

Исследование влияния скорости деформации и температуры на формирование структуры и механических свойств

Студенты гр. 10402222: Кучинский В. А., Баханович А. А.

Научный руководитель – Боярчук А. Н.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Современные технологии обработки материалов требуют глубокого понимания взаимосвязи между параметрами деформации, температурными режимами и формированием структуры материала, которая определяет его механические свойства. Скорость деформации и температура являются ключевыми факторами, влияющими на процессы рекристаллизации, текстурообразования и дислокационного упрочнения. Исследование этих параметров позволяет оптимизировать технологические процессы, такие как прокатка, ковка или магнитно-импульсная обработка, для достижения требуемых характеристик материала [1].

Целью данной работы является исследование взаимосвязи между скоростью деформации, температурой и конечными свойствами материалов.

Для проведения исследований были выбраны образцы из углеродистой стали 45 ГОСТ 1050–2013 и алюминиевого сплава Д16 ГОСТ 1583–93. Эксперименты проводились на универсальной испытательной машине с возможностью регулировки скорости деформации ($0,1\text{--}10\text{ с}^{-1}$) и температуры ($20\text{--}600\text{ °C}$) [2].

Основные этапы работы:

- 1 Подготовка образцов: механическая обработка, шлифовка.
- 2 Проведение деформации при различных скоростях и температурах.
- 3 Анализ микроструктуры с помощью оптического и электронного микроскопов.
- 4 Измерение механических свойств (твердость по Виккерсу, предел прочности) [3].

При увеличении скорости деформации от $0,1$ до 10 с^{-1} наблюдалось повышение предела прочности на $15\text{--}20\%$ для стали 45 и на 10% для сплава Д16 [1]. Это связано с уменьшением времени для дислокационных процессов, что приводит к упрочнению материала. Однако при скоростях выше 5 с^{-1} отмечалось образование микротрещин из-за локализации напряжений [2].

Нагрев образцов до 400 °C способствовал снижению предела прочности на 25% для стали и 30% для сплава Д16 из-за рекристаллизации и роста зерен [3]. При температурах выше 500 °C для стали наблюдалось резкое падение твердости (закон Кюри) [1], в то время как алюминиевый сплав сохранял стабильность до 600 °C [2].

Микрофотографии показали, что при низких температурах и высоких скоростях деформации структура материала становится более мелкозернистой, что объясняет увеличение прочности [3]. Нагрев приводит к коагуляции зерен и снижению механических свойств [1].

Проведенные исследования позволили установить оптимальные режимы деформации для стали 45 и сплава Д16:

- для стали: скорость деформации до 5 с^{-1} , температура не выше 400 °C [2].
- для сплава Д16: скорость до 7 с^{-1} , температура до 600 °C [3].

Применение этих режимов обеспечивает повышение прочности и износостойкости материалов без риска образования дефектов.

Список использованных источников

1 Горелик, С. С. Рекристаллизация металлов и сплавов / С. С. Горелик. – М.: Металлургия, 2005. – 432 с.

- 2 Ломакин, В. А. Механические свойства материалов при динамических нагрузках / В. А. Ломакин. – СПб.: Наука, 2010. – 215 с.
- 3 Фридман, Я. Б. Механические свойства металлов / Я. Б. Фридман. – М.: Машиностроение, 2014. – 368 с.