

Определение центра тяжести сечения при изгибе

О.Д. Жалдыбина

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия

Обоснование. Большинство поломок деталей машин и конструкций происходит вследствие усталости, под которой подразумевается постепенное накопление повреждений в материале в условиях воздействия переменных нагрузок, приводящее к возникновению усталостной трещины, ее развитию и окончательному разрушению. Чисто упругие деформации не могут вызвать усталостного разрушения, и считается, что усталость обусловлена пластической деформацией.

Одним из способов изучения микропластических деформаций является тензометрирование, позволяющее обеспечить высокую точность измерения деформаций. Неупругость в этом случае выявляется в виде петли механического гистерезиса. Ширина и площадь петли гистерезиса характеризуют соответственно неупругую деформацию и рассеянную энергию за цикл нагружения.

Цель — совершенствование методики измерения нелинейных деформаций при циклическом нагружении, повышение точности измерения при циклическом нагружении и разработка нового варианта установки для исследования петли гистерезиса.

Методы. На рис. 1 представлена схема установки для определения петли гистерезиса, а также схема включения тензорезисторов в полный измерительный мост.

При подключении тензорезисторов в измерительный мост, как показано на рис. 1, происходит вычитание из сигнала полной деформации, измеряемой тензорезистором R_1 , сигналов с трех других датчиков R_2, R_3, R_4 .

