

УДК 539.434

А.Г.Капсаров, н.с.;
И.Г.Довгялло, доц.;
С.Е.Бельский, асс.;
Д.А.Горновский, инж.

**ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТЫ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ НА
ЦИКЛИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ТРУБОПРОВОДОВ
ДОПОЛНИТЕЛЬНО НАГРУЖЕННЫХ ВНУТРЕННИМ
ГИДРОСТАТИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ**

The results of fatigue tests of hollow tubular specimens from annealed 10 and 40X Steels, D16 aluminium alloy and Cu M1 at longitudinal in the frequency range 0,15-17,8 kHz and various levels of inside hydraulic pressure are given.

В настоящее время многие процессы в технологии лесозаготовок выполняются специальными машинами, рабочие органы которых приводятся в движение в основном с помощью гидроприводов. Для обеспечения их надежности и долговечности при минимальных коэффициентах запаса необходимо в расчетах на прочность гидросистем (цилиндров, штоков, трубопроводов) учитывать весь комплекс воздействий, включающий не только статические нагрузки, но и вибрацию различной частоты и интенсивности, которая неизбежна при эксплуатации подобной техники. Эта задача не может успешно решаться без эффективных средств и методов усталостных испытаний. Традиционные (низкочастотные) способы существенно снижают оперативность получения необходимых прочностных характеристик. Известные высокочастотные методы позволяют на один-два порядка сократить время наработки информации о циклической долговечности, однако методика ускоренных испытаний материалов при сложных схемах нагружения в широком диапазоне частот разработана еще не достаточно.

Для исследования влияния частоты продольных механических колебаний на циклическую прочность элементов трубопроводов из сталей 10 и 40X, меди М1, а также сплава Д16 нами разработан и введен в эксплуатацию испытательный комплекс с приборным обеспечением, позволяющий осуществить нагружение полых моделей как при симметричных, так и асимметричных циклах в диапазоне частот от 17,9 до 0,15 кГц. Ассиметрия цикла создавалась с помощью изготовленного нами оригинального гидростенда и акустогидравлических устройств для усталостных испытаний [1-3].

Испытания проводились на четырех фиксированных частотах (0,15; 2,8; 8,8; 17,9 кГц) осевого растяжения - сжатия и разных уровнях статического эквивалентного напряжения, $\sigma_{\text{ЭК}}^{\text{ст}}$ подсчитанного по теории энергии формоизменения для толстостенных цилиндрических образцов ($d=5\text{мм}$, $d=8\text{мм}$).

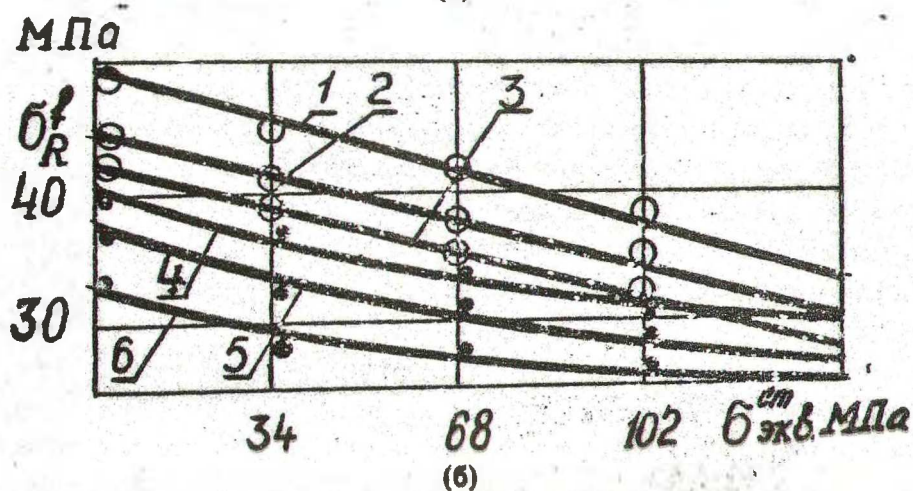
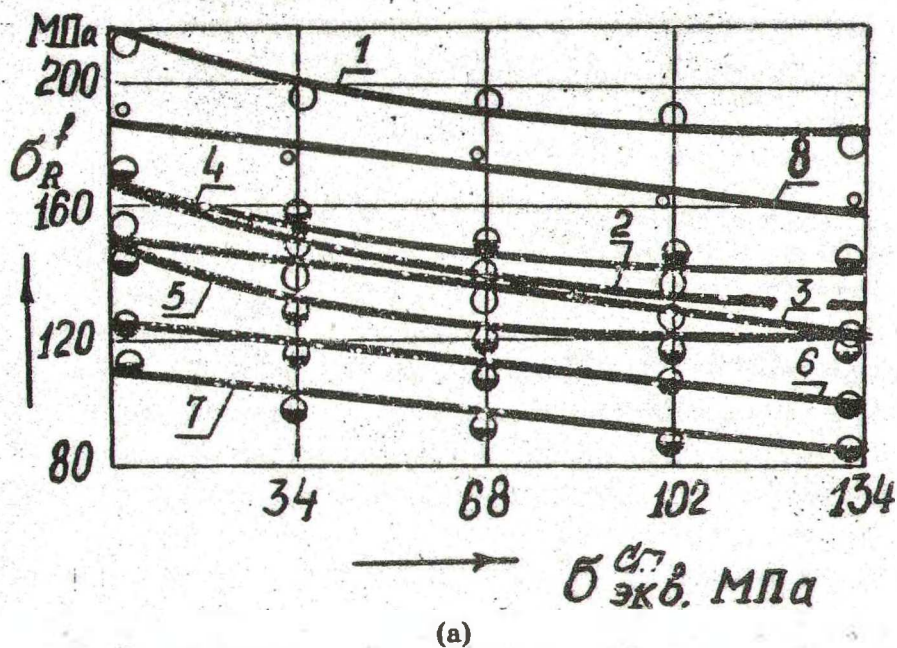


