22 марта 2019 г.,
заседание 768

В.П. Радченко, М.Н. Саушкин

ЗАДАЧИ РЕКОНСТРУКЦИИ И РЕЛАКСАЦИИ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ПОЛЗУЧЕСТИ В ПОВЕРХНОСТНО УПРОЧНЕННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦИЙ

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

УДК: 539.374

DOI: 10.37972/chgpu.2020.68.88.007

Аннотация. В докладе рассматриваются задачи реконструкции остаточных напряжений и пластических деформаций после процедур технологического поверхностно пластического упрочнения гладких цилиндрических и плоских деталей, сводящиеся к динамическим или квазистатическим контактными задачам. Разработан метод решения обратных краевых задач такого типа с использованием частично известной экспериментальной информации о распределении одной и/или двух компонент тензора остаточных напряжений. Введен феноменологический параметр анизотропии поверхностного упрочнения, позволяющий описать принципиально разное распределение остаточных напряжений в случаях изотропного (гидро- и пневмодробеструйная обработка микрошариками, механическое ультразвуковое упрочнение и др.) и неизотропного (обкатка роликом, алмазное выглаживание, дорнование и др.) упрочнения. Приводятся результаты обстоятельной экспериментальной проверки результатов моделирования. Предложены подходы для обобщения методик на упрочненные детали сложной формы (лопатки газотурбинного двигателя, круговой концентратор диска). Разработан метод расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) в мелких надрезах цилиндрических деталей (полукруговые и V-образные надрезы) после опережающего поверхностно пластического деформирования. Исследовано влияние анизотропии упрочнения на формирование НДС в одиночных концентраторах и периодических системах концентраторов. Разработан метод решения краевых задач релаксации остаточных напряжений с начальным НДС (после упрочнения) в условиях высокотемпературной ползучести для полых и сплошных цилиндрических поверхностно упрочненных деталей при сложном квазистатическом температурно-силовом напряжении: термоэкспозиция (температурная выдержка при отсутствии внешних сил), осевое растяжение, кручение, внутреннее давление и их комбинации. Адекватность метода иллюстрируется большим объемом сравнительного анализа расчетных и экспериментальных данных. Обсуждаются вопросы влияния режимов упрочнения, температурных выдержек и ползучести на кинетику микроструктуры материала и физико-механических параметров (микротвердость, шероховатость) упрочненных цилиндрических и плоских деталей из различных сталей и сплавов. Экспериментально установлено повышение значений микротвердости для всех типов упрочненных образцов по сравнению с неупрочненными, а испытания на ползучесть приводят к уменьшению значений микротвердости в упрочненных образцах вплоть до исходного состояния для неупрочненных образцов, что связывается с релаксацией остаточных напряжений. Проводится анализ теоретических и экспериментальных результатов при решении указанных типов задач.