

ДО ОБГОВОРЕННЯ

УДК 629.1.032.531.3

Воронцов С.Н., канд. техн. наук

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРАВЛИЧЕСКОГО БУФЕРА СО СТУПЕНЧАТОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ

Введение. Система подрессоривания (СП) военных гусеничных и колесных машин играет существенную роль в реализации ее функционального назначения с высокими тактико-техническими характеристиками и технико-экономическими показателями.

На сегодняшний день основной проблемой является высокий нагрев демпфирующих элементов. Вследствие интенсивной работы амортизаторов, энергия колебаний подрессоренного корпуса преобразуется в тепло, которое не успевает рассеиваться в окружающую среду. Это приводит к изменению свойств рабочей жидкости, разрушению уплотнений, к ухудшению плавности хода и выхода демпфирующего устройства из строя. Так, при движении по некоторым профилям неровностей со скоростью 5,6... 6,1 м/с, поглощаемая каждым демпфирующим устройством мощность доходит до 3...4кВт. Чтобы увеличить скорость движения до 6,94...7,5 м/с необходимо утроить поглощаемую мощность, доведя ее до 10...12кВт, что вызывает их перегрев и выход из строя. Недостаточная мощность демпфирующих устройств не позволяет в требуемой мере гасить колебания корпуса, что снижает эффективность применения стабилизированного вооружения военных гусеничных машин (ВГМ), когда приводы наведения не успевают отслеживать цель или система выходит на упоры [1].

Особенно остро эта проблема стоит при модернизации военной техники, что является одним из способов поддержания боеспособности армии на требуемом уровне. Модернизация приводит к росту мощности двигателя и массы машины, и, как следствие, увеличению нагрузок на элементы трансмиссии, ходовой части. При этом конструкторы стремятся как можно больше использовать их серийные узлы и агрегаты, изменяя лишь по возможности только характеристики. Однако это во многих случаях не дает необходимых показателей, предусмотренных тактико-техническими характеристиками машины [2].

Одним из путей обеспечения нелинейности подвески, оказывающей благоприятное влияние на плавность хода, является применение демпфирующего гидравлического буфера (ГБ), вступающего в работу в конце динамического хода опорного катка [3, 4]. Разнесение демпфирующих элементов на амортизатор и гидравлический буфер позволяет сохранить суммарную работу за цикл, при этом нагрев основных амортизаторов можно существенно снизить.

Эти устройства нашли свое применение на некоторых зарубежных ВГМ. Так демпфирующие буферы с характеристикой, зависящей от скорости опорного катка, в сочетании с фрикционными амортизаторами используются в ходовой части серийного танка «Леопард-2» [4], ходовая часть английского основного боевого танка «Челленджер» оснащена гидропневматической подвеской, а в качестве ограничителей хода балансиров используются гидробуферы, гидробуферы устанавливаются на тяжелой боевой машине пехоты «Ахзарит» Mk1.

Целью экспериментальных исследований является дополнение математической модели движения машины по неровностям возможностью использовать работу гидравлического буфера со ступенчатой характеристикой.

© С.Н. Воронцов, 2016

До обговорення

В качестве опытного образца ГБ была использована конструкция, спроектированная для легкой категории гусеничных машин. Общий вид, конструкция и основные характеристики опытного ГБ приведены соответственно на рис. 1, рис. 2 и в табл. 1.



