

Решая дифференциальное уравнение (9) относительно dy/dx , можно определить направление прорези в зависимости от внешних нагрузок и угла поворота кулисы.

Для расчета полного профиля прорези задаемся начальными значениями x_0 и y_0 (начало прорези). По этим значениям из уравнений связи (2) и (3) определяем углы α_0 и β_0 и соответствующие значения моментов $M_{кул}$ и $M_{кр}$, если примем, что они зависят от положения звеньев. Затем из уравнения (9) находим значение производной dy/dx , определяющей направление прорези. Итак, последовательно проходим от α_0 до конечного значения $\alpha_{кон}$. Вышеописанный алгоритм положен в основу написания программы для ЭВМ по расчету профиля прорези кулисы конкретного механизма. Варьируя значением начального угла β_0 (начало прорези) при неизменных R и L , получим поле возможных профилей прорези, удовлетворяющих заданным внешним нагрузкам $M_{кул}$ и $M_{кр}$ (рис. 3).

Литература

1. А.с. 459391 СССР, Кл. В 65 Г 43/38. Устройство для поштучной выдачи бревен.
2. Старжинский В.М. Теоретическая механика. М., 1980.

УДК 620.169.2:53.092

А.Г.КАПСАРОВ, И.Г.ДОВГЯЛЛО,
канд-ты техн. наук, В.И.БОРД, А.В.ЗАЙЦЕВ (БТИ)

КОМПЛЕКС УСТРОЙСТВ ДЛЯ УСКОРЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ТРУБОПРОВОДОВ ГИДРОСИСТЕМ НА УСТАЛОСТНУЮ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Трубопроводы гидросистем лесных машин в ряде случаев подвергаются усталостному разрушению. Наиболее достоверную информацию об их циклической долговечности традиционно получали путем натурных или лабораторных испытаний в диапазоне реальных нагрузок, как правило, на низких частотах нагружения, что существенно снижало оперативность прогноза.

Отсутствие качественно различных механизмов усталости материалов как для звукового, так и для ультразвукового диапазона частот при соответствующем поддержании режима охлаждения [1] вызывает особый интерес к исследованиям усталостной долговечности элементов трубчатых систем при высоких частотах нагружения и значительных гидростатических давлениях. С этой целью была создана гамма устройств, позволяющих корректное определение влияния скорости циклического воздействия на характеристики сопротивления усталости сплавов на основе железа, меди и алюминия при асимметричных циклах нагружения, создаваемых гидропод нагрузкой. Во всех устройствах использован единый унифицированный по размерным параметрам образец-трубка, связанный с помощью концентратора и согласующих волноводов с магнитострикционными стенками, работающими на резонансных частотах 17,9, 8,8 и 2,8 кГц. В каналах гидравлической аппаратуры предусмотрены единая конфигурация внутренней полости и объем жидкости, взаим-

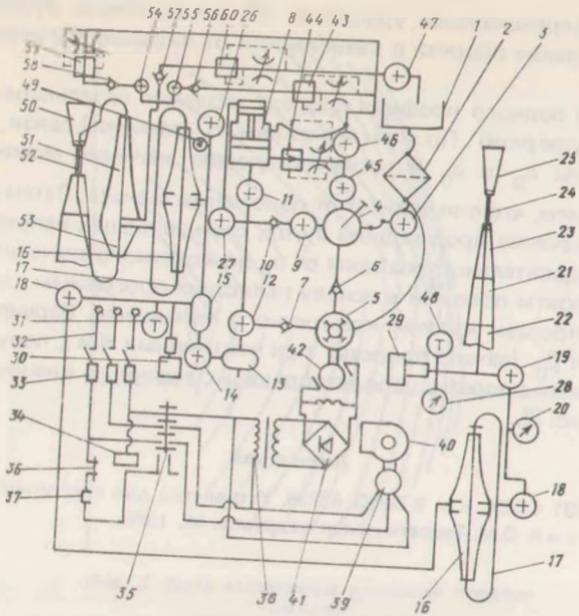


Рис. 1. Гидравлическая схема стенда высокого давления

модействующей с внутренней поверхностью образца, а также система механоакустических разделителей, отделяющих нагружаемый образец от корпуса установки и гидростенда.

