

ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТЫ НАГРУЖЕНИЯ НА УСТАЛОСТНУЮ ПРОЧНОСТЬ ОБРАЗЦОВ ИЗ ЛИСТОВОГО АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АМг-6М

При гармоническом нагружении частота определяет скорость возрастания и убывания нагрузки и продолжительность действия высоких уровней напряжения за цикл [4, 6]. Эти два фактора влияют на интенсивность процесса развития деформаций (упрочнение, разупрочнение, кратковременная ползучесть и др.), а также на интенсивность воздействия коррозионной среды [2, 5]. Выяснение доли влияния каждого процесса на общий результат «эффекта частоты» имеет большое практическое и теоретическое значение.

Необходимо учитывать, что повышение частоты нагружения образцов сопровождается их разогревом. При этом «эффект частоты» нейтрализуется новым фактором — нагреванием [4].

Наиболее существенное изменение выносливости большинства конструкционных материалов наблюдается при частотах нагружения в интервале от 0,1 до 10 гц [4, 8]. Увеличение частоты, как правило, приводит к повышению долговечности. Замена низкочастотных эксплуатационных нагрузок высокочастотными с целью ускорения испытаний может привести к значительной ошибке в долговечности, причем не в запас прочности.

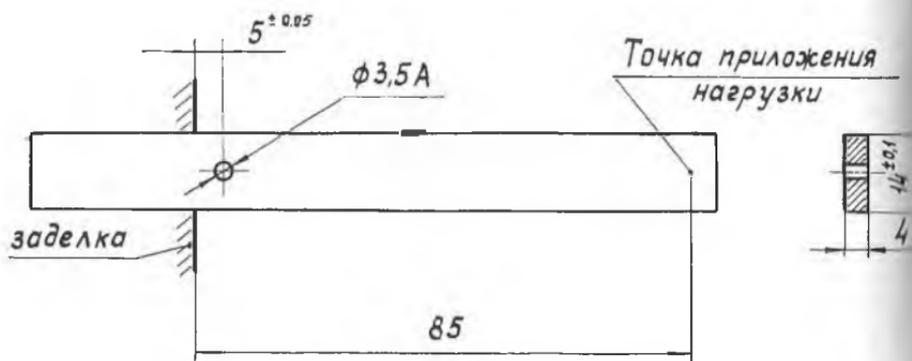


Рис. 1.

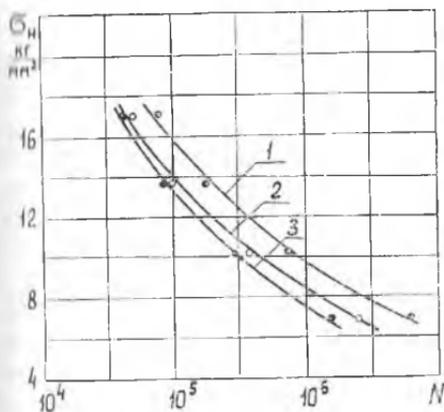


Рис. 2.

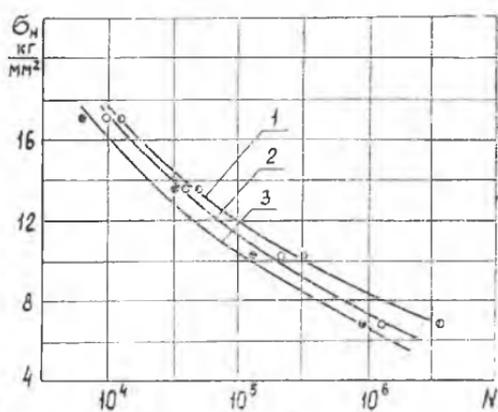


Рис. 3.

В настоящей работе представлены результаты испытаний на выносливость плоских консольных образцов (рис. 1) из листового алюминиевого сплава АМг-6М при гармоническом нагружении с частотами 3, 5 и 7 герц. Температурный фактор в выбранном диапазоне частот практически отсутствовал. Испытания проводились на воздухе, т. е. в слабой коррозионной среде.

Все образцы вырезались из одного листа так, что их продольные оси совпадали с направлением прокатки. Для снятия остаточных напряжений после механической обработки образцы отжигались в течение 1,5 часов при температуре $310 \div 335^\circ\text{C}$ и охлаждались на воздухе.

В процессе испытаний поперечным изгибом при симметричном цикле амплитуда перемещений конца образца поддерживалась постоянной. Постоянство перемещений стола электродинамического вибростенда обеспечивалось с помощью аналоговой вычислительной машины МН-7.

На каждом уровне напряжений были испытаны 14—16 образцов. Момент появления макротрещин длиной 0,05—0,1 мм фиксировался по методу красок с использованием микроскопа типа «Мир-2».

