

теории количественной оценки голографических интерферограмм / В кн.: Оптико-когерентные информационно-измерительные системы. – Харьков, 1977.– С.55–60. **17. Капустин А.А.** Количественная оценка голографических интерферограмм с помощью спекл-интерферометрии в прочностных исследованиях / В кн.: Оптико-когерентные информационно-измерительные системы. – Харьков, 1977.– С.149–154. **18. Капустин А.А.** Исследование и применение методов спекл-интерферометрии, использующих голографические изображения. – Автореф. дис. канд. техн. наук. – М.: МФТИ, 1981. – 24 с. **19. Капустин А.А., Каледин В.О., Мажура С.О., Рассоха А.А.** О связи методов голографической интерферометрии со спекл-интерферометрией / В кн.: Физические основы голографии. – Л.: ЛИЯФ, 1979.– С.184–194. **20. Капустин А.А., Рассоха А.А.** Спекл-интерферометрический подход к расшифровке голографических интерферограмм / В кн.: Тезисы докл. III Всесоюзной конф. по голографии. – Ульяновск, 1978.– С.125–126. **21. Ткачук Н.А., Веретельник Ю.В.** К вопросу анализа и синтеза элементов биомеханических систем // Вісник Національного технічного університету “ХПИ”. Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Динаміка і міцність машин. – Харків: НТУ “ХПИ”, 2004.– № 31. – с.149-152. **22. Веретельник Ю.В.** Модели элементов биомеханических систем: решение прямых и обратных задач. Механіка та машинобудування // Науково-технічний журнал.– Харків: НТУ “ХПИ”, 2004.– № 2. – с.63-67.

Поступила в редколлегию 12.11.2005

УДК 629.1.032.531.3

С.Н. ВОРОНЦОВ, канд. техн. наук, НТУ “ХПИ”

О.П. ДОБРАНИЦА, канд. техн. наук, **С.П. ПАВЛОВ**, канд. техн. наук,
ВІВВ МВД України

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРАВЛИЧЕСКОГО БУФЕРА СО СТУПЕНЧАТОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ

Представлено результати експериментального дослідження характеристик гідравлічного буфера із ступінчастою характеристикою. Показано, що математична модель із достатнім ступенем точності описує його роботу.

Results of an experimental research of performances hydraulic buffer with step performance are submitted. It is shown, that the mathematical model with a sufficient degree of an exactitude describes his operation.

Одним из путей обеспечения нелинейности подвески, оказывающей благоприятное влияние на плавность хода транспортного средства, является применение демпфирующего гидравлического буфера (ГБ), вступающего в работу в конце динамического хода опорного катка [1].

Усилие на штоке ГБ с учётом сжатия жидкости определяется исходя из давления в полости прямого хода:

$$\frac{dp_1}{dt} = \frac{1}{V_{\text{см}} \frac{a}{\left(b + a \frac{1}{p_1}\right) p_1^2} + V_{\text{см}} \psi(p_1)} \left[\frac{dV_{\text{см}}}{dt} - Q_{\text{д}\Sigma} \right],$$

где p_1 – давление жидкости в полости прямого хода;

$V_{\text{см}}$ – объем гидровоздушной смеси, который зависит от положения штока и в момент времени t определяется из соотношения

$$V_{\text{см},t} = F_1(x_{\text{max}} - x) + V_{\text{п}},$$

где x_{max} – максимальное перемещение штока;

x – положение штока в момент времени t ;

$V_{\text{п}}$ – объем пространства в полости прямого хода, заполненного рабочей смесью при крайнем положении штока;

F_1 – площадь штока;

a, b – коэффициенты, определяющие плотность гидровоздушной смеси в зависимости от температуры и давления жидкости;

$\psi(p_1)$ – коэффициент податливости гидровоздушной смеси;

$Q_{\text{д}\Sigma}$ – суммарное значение расхода жидкости через дросселирующие отверстия, которое определяется в зависимости от хода штока.

Давление жидкости в полости обратного хода p_2 определяется начальным давлением жидкости p_0 и давлением, создаваемым усилием возвратной пружины.

В качестве опытного образца для проверки достоверности математической модели был использован ГБ производства ОАО “ХТЗ”. Его общий вид, конструкция и основные характеристики приведены соответственно на рис. 1 и в табл. 1.

