

Рис. 8. Напряжения по von Mises и перемещения (4-я расчетная схема)

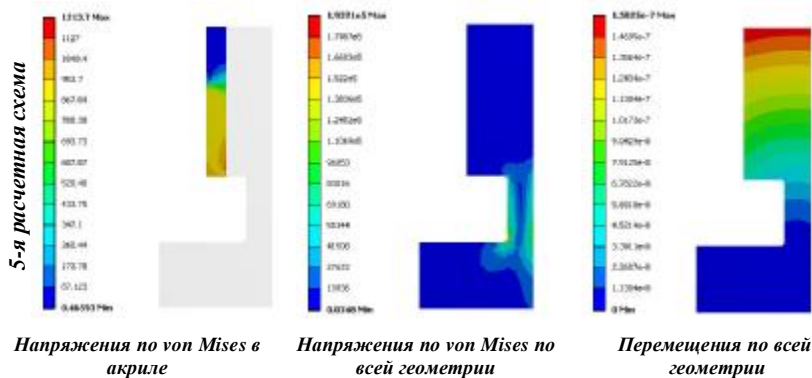


Рис. 9. Напряжения по von Mises и перемещения (1-я расчетная схема)

1. Акриловый слой испытывает напряженно-деформированное состояние, близкое к обжатию в радиальном направлении цилиндрического слоя, опирающегося по внешней образующей на жесткое тело.

2. Уровень перемещений точек акрилового слоя намного выше, чем у точек стальной части цилиндра.

3. Напряжения в стальной части корпуса гидроцилиндра на порядок превышают напряжения в акриловом слое.

Таким образом, при оценке в дальнейшем жесткости в сопряжении “поршень-корпус гидроцилиндра” следует учитывать высокую податливость слоя из низко модульного материала. При оценке же прочности элементов конструкции необходимо соотносить уровень напряжений в каждой отдельной части корпуса с допускаемыми напряжениями для акрила и стали (в данном случае). При примерно равном уровне допускаемых напряжений определяющим является прочность в высоко модульной части тела; при существенно (на два и более порядков)

ниже уровне допустимых напряжений для низко модульного материала – наоборот, в части, изготовленной из этого материала.

**Список литературы.** 1. Боровик А.И., Заярненко Е.И., Ткачук Н.А. Расчет паяных корпусов гидроцилиндров // Вестник машиностроения. – М., 1987. – № 7. 2. Заярненко Е.И., Ткачук Н.А. Автоматизация процесса создания конечно-элементных моделей для исследования напряженно-деформированного состояния корпусов гидроцилиндров // Динамика и прочность машин. – Харьков: ХПИ, 1987. – Вып. 46. 3. Ткачук Н.А., Ткачук Г.В., Рьжков Ю.М. Гидропоры штампов: расчеты прочности и жесткости корпусов // Вопросы оборонной техники. – М., 1991. – Сер.2. – Вып. 4 (233).

Поступила в редколлегию 21.09.09

УДК 623.438:539.3

Г.Д.ГРИЦЕНКО, канд. техн. наук, Н.А. ТКАЧУК, докт. техн. наук, проф., Е.В. ПЕЛЕСЬКО, канд. техн. наук, НТУ „ХПИ”, А.В. ЛИТВИНЕНКО, канд. техн. наук, ОАО „Головной специализированный конструкторско-технологический институт”, г. Мариуполь

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МАКЕТАХ БРОНЕКОРПУСОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

У статті описані результати експериментальних досліджень динамічних процесів при дії ударів на макети бронекорпусу БТР-80. Отримані результати є базою для синтезу та оцінки достовірності результатів при числовому моделюванні динамічних процесів у бронекорпусах.

In the paper the results of experimental researches of dynamic processes are described at operating of shocks on the models of BTR-80 armored hull. The got results are the base for a synthesis and estimation of results authenticity at the numerical modeling of dynamic processes in armored hulls.

