

чений параметра  $B$  из полученного для него интервала значений, выбираем то значение параметра  $B$ , которое обеспечивает бесрывную работу на рабочем режиме при минимальном значении коэффициента передачи.

После определения величины параметра демпфирования можно, задавшись радиусом демпфера, определить длину короткого  $L_k = \delta \sqrt[3]{\frac{2 B_k M \omega_p}{\mu R}}$  или длинного  $L_{дл} = \frac{B_{дл} M \omega_p}{6 \mu} \left(\frac{\delta}{R}\right)^3$  демпфера.

Если в результате расчетов величина демпферного зазора окажется больше величины зазоров в проточной части двигателя или в уплотнениях, то в конструкции демпфера необходимо предусмотреть ограничитель колебаний.

## Л и т е р а т у р а

1. Моухен, Хан. Расчет демпфирующих опор со сдвигаемой пленкой для жестких роторов. — Конструирование и технология машиностроения, М., «Мир», сер. В, 1974, № 3, с. 160—168.
2. Бурговиц А. Г., Завьялов Г. А. Устойчивость движения валов в подшипниках жидкостного трения. М., «Машиностроение», 1964, 148 с.

УДК 629.7.018

А. Г. Конев, В. И. Санчугов

## УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТОВ И УСТРОЙСТВ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Значительную долю затрат времени при доводке гидравлических агрегатов и систем авиационных изделий составляют экспериментальные исследования их частотных характеристик. Универсальное стендовое оборудование для таких исследований серийно не изготавливается. Вместе с тем применение универсального оборудования позволяет не только увеличить точность полученных результатов, но и значительно сократить трудоемкость проведения исследований.

К основным техническим требованиям, предъявляемым к универсальному стенду для исследования собственных характеристик гидравлических объектов, следует отнести:

получение статических параметров рабочего потока жидкости, необходимых в процессе испытаний;

обеспечение требуемого частотного диапазона возбуждения гармонических колебаний с заданной амплитудой;

независимое регулирование статических и динамических параметров рабочего потока.

В связи с перечисленными выше требованиями и на основе опыта проведения экспериментальных работ блок-схема универсального стенда должна иметь вид, показанный на рис. 1. Гидравлическая часть стенда состоит из следующих блоков.

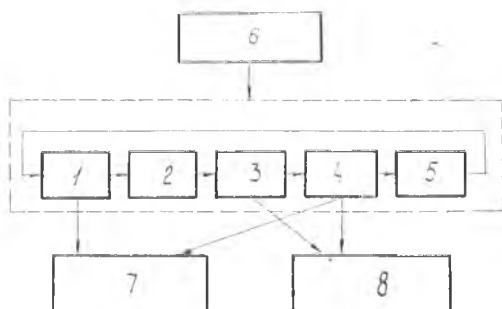


Рис. 1. Блок-схема стенда

Блок подготовки рабочей жидкости 1, предназначен для обеспечения требуемых статических параметров потока жидкости и, как правило, представляет собой насосную станцию с устройствами хранения, очистки, охлаждения рабочей жидкости и распределительной аппаратурой.

Устройство акустической развязки 2 стендовой системы, служит для устранения влияния динамических процессов в насосной станции на последующие блоки и обратного влияния генератора колебаний жидкости на работу насосной станций. Оно может быть выполнено в виде емкости большого объема, регулируемого дросселя, гасителя колебаний.

Блок генератора колебаний 3 должен обеспечивать возбуждение колебаний рабочей жидкости с заданными параметрами. Он состоит из собственно генератора и устройств, предназначенных для регулирования амплитуды и частоты колеба-

ний, а также стабилизации формы генерируемого сигнала и приближения ее к гармонической. Такими устройствами могут быть дроссели, акустические фильтры и резонаторы. В качестве генератора колебаний могут применяться плунжерные или «сиренные» гидропульсаторы.

В качестве объекта испытаний 4 могут применяться как проточные, так и безрасходные элементы и устройства гидравлических систем, например: диафрагмы, жиклеры, трубопроводы, клапаны, регуляторы.