Гидростенд (рис. 1) собран на передвижном металлическом каркасе и включает герметичный гидробак 1, фильтр 2, связанный через кран 3 с ручным насосом 4, который соединяется с мультипликатором 8 как плунжерным насосом 5 через обратные клапаны 6 и 7, так и автономно через краны 9, 10 и 11. Из отвода ручного насоса при открытых кранах 9 и 12 рабочая жидкость поступает в гидроаккумулятор 13, а оттуда через кран 14 — на гидроаккумулятор 15 и концентраторы гидроакустического разделения 16. Последние через трубопровод 17 и дублированные игольчатые краны 18 и 19 параллельно манометру 20 связаны с устройством для усталостных испытаний 21 [2, 3]. На представленной схеме это устройство установлено на торце концентратора 22, колебания которого передаются на согласующий элемент 23 и герметично закрепленный на нем образец 24. Верхний торец образца связан с согласующим элементом 25, который служит акустическим отражателем и верхней опорой (закрепление не показано).

Для создания давлений до 80 МПа при закрытых кранах 9, 11, 26 и 27 ручной насос 4 связан с плунжерным насосом 5 и далее через кран 12 — с гидроаккумулятором 15, используемым для компенсации микроутечек. После достижения требуемого уровня давления, фиксируемого манометром 28 и тензометром 29, краны 18 и 14 перекрываются.

В целях получения более высоких давлений (до 200 МПа) краны 9 и 27 перекрываются, и через открытые краны 12 и 11 рабочая жидкость поступает

в мультиликатор 8 и далее через кран 26 – в гидроаккумулятор 15. При закрытых кранах 14, 11 и 18 через краны 12 и 27 происходит повторное заполнение выходной полости мультиликатора с переводом его поршня в исходное положение, после чего процесс повторяется. Температура и давление при этом определяются тензометром 30 и термопарой 31.

Привод плунжерного насоса осуществляется от внешнего источника 32 через предохранители 33 с помощью магнитного пускателя, оснащенного катушкой соленоида 34, клеммами 35, кнопками "Пуск" 36 и "Стоп" 37. Пускатель одновременно подключает трансформатор 38 и привод 39 вентилятора 40. С помощью кремниевого выпрямителя 41 приводится во вращение двигатель постоянного тока 42.

Для предохранения гидроаппаратуры от гидроударов и вибраций при сливе рабочей жидкости из трассы нагнетания при открывании крана 46 предусмотрен дроссель с регулятором давления 44, действующий при закрытом кране 45 либо при открытых кранах 46 и 47. При открытом кране 45 возможен также возврат поршня мультиликатора в исходное положение от ручного насоса.

Контроль параметров рабочей жидкости осуществляется дифференцированно по манометрам 20 и 28, а также с помощью герметично установленной термопары 48. Предельный уровень достижимых температур и давлений определяется по термопаре 31 и манометру 49.

Описанная гидросхема для уровня давлений до 80 МПа способна также работать в проточном режиме при соответствующем дросселировании не более 5 л/мин. С этой целью предусмотрено специальное устройство для усталостных испытаний 50 с акустическим разделяющим трансформатором 51 и образцом 52. Рабочая жидкость подается при закрытом кране 18 через внутренние каналы 53 акустического трансформатора, пройдя через трубчатый образец при открытых (вместе или в отдельности) на слив кранах 54, 55 и 47, минуя параллельно подключенные обратные клапаны 56, 57, 58 и дроссели с регулируемым давлением 59, 60 и 43, настроенные соответственно на требуемый диапазон давлений. Для достижения минимального расхода эти дросселирующие устройства могут коммутироваться последовательно.

Акустическая часть устройства для проведения испытаний на ультразвуковой частоте 17,8 кГц (рис. 2,а) собрана из полуволновых элементов на базе магнитострикционного преобразователя ПМС-15А-18, связанного с концентратором высокочастотных колебаний 1, а также с оппозиционным ему ступенчатым отражателем 2 и втулкой акустического разделения 3. При этом отверстие образца 4 сообщается с осевым сверлением концентратора посредством капиллярной вставки 5, через которую в полость образца вводится термопара 6. К узловой плоскости концентратора А–А подключена гидроаппаратура 7. Для повышения устойчивости системы в конструкции стенда использован внешний опорный элемент 8, фиксирующий втулку 3 путем введения в другой узловую плоскость Б–Б установочного болта 9, проходящего в шпоночный паз элемента через подшипник 10. Особенность работы разделительной втулки 3 заключается в том, что она понижает нескомпенсированные в узловой плоскости С–С высокочастотные колебания с эффектом их обратного отражения. Концентратор 1 выполнен в трех модификациях, обеспечивающих различные значения коэффициента усиления по скорости колебательного перемеще-