Статистическая обработка результатов усталостных испытаний была произведена на основе линейного регрессионного анализа [7]. В качестве напряжения, характеризующего уровень нагрузки, принято номинальное напряжение.

Кривые усталости по разрушению для различных частот нагружения представлены на рис. 2 и соответствуют вероятности разрушения, равной 50%. Аналогичные кривые долговечности по моменту появления видимой трещины изображены на рис. 3.

Полученные данные показывают, что долговечность образцов из листового алюминиевого сплава АМг-6М как по моменту появления видимой трещины, так и по разрушению значительно повышается

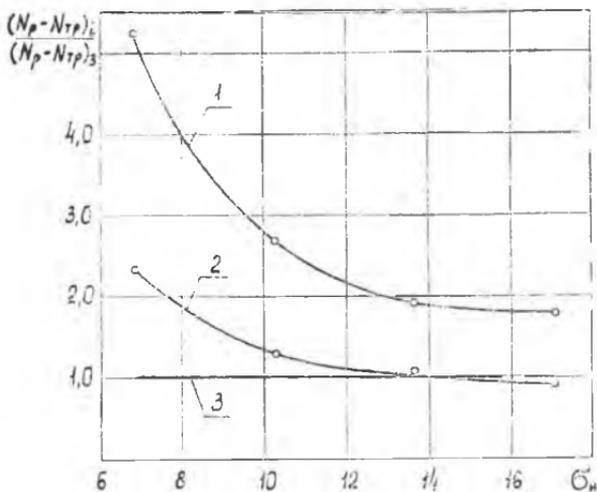


Рис. 4.

ется с увеличением частоты. Так, например, с изменением частоты от 3 до 7 гц, при уровне напряжений 6,84 кг/мм² долговечность образцов увеличилась по разрушению в 4,7 раза, по моменту появления видимой трещины — в 4,43 раза. В работе [1] для этого же сплава максимальное увеличение долговечности образцов в 1,58 раза получено при переходе с частоты испытаний 25 гц на частоту 150 гц и

уровне напряжений 24 кг/мм².

Живучесть образца с трещиной определяется разностью $N_p - N_{тр}$, где N_p — число циклов до разрушения, $N_{тр}$ — число циклов до появления видимой трещины. На рис. 4 показано изменение относительной живучести образцов в зависимости от уровня напряжений и частоты.

Повышение частоты в основном приводит к замедлению процесса развития трещины. Наибольшее увеличение относительной живучести образцов в 5,25 раза наблюдалось при напряжении 6,84 кг/мм². В качестве базовой была принята живучесть образца с трещиной при частоте 3 гц.

Качественное сравнение полученных данных и результатов работ [1], [3] показывает, что в исследованных диапазонах частот нагружений наиболее существенное влияние частоты на усталостные характеристики образцов из алюминиевого сплава АМг—6М наблюдается в низкочастотном диапазоне. Это необходимо учитывать при разработке эквивалентных режимов испытаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гриненко Н. И., Шефер Л. Г., Амелин В. И., Шулёпов Ю. Т. Экспериментальное исследование усталостной прочности сплава АМг—6М при гармоническом одноступенчатом и программном воздействиях. Сб. научн. тр. Челябинск. политехн. ин-та, № 92, 1971.
2. Карлашов А. В., Токарев В. П. К вопросу о физической природе «эффекта частоты» в процессе усталости дуралюмина на воздухе и в коррозионной среде. ФХММ, т. 7, № 4, 1971.
3. Кульбашный П. Ф. Исследование выносливости листового алюминиевого сплава АМг — 6М на частотах 2500, 7500 и 12500 гц. «Проблемы прочности», № 1, 1969.

4. Марин Н. И. Статическая выносливость элементов авиационных конструкций, М., «Машиностроение», 1968.
 5. Маричев В. А. Зависимость выносливости металлов от активности коррозионной среды и частоты циклического нагружения. ФХММ, т. 6, № 5, 1970.
 6. Ратнер С. И. Разрушение при повторных нагрузках. М., Оборонгиз, 1969.
 7. Степнов М. Н., Гиацинтов Е. В., Кобаев В. П. Статистическая обработка результатов усталостных испытаний на основе линейного регрессионного анализа. — Сб. «Проблемы прочности в машиностроении», М., Изд-во АН СССР, вып. 3, 1959.
 8. Чудновский А. Д. Влияние частоты повторных нагружений на сопротивление разрушению конструкционных сталей. Сб. статей «Экспериментальные исследования конструкционной прочности машиностроительных материалов и деталей машин», тр. ЦНИИТМАШ, книга 109, М., «Машиностроение», 1967.
-
-