Необходимость и назначение блока граничных условий 5 на выходе исследуемого объекта объясняется тем, что пульсационное состояние стендовой системы в процессе испытаний определяется не только собственными характеристиками объекта испытаний, а и совокупностью всех входящих в данную систему элементов. В связи с этим основная трудность определения собственных характеристик объектов испытаний заключается в выделении их из полученных экспериментальных данных. Поэтому для повышения точности результатов исследований и уменьшения трудоемкости обработки экспериментальных данных необходимо на выходе исследуемого объекта с высокой точностью реализовать заданные граничные условия. С практической точки зрения наибольший интерес представляют собой граничные условия с импедансами: близким к нулю, с бесконечным значением или с активным, не зависящим от частоты и амплитуды колебаний, значением. Такие условия реализуются соответственно с помощью большой емкости, закрытого выхода объекта, гладкого цилиндрического трубопровода большой протяженности.

Система управления стенда 6 предназначена для настройки и стабилизации работы агрегатов стенда в заданном режиме при проведении испытаний. Она представляет собой необходимый комплекс устройств, определяемый типом выбранного гидравлического и электрического оборудования.

Система контроля статических параметров 7 служит для контроля и регистрации статического давления, расхода и температуры рабочей жидкости и включает в себя соответствующие датчики и регистраторы.

Система измерения и регистрации динамических параметров 8 представляет собой комплекс приборов для измерения мгновенных, средних и эффективных значений отдельных составляющих полигармонического процесса колебаний давления, частот составляющих спектра колебаний, фазовых соот-

ношений между мгновенными значениями гармонических составляющих давления и расхода жидкости.

В соответствии с приведенной выше блок-схемой в лаборатории № 1 КуАИ построен и успешно используется универсальный стенд для исследования частотных характеристик элементов и устройств гидравлических систем авиационной техники. Схема основных магистралей стенда показана на рис. 2. Нестандартные узлы стенда: 1 — емкость переменного объема, 2 — гидропульсатор, 3 — цилиндрический трубопровод большой протяженности.

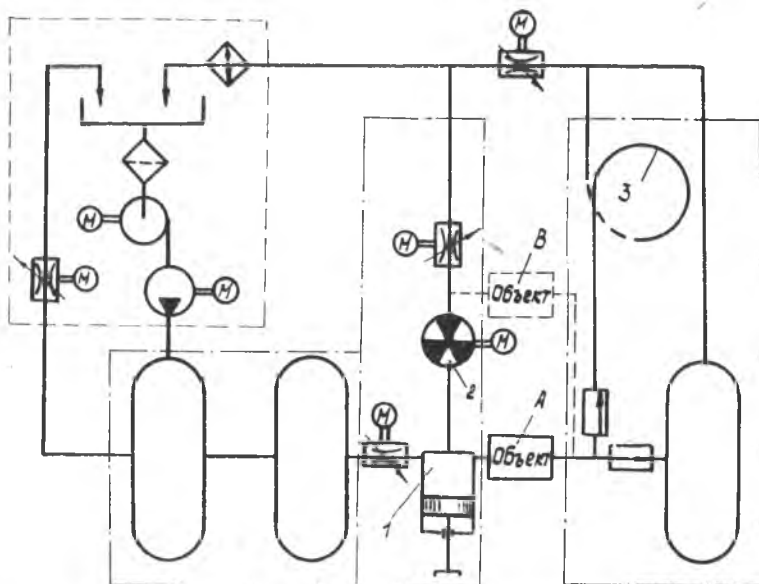


Рис. 2. Гидросхема основных магистралей универсального стенда

Основные технические данные стенда,

Рабочая жидкость АМГ-10; диапазон изменения статического давления —  $0 \div 13$  МПа; статический расход жидкости —  $0 \div 2, 2 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>/с; диапазон регулирования температуры рабочей жидкости —  $15 \div 85^\circ\text{C}$ ; диапазон плавной регулировки амплитуды колебаний давления —  $0 \div 3$  МПа; диапазон регулирования частоты колебаний давления —  $50 \div 1200$  Гц; закон колебаний рабочей среды — близкий к гармоническому; регу-

лирование амплитуды и частоты колебаний, и также среднего давления и расхода — независимое.