Рис. 1. Внешний вид опытного ГБ

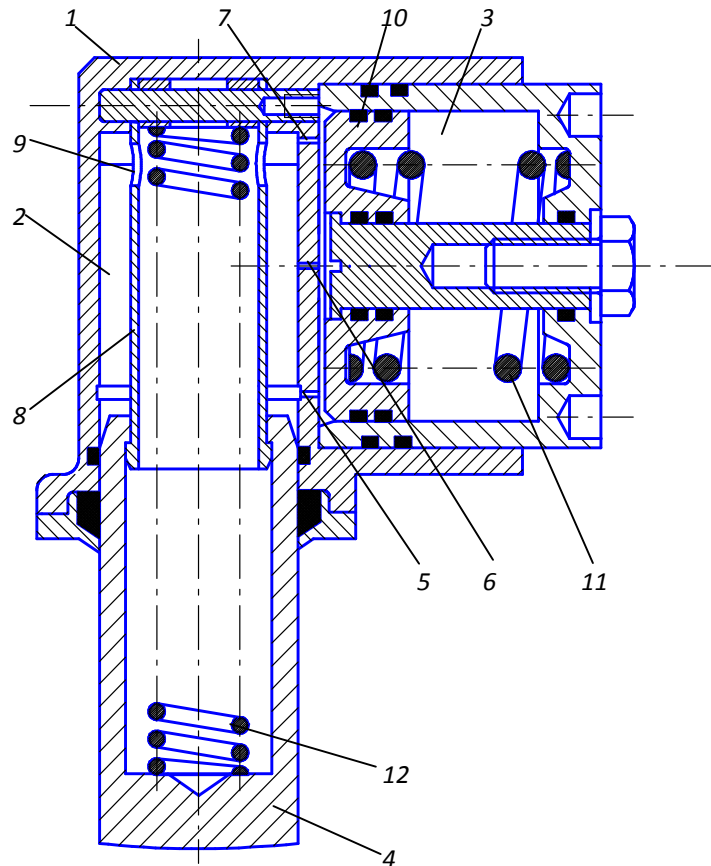


Рис. 2. Конструкция опытного ГБ

Таблица 1

Основные характеристики ГБ

Наименование	Значение
Максимальный ход штока, м	0,0515
Диаметры дроселирующих отверстий (поз.5,6,7), м	$1,5 \cdot 10^{-3}$
Расстояние от начального (полностью выдвинутого) положения штока до центров дроселирующих 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) Предварительное сжатие	$20,27 \cdot 10^3 \text{ Н м}^{-1}$ 456 Н
Жесткость пружины (поз.12) Предварительное сжатие	$7,7 \cdot 10^3 \text{ Н м}^{-1}$ 204 Н
Масса в запровленном состоянии	7,2 кг

ГБ состоит из корпуса 1, разделенного на две полости: полость прямого хода – 2 и полость обратного хода – 3. На прямом ходе балансир касается штока 4 и перемещает его вверх. При этом шток последовательно перекрывает дроселирующие отверстия 5 и 6. Отверстие 7 не перекрывается штоком, что позволяет избежать резкого повышения

До обговорення

давления в полости 2 в конце хода штока. Шток перемещается по направляющей 8, в которой выполнены прямоугольные прорези и отверстия 9 для обеспечения перетекания жидкости из внутренней части штока. Жидкость, поступающая из полости прямого хода через дросселирующие отверстия перемещает поршень 10, сжимая пружину 11. Для возврата штока в исходное состояние используются пружины 11 и 12. Они также создают дополнительное усилие на прямом ходе. Для предотвращения утечки жидкости обе полости герметизированы уплотнениями.

Для расшифровки полученных на исследовательском стенде осциллограмм и построения рабочей диаграммы ГБ была использована программа Graph Digitizer 2.0. Результаты обработки осциллограмм для различных скоростей штока ГБ представлены на рис.3.