**Введение.** Как отмечалось в работах [1-3], в настоящее время актуальность и важность исследований динамических процессов в бронекорпусах современных легкобронированных машин (ЛБМ), возникающих при стрельбе из усовершенствованных боевых модулей, определяется и потребностями практики, и недостаточным развитием средств численного моделирования этих процессов, и отсутствием достаточного количества экспериментальных данных об этих процессах. В указанных работах [1-3] разработаны общие подходы к расчетно-экспериментальному исследованию динамических процессов в бронекорпусах, а также описаны методика, аппаратура и некоторые экспериментально полученные результаты.

В данной статье описано продолжение и развитие этой серии экспериментальных исследований, содержащей исследование реакции макета бронекорпуса на имитацию ударного воздействия от реактивных усилий при осуществлении выстрела из боевого модуля.

**1. Методика проведения эксперимента.** Подробно методика проведения аналогичных экспериментов описана в статьях [1-3]. В данном случае использовал-

ся тот же макет, тот же стенд и измерительная аппаратура, что и в упомянутых работах [1-3], в которых разработаны общие подходы к расчетно-экспериментальному исследованию динамических процессов в бронекорпусах, а также описаны методика, аппаратура и некоторые экспериментально полученные результаты.

В данной статье описано продолжение и развитие этой серии экспериментальных исследований, содержащей исследование реакции макета бронекорпуса на имитацию ударного воздействия от реактивных усилий при осуществлении выстрела из боевого модуля.

**1. Методика проведения эксперимента.** Подробно методика проведения аналогичных экспериментов описана в статьях [1-3]. Использованы те же макет, стенд и измерительная аппаратура (рис. 1, 2).

Однако в данном случае задачей исследований являлось не только определение спектра собственных частот макета бронекорпуса, но и реакции на серию импульсных ударов, имитирующих усилие отдачи, действующие на боевой модуль при стрельбе из скорострельных артиллерийских установок (рис. 3, 4). С этой целью возбуждение ударной нагрузки осуществлялось как в продольном, так и в поперечном направлениях (см. рис. 3, 4), соответствующих стрельбе по курсу и на борт.



Рис.1. Закрепление макета и размещение имитатора боевого модуля



Рис.2. Закрепление датчика и измерительно-фиксирующего прибора на макете



Рис.3. Возбуждение ударной нагрузки на макет в продольном направлении



Рис.4. Возбуждение ударной нагрузки на макет в поперечном направлении

Имитация боевого модуля выполнена из специально изготовленных пла-

стин, закрепленных на макете бронекорпуса, с присоединением при помощи винта стальной призмы (см. рис. 3, 4). Наличие призмы позволяет имитировать плечо, создаваемое между линией оси ствола реального боевого модуля и верхним листом корпуса. Кроме того, призма имитирует также массу боевого модуля, изменяющую инерционные характеристики макетного образца в сборе.

**2. Тестовые результаты измерений.** При проведении данных измерений ставилась задача отработать технику измерений виброперемещений точек макета бронекорпуса при изменении масштаба регистрации сигнала от датчика во времени. Соответственно на рис. 5, 6 представлены типовые осциллограммы перемещений некоторых точек макета бронекорпуса (см. рис. 1-4) с разным масштабом развертки по времени. Здесь по оси абсцисс отложено время (мс), а по оси ординат – перемещения (мкм).