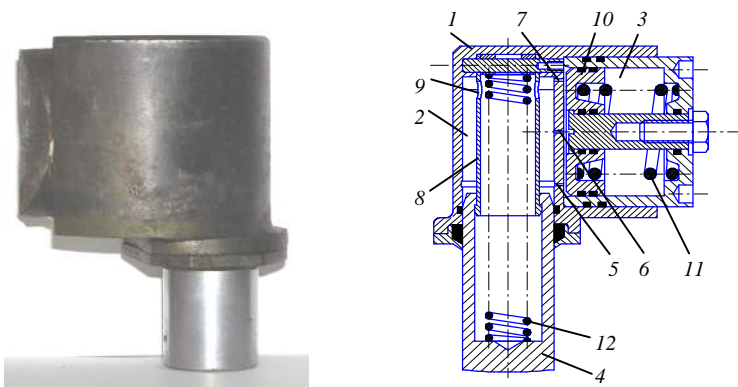


Рис. 1. Внешний вид и конструкция опытного гидробуфера:
 1 – корпус; 2 – полость прямого хода; 3 – полость обратного хода; 4 – шток;
 5, 6 – дросселирующие отверстия, перекрываемые штоком; 7 – неперекрываемое
 отверстие; 8 – направляющая штока; 9 – прямоугольные прорези и отверстия
 для обеспечения перетекания жидкости из внутренней части штока;
 10 – поршень; 11, 12 – пружины, предназначенные для возврата поршня и
 штока в исходное состояние

Таблица 1

Основные характеристики ГБ производства ОАО «ХТЗ»

Наименование	Значение
Максимальный ход штока, м	0,0515
Диаметры дросселирующих отверстий, м	$1,5 \cdot 10^{-3}$
Расстояние от начального (полностью выдвинутого) положения штока до центров дросселирующих отверстий, м	Отверстие поз.5 – $5 \cdot 10^{-3}$ Отверстие поз.6 – $25 \cdot 10^{-3}$ Отверстие поз.7 – $55 \cdot 10^{-3}$
Тип жидкости	Смесь 50% трансформаторного и 50% турбинного масла
Жесткость пружины (поз.11)	$20,27 \cdot 10^3 \text{ Н м}^{-1}$
Предварительное сжатие	456 Н
Жесткость пружины (поз.12)	$7,7 \cdot 10^3 \text{ Н м}^{-1}$
Предварительное сжатие	204 Н
Масса в заправленном состоянии	7,2 кг

Для проведения эксперимента был использован стенд для испытаний амортизаторов. Учитывая, что принцип работы ГБ аналогичен работе телескопического гидравлического амортизатора, при проведении эксперимента были использованы стандартные методики испытаний гидравлических амортизаторов транспортных машин [2].

Для испытания ГБ, учитывая малый ход его штока, в стенд были внесе-

ны изменения. Экспериментальная установка и ее кинематическая схема показаны соответственно на рис.2 а и б.

На стенд был установлен кривошип с возможностью изменения радиуса в диапазоне 0,001..0,130 м. Изменение частоты циклов нагружения ГБ производилось путем изменения частоты вращения кривошипа за счет включения соответствующей передачи трансмиссии стенда.

В процессе испытаний измерялись следующие параметры: усилие на штоке ГБ; ход штока при заданной величине угловой скорости вращения кривошипа.

Для определения усилия на штоке ГБ использовалась тензоопора, применяемая при испытаниях амортизаторов. Величина перемещения штока измерялась датчиком хода, представляющего собой потенциометр, сопротивление которого зависит от величины перемещения подвижного звена. Регистрация результатов измерений осуществлялась осциллографом.

На рис. 3 представлена осциллограмма изменения параметров ГБ при включенной 5-й передаче стенда. Для расшифровки полученных осциллограмм и построения рабочей диаграммы ГБ была использована программа Graph Digitizer 2.0.

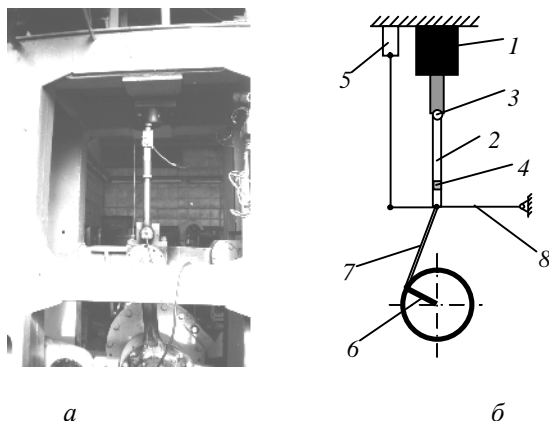


Рис.2. Экспериментальная установка (а) и кинематическая схема стенда (б) для исследования ГБ со ступенчатой характеристикой:
1 – ГБ; 2 – штанга для соединения штока с приводным механизмом; 3 – шарнир;
4 – тензоопора; 5 – датчик хода; 6 – кривошип; 7 – шатун; 8 – коромысло

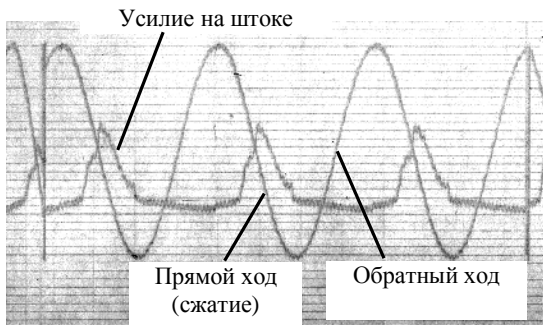


Рис.3. Осциллограмма изменения параметров ГБ при его испытании на стенде

Основные результаты эксперимента приведены в табл.2. На рис. 4 представлены теоретические и экспериментально полученные характеристики работы ГБ.