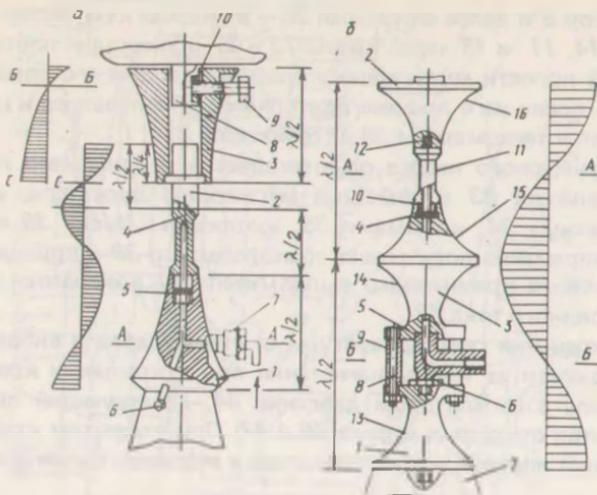


Рис. 2. Устройства для проведения ускоренных испытаний на усталость:
а — на частоте 17,8 кГц; б — на частоте 2,6 кГц

ния, линейно связанных с вибрационными напряжениями, действующими в расчетной точке образца.

В акустической цепочке для испытаний на частоте 8,8 кГц, наряду с унифицированным образцом, дополняя его до полуволны, использованы согласующие элементы конической формы, связанные с одной стороны с отражателем, а с другой — с промежуточным полым волноводом полуволновой длины для создания гидропод нагрузки и корректного ввода в образец рабочей жидкости. В свою очередь волновод соединен с ампульно-ступенчатым концентратором.

Конструкция устройства для проведения испытаний на частоте 2,8 кГц [2] предусматривает двухполуволновую колебательную систему (рис. 2, б), состоящую из крайних 1 и 2 элементов и центрального 3 согласующего элемента с каналом 4, который соединен со штуцером 5, подкрепленным гайкой 6. Крайний элемент 1 связан с концентратором 7 и через облегченные осевые отверстиями 8 стержни 9 с центральным элементом 3, на верхнем торце которого 10 герметично, акустически плотно устанавливается образец 11, фиксирующийся в крайнем согласующем элементе 2 с помощью резьбового соединения 12. Следует отметить зеркальность всех сопряженных относительно плоскостей А-А и Б-Б согласующих элементов. Так, катеноидальные образующие 13 и 14, а также 15 и 16 попарно симметричны. Эпюра колебательного смещения показывает, что указанные плоскости являются узловыми сечениями, в одном из которых находится штуцер 5, обеспечивающий акустически корректное соединение вибрирующей системы с жестким трубопроводом. После достижения требуемого уровня давления и выдержки системы на релаксацию монтажных напряжений включается вибратор. Сочетание статического и динамического нагружения приводит к требуемому уровню сложного напряженного состояния в образце, под действием которого происходит усталостное и кавитационное повреждение.