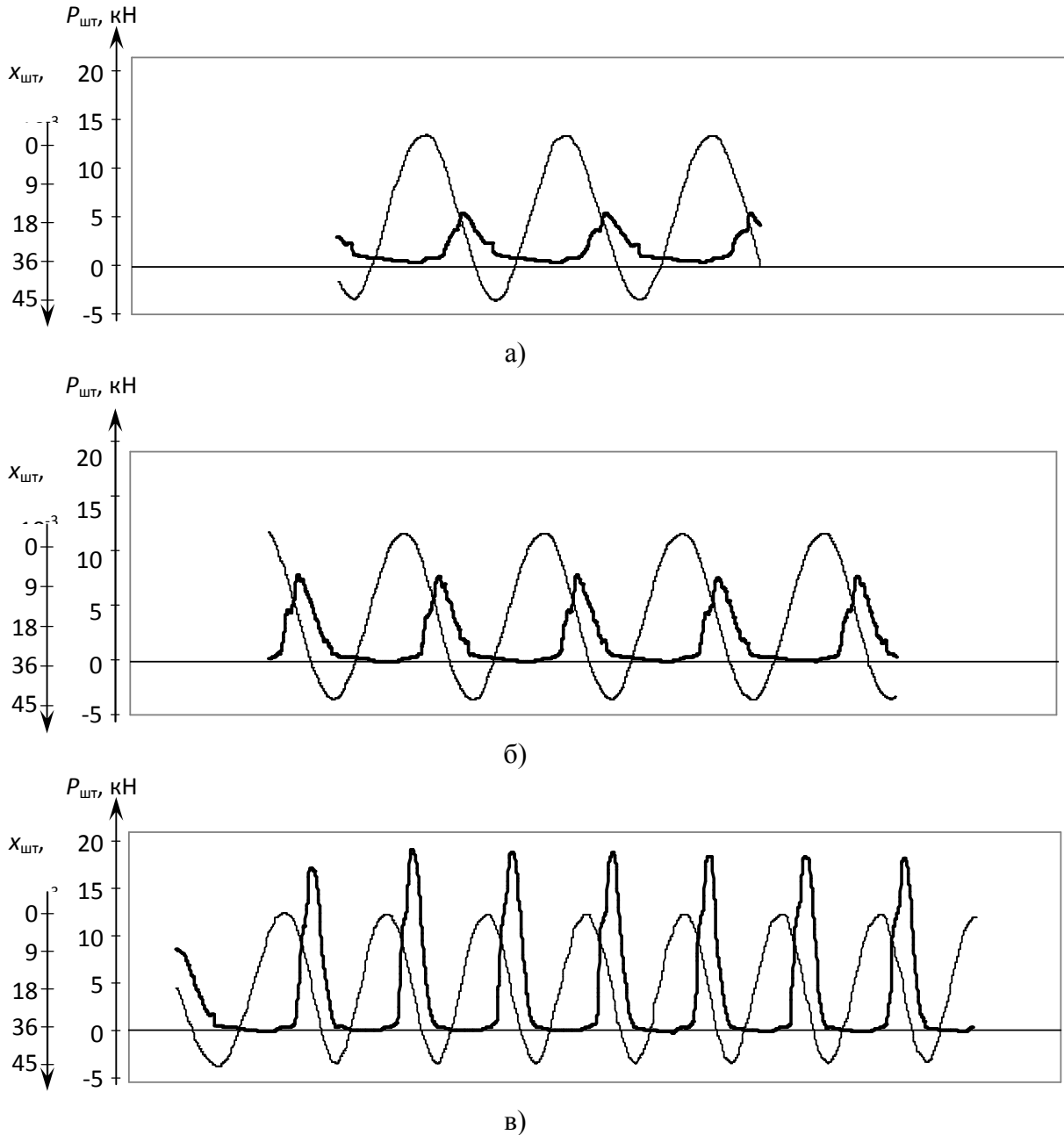


Рис. 3. Ход и усилие на штоке ГБ: а) $\vartheta_{\max} = 0,147 \text{ м с}^{-1}$; б) $\vartheta_{\max} = 0,233 \text{ м с}^{-1}$; в) $\vartheta_{\max} = 0,442 \text{ м с}^{-1}$

Для сравнения экспериментальных характеристик ГБ, полученных при обработке снятых осциллограмм с его расчетными характеристиками, в математическую модель, описанную в [5] были подставлены исходные данные, соответствующие конструктивным параметрам опытного ГБ (табл. 1). Закон нагружения, изменения скорости и перемещения штока вычислялись исходя из кинематики стенда в зависимости от цикличности нагружения. На рис. 4 показаны экспериментальные и теоретические характеристики, соответствующие 2-й, 4-й и 6-й передачам трансмиссии испытательного стенда.

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 скоростей штока время переходного процесса уменьшается и расчетная характеристика приближается к экспериментальной.

Полученные результаты экспериментальных исследований подтверждают адекватность математической модели, при этом погрешность составила не более 8,4%.

Расхождения эксперимента и расчетных характеристик меньше при меньших значениях скорости штока, причем теоретические характеристики лежат выше экспериментальных. Это, по-видимому, связано с погрешностью вычисления в математической модели гидравлических сопротивлений при расчете давления в полости прямого хода.