Анализ экспериментального исследования ГБ позволяет сделать следующие выводы:

- полученные характеристики для разных скоростей трансмиссии стенда представляют собой практически эквидистантные кривые;

- величина свободного хода штока ГБ составляет около 0,005 м (10% полного хода штока). Это значение зависит от давления в полости прямого хода, которое в свою очередь зависит от скорости штока и обусловлено сжатием рабочей жидкости. Игнорирование сжатия при проектировании ГБ может привести к тому, что первое из перекрываемых отверстий не будет работать, так как его перекрытие происходит практически в начале хода штока;

- перекрытие второго дросселирующего отверстия при ходе штока 25 мм приводит к росту усилия на штоке ГБ на 30%;

- обратный ход ГБ характеризуется положительными значениями усилия на штоке. Это связано с работой возвратных пружин, которые возвращают шток в исходное положение и создают усилие сжатия на тензодатчиках.

Таблица 2

Результаты анализа осциллограмм нагружения ГБ со ступенчатой характеристикой

№ передачи трансмиссии стенда	Цикличность нагружения, Гц	Максимальная скорость штока, м·с ⁻¹	Максимальное усилие на штоке ГБ, кН
ЗХ	0,31	0,045	1,996
1	0,55	0,08	2,918
2	1,02	0,147	5,237
3	1,28	0,186	6,969
4	1,61	0,233	8,841

5	2,22	0,321	13,20
6	3,06	0,442	19,29

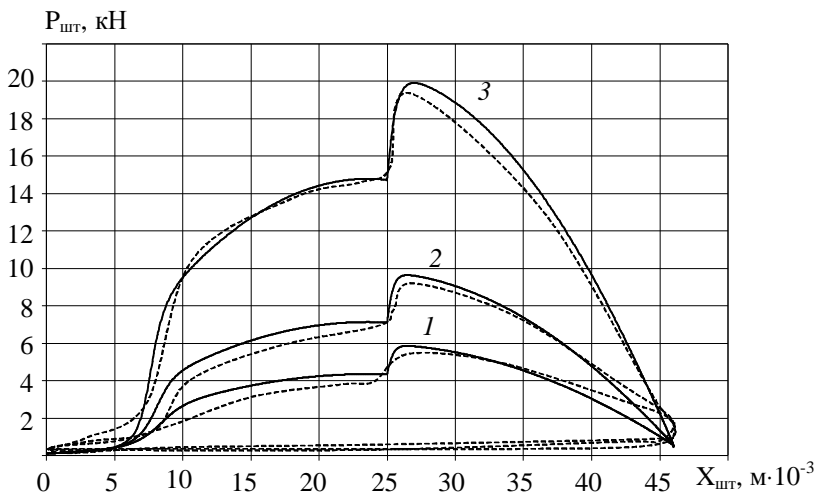


Рис.4. Сравнение экспериментальных и расчетных характеристик ГБ:
 1 – 2-я передача трансмиссии стенда; 2 – 4-я передача; 3 – 6-я передача
 (сплошная – расчетная кривая; пунктир – экспериментальная кривая)

Обращает на себя внимание более пологий характер экспериментальных кривых в месте перекрытия дросселирующих отверстий. Это связано с принятыми в математической модели допущениями, а именно, с тем, что переходные процессы в этом положении штока не учитываются. Тем не менее, с ростом скорости штока время переходного процесса уменьшается, и расчетная характеристика приближается к экспериментальной.

В результате эксперимента можно сделать вывод, что математическая модель с достаточной степенью точности описывает работу ГБ со ступенчатой характеристикой, при этом погрешность составила не более 8,4%.

Список литературы: 1. *Обзоров В.С., Стамбровский А.С., Шадов Б.Н.* Развитие систем поддресоривания танков // *Зарубежное военное обозрение.* –1984. –№5. –С.54-62. 2. *Отраслевой стандарт ОСТ 37.001.084-84.* Амортизаторы гидравлические телескопические автомобильные. Методы стендовых испытаний. – М.: Министерство автомобильной промышленности, 1984. –8 с.

Поступила в редколлегию 23.11.05