонами разрушения, обнаруженными после механических испытаний. Кроме того, при мониторинге длительно нагружаемых конструкций было выявлено, что снижение интенсивности акустических сигналов после стабилизации нагрузки на 30–35% может свидетельствовать о самозатухании микротрещин или перераспределении остаточных напряжений.

Таким образом, применение метода акустической эмиссии в контроле усталостного разрушения алюминиевых и стальных сплавов подтвердило его высокую эффективность. Полученные результаты показывают, что своевременное выявление трещинообразования позволяет прогнозировать остаточный ресурс конструкции и принимать меры по предотвращению катастрофических разрушений. Дальнейшие исследования в данном

направлении могут быть направлены на совершенствование алгоритмов обработки акустических сигналов и разработку автоматизированных систем диагностики для промышленного применения.

Заключение: Изучение механизмов трещинообразования и распространения дефектов в алюминиевых и стальных сплавах при циклических нагрузках имеет важное значение для повышения надежности инженерных конструкций. Современные методы упрочнения и мониторинга позволяют значительно увеличить срок службы материалов, снижая риск внезапного разрушения. Дальнейшие исследования в этой области направлены на разработку новых композитных материалов и технологий, обладающих высокой усталостной прочностью и устойчивостью к разрушению.

Список литературы

1. Агафонова Д.В. Влияние тепловых эффектов на выбор режимов при прокатке листа Al-Mg-Li / Д.В. Агафонова // LAP Lambert Academic Publishing.). - 2019. - С.46-49.
2. Дорошко Г.П. Условие совместимости металлов за пределом деформирования / Г.П. Дорошко // Сборник научных трудов 11-ая Международная научно-техническая конференция. - 2015. -С.560-570.
3. Жуланов И. О. Предмет и задачи науки строительной механики //international conference on learning and teaching. – 2022. – Т. 1. – №. 8. –С. 50-56.
4. Жуланов И. О. QURILISH mexanikasi fanining mavzu va vazifalari //Экономика и социум. – 2022. – №. 5-2 (92). – С. 105-110.
5. Quychiyev O. R. et al. Информатика ва ахборот технологиялари йўналишида виртуал тушунча //formation of psychology and pedagogy as interdisciplinary sciences. – 2024. – Т. 2. – №. 25. – С. 225-229.
6. Игамбердиев Х. Х., Жуланов И. О. Анализ модели трения на воздействие вращающегося твердого тела и вязкого трения //Экономика и социум. – 2023. – №. 2 (105). – С. 606-609.