Разработанный и используемый во время экспериментальных исследований генератор колебаний состоит из корпуса, внутри которого размещены втулка и вращающийся во втулке вал. Во втулке и корпусе выполнены отводящий и подводящий радиальные каналы, образующие острую кромку на внутренней поверхности втулки. На боковой поверхности вала, на участке, расположенном против радиальных каналов втулки, выполнены равнорасположенные по образующей лыски. При вращении вала во втулке осуществляется периодическое дросселирование потока жидкости, протекающего по выемкам вала и радиальным каналам втулки. При этом конфигурация выемок на валу генератора определяет форму кривой давления на выходном и входном участках, а перепад постоянной составляющей давления — амплитуду колебаний. Специальное профилирование выемок на валу генератора обеспечивает получение колебаний жидкости, близких к гармоническим. Приводом вала генератора служит электродвигатель постоянного тока.

Независимое поддержание статических и динамических параметров рабочего потока в процессе экспериментов обеспечивается при различных схемах подключения генератора колебаний и исследуемого объекта к стендовой системе.

Если в процессе испытаний необходимо обеспечить высокие значения среднего давления и расхода рабочей жидкости, генератор колебаний и исследуемый объект размещаются в стендовой системе параллельно (положение *A*). Статические составляющие давления и расхода рабочей жидкости при этом устанавливаются блоком подготовки жидкости и дросселированием потока в блоке граничных условий. Амплитуда генерируемых колебаний регулируется дросселем на выходе генератора.

Если испытания объекта могут быть проведены при малых средних значениях давления и расхода, генератор колебаний включается последовательно с объектом (положение *B*). В этом случае независимое регулирование среднего давления, расхода и амплитуды колебаний обеспечивается совместной работой насосной станции и дросселями на входе в генератор и на выходе блока граничных условий.

Емкость переменного объема *I* служит для гашения высокочастотных составляющих спектра генерируемых колебаний и приближения формы сигнала к гармонической. Кроме того,

с каналом, соединяющим ее с устройством акустической развязки, она образует резонансный контур. В том случае, когда собственная частота резонансного контура совпадает с основной частотой, возбуждаемой генератором на входе в исследуемый объект, достигается гармоническая форма сигнала и значительно увеличивается амплитуда колебаний жидкости.

Стендовое оборудование, выполненное в соответствии с предложенной блок-схемой, может быть использовано при исследовании частотных характеристик различного типа клапанов фильтров, регуляторов, генераторов и гасителей колебаний, а также распределительной арматуры.

УДК 639.822

В. Н. Самсонов, И. П. Токарев

### **ВЫБОР РАЗГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВИБРАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И ИХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

В настоящее время проблема разгрузки стола вибростенда от статической составляющей нагрузки (веса объекта) с помощью специальных разгрузочных устройств становится все более актуальной. Это связано с необходимостью наземных динамических испытаний изделий больших масс, таких, как летательные аппараты и их двигатели. Имеющихся в литературе сведений недостаточно для создания эффективных разгрузочных устройств вибростендов (РУВ). Однако широко освещены вопросы исследования устройств, им родственных, таких, как подвески транспортных средств, амортизаторы, виброгасящие опоры и т. д., конструктивные схемы и методики расчета которых могут быть положены в основу разработки и проектирования РУВ.

Для того, чтобы иметь возможность выбирать тип опор или подвесок, пригодных для задач разгрузки, а также синтезировать новые конструкции, необходимо определить требования к РУВ. Очевидно, что основное требование к этим устройствам диктуется их назначением и заключается в обеспечении надежной и полной разгрузки стола вибростенда от ста-