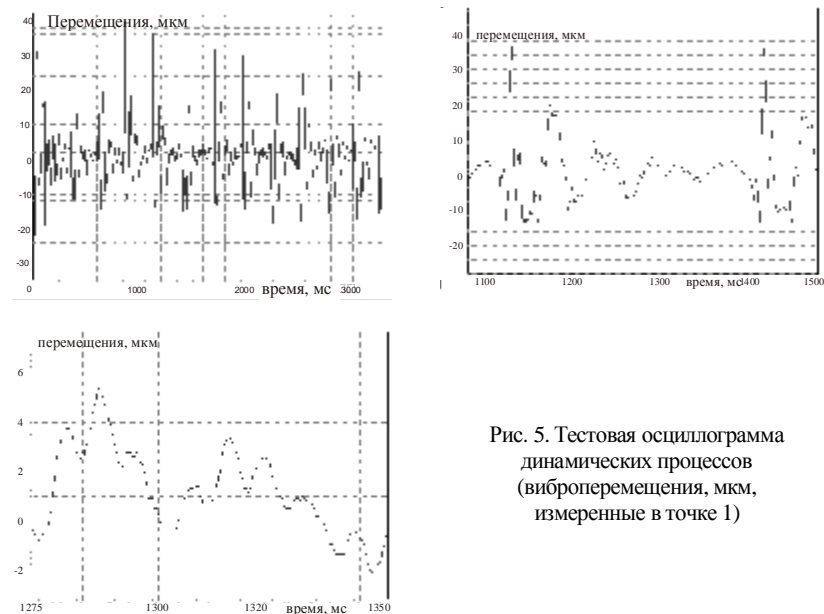


Рис. 5. Тестовая осциллограмма динамических процессов (виброперемещения, мкм, измеренные в точке 1)

**Заключение.** Поскольку основной задачей описанного экспериментального исследования является отработка методики и демонстрация ее применимости, то в данной статье не приводится подробного количественного анализа полученных результатов. На этом этапе было важным выяснить сам характер фиксируемого процесса, возможности аппаратуры и ее приспособленность к работе с разным масштабом отображения по времени. Как показывает первичный качественный анализ, и при продольном, и при поперечном нагружении удалось добиться реализации установившегося виброколебательного процесса с периодом примерно 0,22 с

и гораздо меньшим затуханием между ударами, чем в случае колебаний без дополнительно установленной призмы (массы, имитирующей боевой модуль).

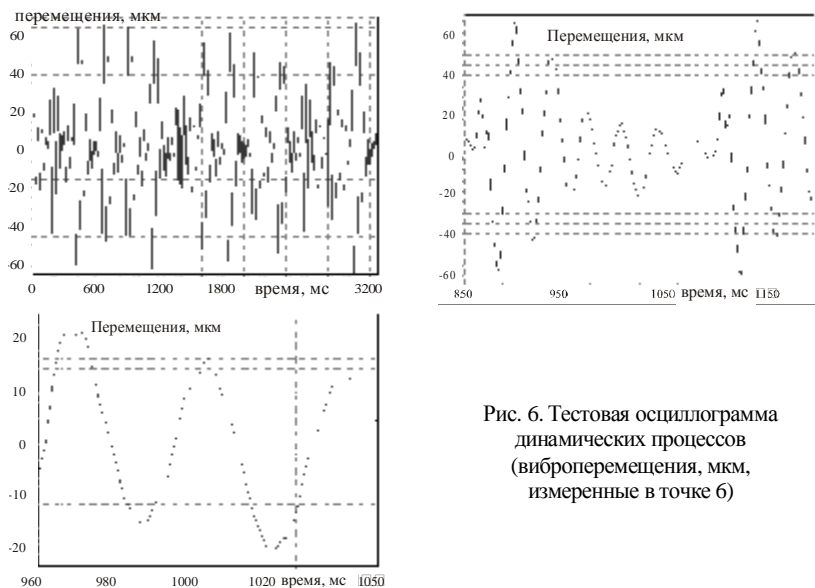


Рис. 6. Тестовая осциллограмма динамических процессов (виброперемещения, мкм, измеренные в точке б)

Представленные в разных масштабах развертки по оси абсцисс осциллограммы свидетельствуют о возможности оборудования и фиксировать, и воспроизводить процесс с разным масштабом и шагом считывания данных с датчика. Это очень важно при проведении серии измерений колебательных процессов в объектах с изменяющимися инерционно-жесткостными характеристиками, а, значит, и с собственными частотами. Это, в частности, наблюдается и в случае проведения измерения реакции макета бронекорпуса БТР-80 с установкой (без установки) имитатора боевого модуля, с закрытием (незакрытием) проема под боевой модуль (см. [1-3]).

