

Сопоставление результатов моделирования расслоения в однородной алюминиевой балке методами сопротивления материалов и теории упругости

Научный руководитель – Хохлов Андрей Владимирович

Залозный Александр Сергеевич

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Москва, Россия

E-mail: a.s.zaloznyi@gmail.com

Испытания на трехточечный (четырёхточечный) изгиб проводятся с момента когда механики и архитекторы стали исследовать материалы на прочность и являются одним из простейших стандартных механических испытаний, по результатам которого можно построить кривую напряжение-деформация при растяжении (сжатии) и оценить модули упругости и сдвига, предел прочности и предельную деформацию материала. Простая форма образца (стержень, пластина, длинная трубка), получаемая в результате технологических процессов без дополнительной обработки, малые размеры, простота приложения нагрузки и измерения изгиба, и реализации условия шарнирно-опертой балки (отсутствие необходимости проектирования и усиления фиксирующей части конструкции испытательного оборудования) делают этот вид испытаний излюбленным у материаловедов, разрабатывающих новые материалы в соответствии с новыми возникающими требованиями и условиями последующей эксплуатации технических изделий, а также у инженеров. Тем не менее, при относительной простоте получения образца для проведения испытания трехточечного (четырёхточечного) изгиба, такие тела содержат многочисленные повреждения различных размеров, начиная от множественных микроскопических дефектов, как микро-расслоения, и заканчивая порами и магистральными трещинами. В некоторых условиях, как одноосное растяжение, и при некоторой геометрии, как перпендикулярное к нагрузке расположение, эти трещины безопасны, так как они не обнаруживают тенденции к расширению и являются дополнительными каналами диссипации энергии; при других же условиях и геометрии имеющиеся трещины могут оказаться неустойчивыми и вызвать быстрое (лавинное) разрушение материала. Если речь идет про хрупкие материалы, то даже малые трещины значительно снижают прочность образца. Изгиб представляет собой уже другое механическое воздействие и в таких условиях расслоения и трещины могут оказать негативное действие, вызывают сильное снижение жесткости, прочности и целостности материала, в результате которых можно неправильно интерпретировать данные испытаний на изгиб. В настоящее время популярность приобрело применение коротких балок, когда отношение длины к высоте (диаметру) менее 10, в процессе проведения испытаний на трехточечный (четырёхточечный) изгиб, известному в иностранной литературе как *short-beam method* и описанному в технических стандартах, и для указанных балок неверная интерпретация данных испытаний образца с наличием расслоений, особенно вредна.

В докладе обсуждаются возможные особенности механизма разрушения при изгибе короткой однородной алюминиевой балки и влияние их расслоений (или наличия трещин) на сценарий разрушения и снижение прочности на растяжение. В докладе для расчетов результатов влияния расслоения на образец применяются методы сопротивления материала и теории упругости. Проанализированы и сопоставлены результаты серии расчетов, сравниваются расчетные распределения напряжений полученные методами теории упругости и сопротивления материалов, НДС свободно опертой короткой балки с одиночным

продольным расслоением на нейтральной оси под действием нагрузки, приложенной в середине пролета (распределенной на узком участке верхней поверхности балки), при разных длинах расслоения. Расчеты проведены на модели испытаний трехточечного изгиба в соответствии с требованиями стандарта ASTM D 2344/2344M. Исследованы отклонения эпюр напряжений в поперечных и осевых сечениях балки от распределений напряжений, предсказываемых теорией изгиба Бернулли – Эйлера и используемых при обработке данных испытаний на трехточечный изгиб, изучена их зависимость от длины расслоения.