

повысились в $\frac{11.54}{5.20} = 2.22$ раза, что должно благоприятно сказаться на снижении структурного шума. Частично эти материалы исследовались в работах [6, 7, 8].

Выводы:

Все рассмотренные альтернативные материалы имеют более высокие вибропоглощающие свойства по сравнению с серийным материалом - листовой сталью 08 толщиной 1 мм.

Наилучшими виброизолирующими свойствами обладают панели с нанесенными специализированными вибропоглощающими алюминиево-битумно-полимерными покрытиями (Виброфол 0,30). Примерно на 5-10% коэффициент условного затухания ниже у композиционных материалов, таких как базальтопластик и стеклопластик.

Для базальтопластика и стального листа с вибропоглощающими покрытиями частотные спектры колебаний смещаются в область высоких частот и имеют заметно меньшие амплитудные значения, что положительно сказывается на виброзащитных свойствах.

Рекомендации

Новые материалы – базальтопластик и материалы с вибропоглощающими покрытиями значительно больше гасят вибрации по сравнению с листовой сталью 08. С учетом специфики условий работы двигателя автомобиля базальтопластик рекомендуется для деталей масляного поддона и клапанных крышек. Для панелей кабины и кузова автомобиля могут быть рекомендованы покрытия Виброфол 0,30. В дальнейшем планируются натурные испытания деталей из этих материалов на двигателе и автомобиле.

Литература

1. Бидерман В.Л. Теория механических колебаний [Текст] /В.Л. Бидерман. – М.: Высшая школа, 1980. – 408 с.
2. Гусев А.С. Теория колебаний в автомобиле- и тракторостроении: учебное пособие с грифом Минобрнауки [Текст] /А.С. Гусев, А.Л. Карунин, Н.А. Крамской, С.А. Стародубцева, В.И. Щербаков. - М.: МГТУ «МАМИ», 2007. – 336 с.
3. Руссинковский В.С. Разработка метода расчета вибрации и структурного шума корпусных деталей автомобильных дизелей: дис. ... канд. техн. наук. 05.04.02: защищена 09.06.2005 [Текст] /В.С. Руссинковский: МГТУ им. Н.Э. Баумана. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 182 с.
4. Рэндалл Р.Б. Частотный анализ, Брюль и Кьер. - Дания, Глоструп: К. Ларсен и сын, 1989 г., 389 с.
5. Яковенко А.Л. Разработка методики и инструментальных средств для прогнозирования структурного шума двигателя внутреннего сгорания: дис. ... канд. техн. наук. 05.04.02: защищена [Текст] /А.Л. Яковенко: МАДИ (ГТУ). – М.: МАДИ (ГТУ), 2009. – 144 с.
6. Вартаков М.В. Расчет внутренних напряжений в клеевом шве [Текст] / М.В. Вартаков, В.И. Щербаков, И.Н. Зинина //Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2004, № 7. – С. 15 – 18.
7. Щербаков В.И. Сравнительная оценка вибродемпфирующих характеристик панелей, выполненных с применением клея [Текст] /В.И. Щербаков, К.М. Круглов, Д.В. Аксенов, Л.С. Шкурко // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2012, № 3. – С. 44 – 48.
8. Щербаков В.И. Экспериментальная оценка вибродемпфирующих характеристик пластин из различных материалов [Текст] /В.И. Щербаков, К.М. Круглов, Д.В. Аксенов, Л.С. Шкурко // Вестник машиностроения. – 2012, № 8. – С. 31 – 34.

Разработка математической модели энергопоглощающего кресла с использованием результатов копровых испытаний

к.ф.-м.н. Кулаков Н.А., Гаврилов Е.В.

Университет машиностроения

kulakov@mami.ru, (495)2230523 доб. 1507, andhover@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты натурных копровых испытаний,

моделирующих подрыв на mine автобронетанковой техники. Испытания проводились для оценки эффективности противоминного энергопоглощающего кресла. В процессе испытаний проводились замеры динамических параметров в конструкции кресла и человека, который моделировался антропоморфными манекенами «Гибрид 2» и «Скиф». На основе результатов испытаний разработана математическая 3D модель противоминного кресла и представлен сравнительный анализ расчетных и экспериментальных данных.

***Ключевые слова:** Натурные копровые испытания, противоминное энергопоглощающее кресло, математическая модель кресла.*

При подрыве на фугасном заряде автобронетанковой техники на экипаж действует довольно большие перегрузки. Эти перегрузки приводят к травмам экипажа. Для защиты от подобных травм было разработано противоминное энергопоглощающее кресло [1, 2].

Суть применения такого кресла состоит в том, чтобы снизить усилие в позвоночнике до допустимых значений, тем самым сохранив жизнь и здоровье экипажа. Противоминное кресло не крепится непосредственно к полу автомобиля, чтобы избежать дополнительных перегрузок за счет деформации пола, а подвешивается к его корпусу для того, чтобы уменьшить перегрузки путем использования демпфирующей способности корпуса. Кресло вывешивается на специальные энергопоглощающие элементы, которые передают на кресло при статическом нагружении усилие не более 420 кг (2 элемента по 210 кг). Характеристика этих энергопоглощающих элементов, полученная на специальном стенде (рисунок 1), приведена на рисунке 2.