Рис.1. Влияние частоты нагружения на характеристики усталости трубчатых моделей из сталей 10, 40X (а); меди М1, сплава Д16 (б) при дополнительном трехосном растяжении
 а) 1-3,8 - сталь 40X; 4-7 - сталь 10; 1,4 - 17,9 кГц; 2,6 - 2,8 кГц; 3,7 - 0,15 кГц; 5,8 - 8,8 кГц. б) 1-3 - сплав Д16; 4-6 - медь М1; 1,4 - 17,9 кГц; 2,5 - 2,8 кГц; 3,6 - 0,15 кГц.

Как видно из приведенных результатов (рис.1), увеличение частоты нагружения от 0,15 до 17,9 кГц при $\sigma_{эк}^{ст} = 0$ для всех исследованных материалов приводит к монотонному повышению пределов выносливости. Так, если предел выносливости у стали 40Х и меди М1 на частоте 17,9 кГц составил 220 и 40 МПа, то на частоте 0,15 кГц эта характеристика уменьшилась до 164 и 33 МПа соответственно. Аналогичные зависимости получены и на других материалах.

Величина $\sigma_{эк}^{ст}$, в нашем случае не превышающая 70% от предела текучести исследуемых материалов, также оказывала существенное влияние на усталостную долговечность. Так, наблюдалось снижение предела выносливости с ростом эквивалентных статических напряжений. Например, при $\sigma_{эк}^{ст}$ для стали 10, равном 68, 102 и 134 МПа на всех частотах величина предела выносливости уменьшилась на 20, 25 и 30 МПа соответственно (рис.1). Уменьшение этой характеристики у медных образцов составило 4, 8 и 10 МПа при $\sigma_{эк}^{ст} = 34, 68,$ и 102 МПа соответственно. Качественно аналогичные изменения произошли и у других материалов.

Таким образом, влияние гидроподнагрузки при эквивалентном статическом напряжении, меньшим пределом текучести на предел усталости, в исследованном диапазоне частот приблизительно одинаково. Это позволяет прогнозировать низкочастотные усталостные характеристики при различных коэффициентах асимметрии цикла по результатам высокочастотных исследований, значительно сокращая время и трудоемкость испытаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Капсаров А.Г., Довгялло И.Г., Борд В.И., Зайцев А.В. Комплекс устройств для ускоренных испытаний трубопроводов гидросистем на усталостную долговечность//Сб. научн. тр./Высшая школа.- Мн. 1991 г. - Технология и оборудование заготовки и переработки древесины/ - Вып 6. - С. 19-24.
2. А.с. 1404886 СССР, МКИ G 01 3/32. Устройство для испытаний полых образцов на усталость.
3. А.с. 1486870 СССР. МКИ G 01 3/32. Устройство для усталостных испытаний.