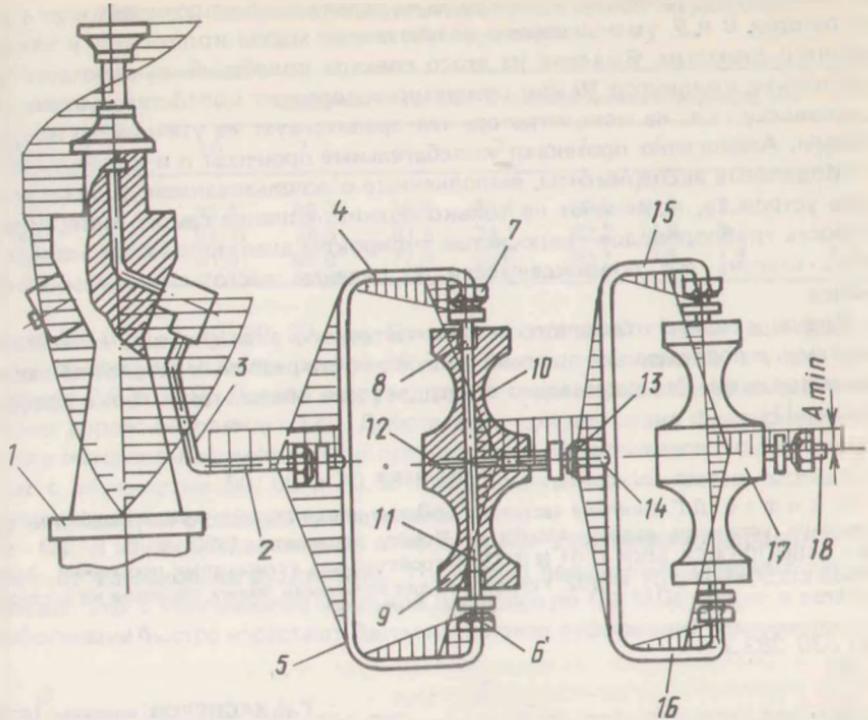


Рис. 3. Устройство разделения и гашения акустических колебаний

В целях предотвращения неучтенных потерь колебательной энергии, а также стабилизации режима вибрационного и статического нагружения были использованы дополнительные акустогидравлические разделители [3], схематически изображенные на рис. 3. Разделитель включает концентратор 1, на котором установлен образец с согласующими элементами. Трубопровод 3, прижатый с акустическим контактом к поверхности концентраторов, переходит в плоскости колебательного смещения в две симметрично разделенные ветви 4 и 5, которые посредством штуцеров 6 и 7 вводятся в меньшие по диаметру основания полуволновых концентраторов 8 и 9, соединенных большими основаниями в коллектор 10 с осевым 11 и радиальным 12 каналами. Штуцер 13 присоединяет отвод 14 к ветвям 15 и 16 следующего цикла понижения амплитуды акустических утечек. Коллектор 17 с отводом 18 непосредственно сообщается с гидроаккумулятором. После подачи рабочей жидкости и включения вибратора в концентраторе устанавливается механизм стоячих волн. Узел колебательного смещения при этом приходится на координату присоединенного отвода 2. При искажениях настройки системы в трубопроводе возбуждается колебательное смещение. При этом изгибные колебания компенсируются благодаря жесткому закреплению узла концентратора 1 и коллектора 10, а продольные колебания трубопровода – в оппозиционно направленных ветвях устройства. Прогрессирующая с ростом частотной расстройки продольно-волнового

вая компонента, примерно синхронная на ветвях 4 и 5 и противофазная в концентраторах 8 и 9, уменьшается с возрастанием массы коллектора к сечению большего диаметра. Выделяя из этого спектра колебаний высокочастотную компоненту, коллектор 10 как резонатор возвращает колебательную энергию к источнику, т.е. на концентратор, что препятствует ее утечкам за пределы системы. Аналогично протекают колебательные процессы и в коллекторе 17.

Модельные эксперименты, выполненные с использованием данного комплекса устройств, позволяют не только оценить влияние самого материала на усталость трубопроводов гидросистем в широком диапазоне частот, но и определить степень его повреждаемости по падению частоты продольного резонанса.

Время каждого отдельного высокочастотного эксперимента исчисляется минутами, с последующей оценкой долговечности реальных деталей по известным методикам. Это радикально сокращает как объем, так и сроки проектирования [1].

Литература

1. Кофто Д.Г. Влияние частоты и асимметрии циклического нагружения на сопротивление усталости сплава АМгБН // Пробл. прочности. 1990. № 2. С. 101–106.
2. А.с. 1486870 СССР, МКИ G 01 N 3/32. Устройство для усталостных испытаний. З. А.с. 1404886 СССР, МКИ G 01 N 3/32. Устройство для испытаний полых образцов на усталость.

УДК 630^{*}383.3

Г.И. КАСПЕРОВ, инженер (БТИ)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА В КОНСТРУКЦИЯХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Для лесовозных автомобильных дорог наиболее распространен нежесткий тип покрытия дорожных одежд. При проектировании и конструировании дорожных одежд по упругому прогибу [1] необходимо знать прочностные свойства дорожно-строительных материалов конструктивных слоев.

Нами исследуется целесообразность применения в дорожном строительстве отходов Бобруйского гидролизного завода — гидролизного лигнина. Являясь крупнотоннажным отходом производства, гидролизный лигнин не находит должного применения в народном хозяйстве республики. Находясь в отвалах на открытой территории, он отрицательно влияет на экологию района. Так как гидролизный лигнин — это продукт термохимической переработки древесных опилок, то можно предположить, что он может служить материалом для устройства теплоизоляционных слоев дорожных одежд.

Являясь конструктивным слоем дорожных одежд, гидролизный лигнин воспринимает нагрузки от вышележащих слоев дорожной одежды, подвижных нагрузок. Поэтому он должен иметь необходимую прочность, определяемую условиями его применения. Для изучения деформативных свойств гидролизного лигнина были проведены лабораторные исследования образцов на приборе КПр 1. Использовали одометры высотой 5 см с внутренним диаметром 8,8 см и площадью штампа 60 см². Нагрузку на штамп прикладывали ступенями и величиной 0,05; 0,10; 0,15; 0,20 и 0,25 МПа; деформации фиксировали