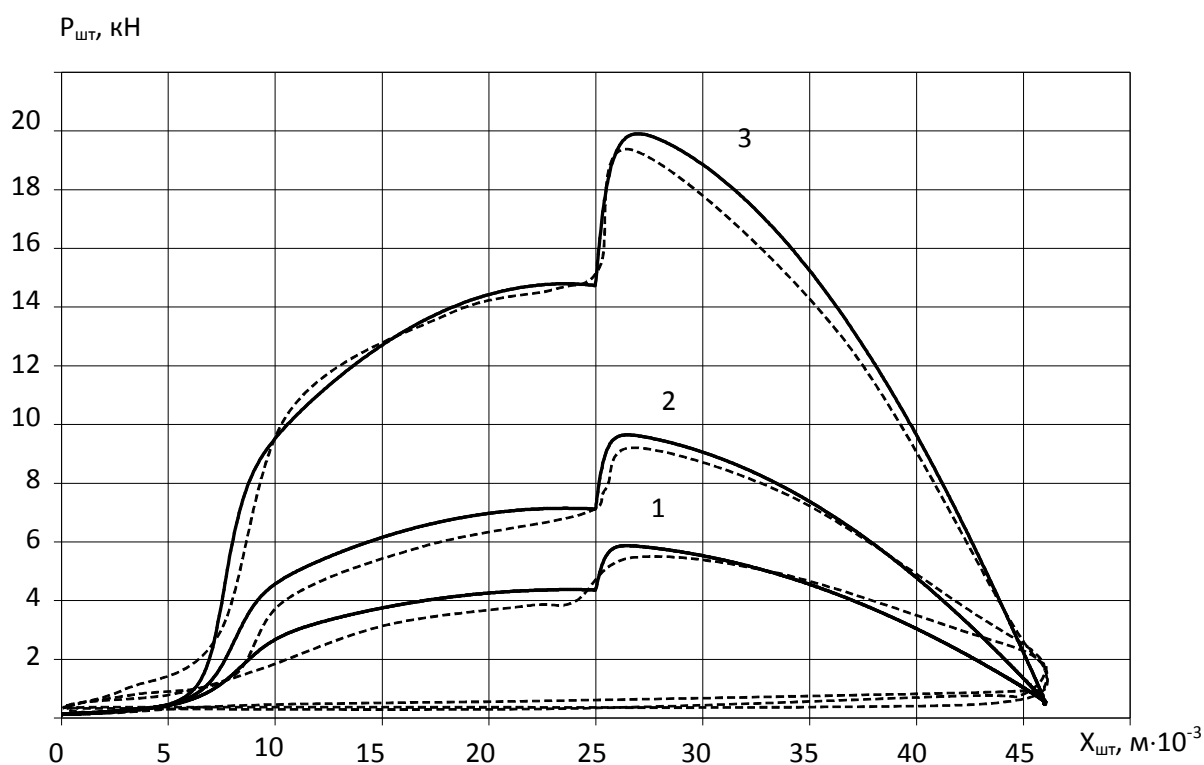


Рис. 4. Сравнение экспериментальных и расчетных характеристик ГБ.

1 – 2-я передача; 2 – 4-я передача; 3 – 6-я передача (сплошная – расчетная кривая; пунктир – экспериментальная кривая)

Выводы по разделу

1. Сравнение теоретических и экспериментальных характеристик ГБ со ступенчатой характеристикой показало, что погрешность разработанной математической модели не превышает 8,4%.
2. Экспериментальные исследования показали, что при определении шага расположения дросселирующих отверстий необходимо учитывать величину свободного хода, которая зависит от соотношения объемов рабочей жидкости и газа при заправке ГБ.

Литература: 1. Дмитриев А.А., Чобиток В.А., Тельминов А.В. Теория и расчёт нелинейных систем поддресоривания гусеничных машин. – М.: Машиностроение, 1976. – 207 с. 2. Брагин Ю.И., Глинчиков А.В., Миславский М.М., Орешин А.А., Шарпов Е.Н. Улучшение подвески при модернизации танка. // Вестник бронетанковой техники. –1989. –№ 3. –С. 44-48. 3. Обзоров В.С., Стамбровский А.С., Шадов Б.Н. Развитие систем поддресоривания танков. // Зарубежное военное обозрение. –1984. –№.5. –С.54-62. 4. Западногерманский танк «Леопард-2». // Зарубежная военная техника. Обзоры. Бронетанковая техника и вооружение. –1983. – Вып.14(14). –С.14-36. 5. Дущенко В.В., Воронцов С.Н. Выбор оптимальных параметров гидравлических поддресорников // Механика та машинобудування. –1999. –№1.–С.192-200.

Bibliography (transliterated): 1. Dmitriev A.A., Chobitok V.A., Telminov A.V. Teoriya i raschYot nelineynyih sistem podressorivaniya gusenichnyih mashin. – Moscow: Mashinostroenie, 1976. – 207 s. 2. Bragin Yu.I., Glinchikov A.V., Mislavskiy M.M., Oreshin A.A., Sharapov E.N. Uluchshenie podveski pri modernizatsii tanka. // Vestnik bronetankovoy tehniki. –1989. –# 3. –S. 44-48. 3. Obzorov V.S., Stambrovskiy A.S., Shadov B.N. Razvitie sistem podressorivaniya tankov. // Zarubezhnoe voennoe obozrenie. –1984. –#5. –S.54-62. 4. Zapadnogermanskiy tank «Leopard-2». // Zarubezhnaya voennaya tehnika. Obzoryi. Bronetankovaya tehnika i vooruzhenie. –1983. –#14(14). –S.14-36. 5. Dushhenko V.V., Vorontsov S.N. Vybora optimal'nyh parametrov gidravlicheskikh podressornikov // Mehanika ta mashinobuduvannja. –1999. –№1.–S.192-200.

Воронцов С.Н.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ГІДРАВЛІЧНОГО БУФЕРА ЗІ СХІДЧАСТОЮ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Розглянуто проведення експериментального дослідження гідравлічного буфера системи підресорювання гусеничної військової машини.

Vorontsov S.N.

EXPERIMENTAL STUDY OF THE HYDRAULIC CHARACTERISTICS BUFFER AT STEP RESPONSE

Considered a pilot study of the hydraulic suspension system buffer caterpillar vehicle.