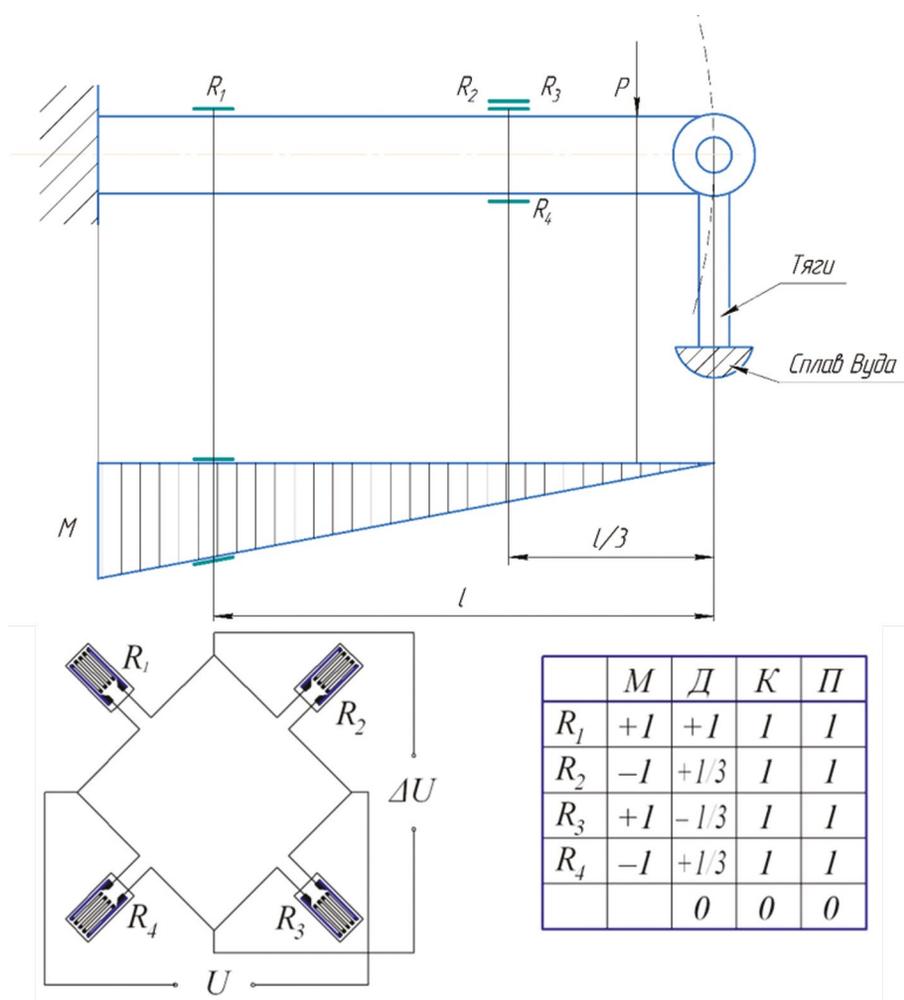


Рис. 1. Схема включения тензорезисторов в измерительный мост

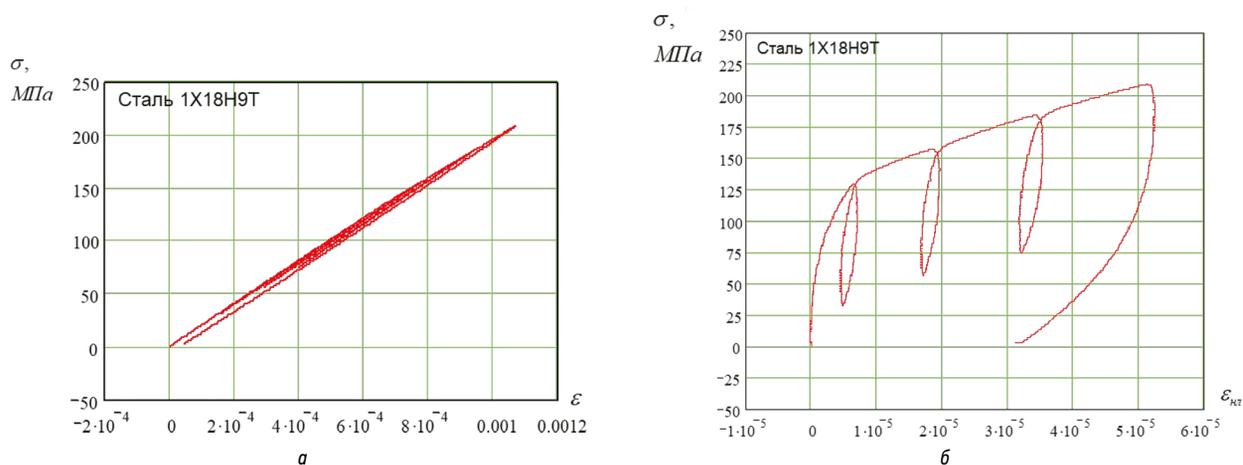


Рис. 2. График петли гистерезиса в образце из стали 1X18H9T в координатах $\sigma - \varepsilon$ (а) и график петли гистерезиса в образце из стали 1X18H9T в координатах $\sigma - \varepsilon_{пл}$ (б)

На схеме можно видеть, что для трех тензорезисторов плечо в три раза меньше, а значит, изгибающий момент, напряжение и деформация также будут в три раза меньше, но используется три датчика. Поэтому сигнал одного тензорезистора R_1 компенсируется сигналами от тензорезисторов R_2, R_3, R_4 .

Достоинством такой схемы является то, что операция выполняется в пределах измерительного моста, без использования усилителей, следовательно, точность получаемого сигнала будет достаточно высока.

При использовании схемы без вычитания линейной деформации был получен график, изображенный на рис. 2, а. При подключении датчиков с помощью измерительного моста, вычитая линейную деформацию [1], был получен график, изображенный на рис. 2, б.

Также в работе были рассмотрены причины, которые могут вызвать несовпадение наклона участка нагрузки и участка разгрузки на петле гистерезиса: смещение оси изгиба, силы трения, действующие в подшипнике, и появление продольной силы в тяге.

На рис. 3 (а) и (б) представлена разработанная установка для определения петли гистерезиса, реализующая схему четырехточечного изгиба балки.

Результаты. В ходе выполнения работы было сделано следующее:

- усовершенствована методика измерения нелинейных деформаций при циклическом нагружении;
- повышена точность измерения при циклическом нагружении, с помощью метода тензометрирования;
- разработан новый вариант установки.

Выводы. В ходе выполнения данной работы: проанализированы случаи возникновения трещин, связанные с усталостью материалов; рассмотрен метод тензометрирования, который позволяет обеспечить высокую точность измерения деформаций; реализована схема включения тензорезисторов в полный измерительный



а



б

Рис. 3. Фотография установки, вид сверху (а) и вид снизу (б)

мост и разработана установка для определения петли гистерезиса, в которой реализуется схема четырехточечного изгиба балки. Результаты исследования могут быть использованы специалистами, занимающимися вопросами прочности материалов и деталей машин при циклическом нагружении.

Ключевые слова: тензометрирование; петля гистерезиса; усталость; нелинейная деформация; четырехточечный изгиб балки; циклическое нагружение.

Список литературы

1. Мехеда В.А. О связи между нелинейными деформациями и усталостной прочностью некоторых авиационных материалов при неоднородном поле напряжений. Сборник трудов. Куйбышев: КуАИ, 1973. 205 с.

Сведения об авторе:

Ольга Дмитриевна Жалдыбина — студентка, группа 1608-240501D, Институт авиационной и ракетно-космической техники; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: olya-zhaldybina@mail.ru

Сведения о научном руководителе:

Виллий Андреевич Мехеда — кандидат технических наук; доцент кафедры космического машиностроения имени генерального конструктора Д.И. Козлова; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: villiy.mekheda@gmail.com