Таким образом, возможности аппаратуры, как показали тестовые измерения, соответствуют техническим требованиям не только для проведения описанного эксперимента, но и целой серии экспериментов с более широким спектром частот (собственных и возмущающих).

Как показывает сравнительный анализ характера процессов, наблюдаемых в макете бронекорпуса с установленным имитатором боевого модуля, возбуждаемый процесс, в отличие от зафиксированных ранее в работах [1-3], содержит больше близких нижних гармоник, что свидетельствует не только о снижении частот макета бронекорпуса, но и о сгущении спектра собственных частот в нижней его части.

В качестве основных результатов проведенных исследований установлено, что и сам макет, и стенд, и измерительная аппаратура продемонстрировали эффективность и пригодность для проведения более широкого набора экспериментов с варьированием инерционно-жесткостных свойств макета бронекорпуса. Кроме того, возможность изменения в широком диапазоне временной оси осциллограмм (т.е. «растягивание – сжатие») позволяет более подробно выявить особенности регистрируемых динамических процессов.

Полученные результаты позволяют в дальнейшем перейти к проведению широкого комплекса численных и экспериментальных исследований макета бронекорпуса БТР-80 и других боевых машин с целью выявления закономерностей динамических процессов при ударно-импульсном возбуждении от усилии отдачи в процессе стрельбы.

- **Список литературы. 1.** Пелешко Е.В., Васильев А.Ю., Гриценко Г.Д., Бруль С.Т., Пономарев Е.П. Расчетно-экспериментальная идентификация параметров численных моделей корпусных элементов транспортных средств // Механіка та машинобудування. – 2007. – №1. – С.95-100. **2.** Гриценко Г.Д. К вопросу об экспериментальном моделировании реакции бронекорпусов на увеличение массы боевого модуля // Вісник НТУ „ХПІ”. Тем. вип.: „Машинознавство і САПР” – Харків: НТУ „ХПІ”, 2007. – № 29. – С.38-42. **3.** Ткачук Н.А., Гриценко Г.Д., Пелешко Е.В. Комплексное экспериментальное исследование элементов корпусов транспортных средств специального назначения // Вісник НТУ „ХПІ”. Тем. вип.: „Машинознавство і САПР” – Харків: НТУ „ХПІ”, 2008.– № 2. – С.42-53.

Поступила в редакцию 10.09.09

УДК 621.43: 621.787: 539.3

**В.Г. ГОНЧАРОВ**, канд. техн. наук, ген. директор фірми «ТАВІ»,  
**М.А. ТКАЧУК**, докт. техн. наук, проф., зав. каф. ТММіСАПР НТУ „ХПІ”,  
**С.С. ДБЯЧЕНКО**, докт. техн. наук, проф., Харківський національний автомобільно-дорожній університет «ХАДІ»,  
**С.О. КРАВЧЕНКО**, канд. техн. наук, ст. наук. співр. каф. ДВЗ НТУ „ХПІ”,  
**В.М. ШЕРЕМЕТ**, асп. НТУ „ХПІ”

### НАУКОВІ ОСНОВИ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДВИГУНІВ

У статті описані теоретичні основи розробки технології зміцнення поверхонь високонавантажених елементів двигунів (ВЕД) та інших машинобудівних конструкцій. Запропоновані нові математичні моделі для опису ефектів зміцнення поверхневих шарів деталей на основі застосування дискретного зміцнення.

In the paper theoretical bases of development of strengthening technology of surfaces of high-rate elements of engines and other machine-building constructions are described. New mathematical models are offered for description of strengthening effects of superficial layers of details on the basis of discrete strengthening application.