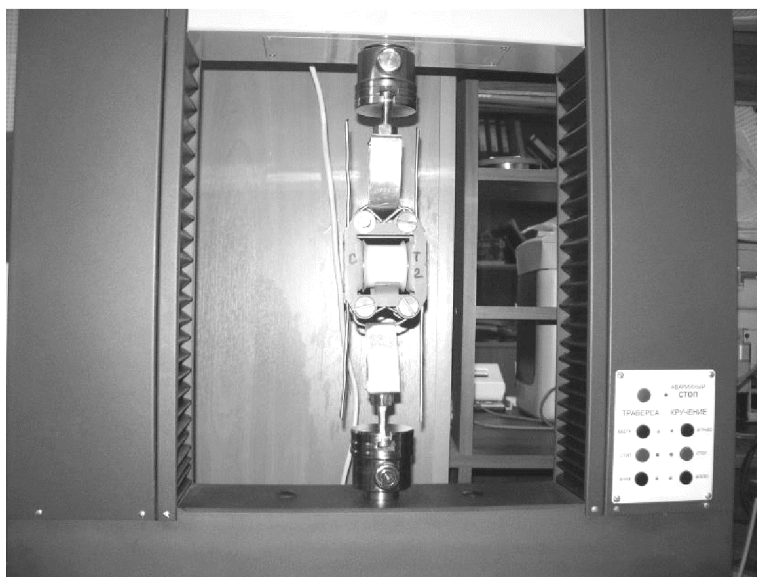


Рисунок 1 – Испытание энергопоглощающих элементов на стенде

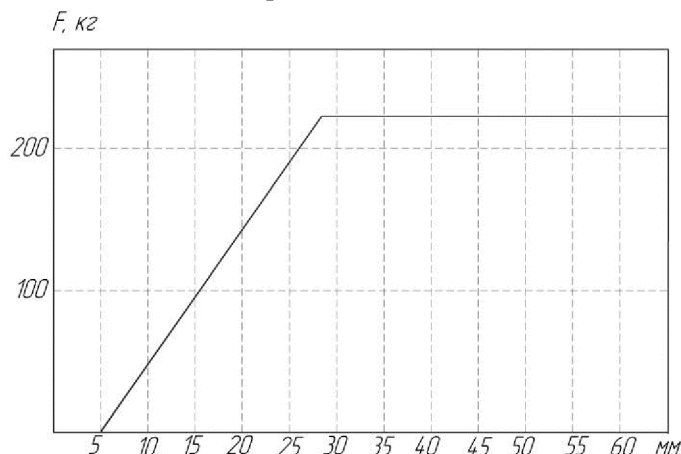


Рисунок 2 – Характеристика энергопоглощающих элементов

Кресло установлено на вертикальных тягах таким образом, что оно имеет возможность

перемещаться в вертикальной плоскости. Так как испытания кресла при подрыве трудоемкие и дорогостоящие, то подрыв имитируется сбрасыванием кресла. Для этого кресло крепится к конструкции, моделирующей корпус автомобиля (КМКА), а та в свою очередь – к копру.

Были проведены копровые испытания по сбрасыванию противоминного кресла (рисунок 3), и по их результатам была построена компьютерная модель кресла. Сбрасывание производилось с высоты 400 мм и 450 мм. В качестве манекена использовались антропоморфные манекены типа «Гибрид-2» и «Скиф». При сбрасывании замерялись перегрузки на платформе, кресле и манекене, а также усилия в позвоночнике.



Рисунок 3 – Манекен «Гибрид-2» на стенде перед сбрасыванием

Просадка кресла при сбросе с 400 мм – 97 мм, при сбросе с 450 мм – 93 мм (уменьшенное перемещение связано с тем, что энергопоглощающие элементы не перезаряжались и происходил небольшой удар сиденья об основание).

Полученные данные о перегрузках на копре и полученные в результате интегрирования графиков перегрузки изменения скорости были использованы для отладки математической модели манекен-кресло-копер. Математическая 3D модель копра, платформы, кресла, МЭЧа представлена на рисунке 4.

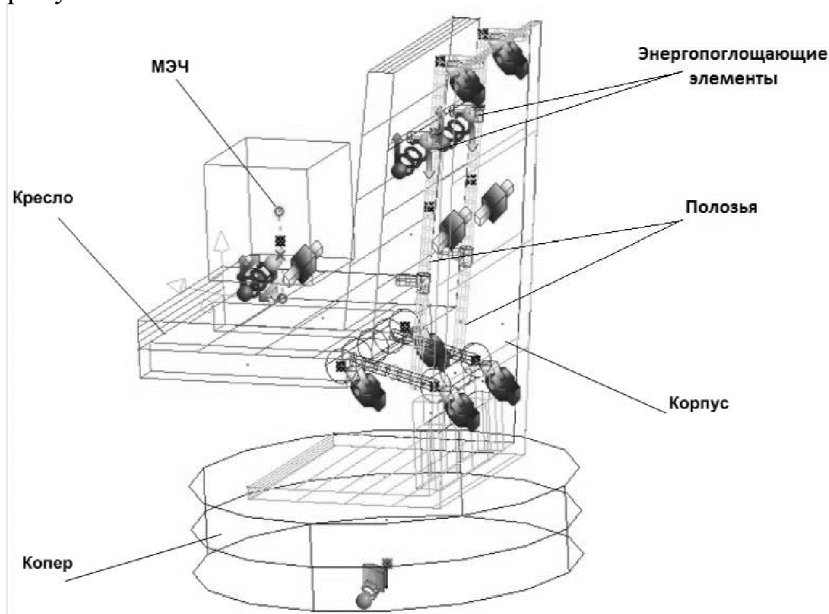


Рисунок 4 – Математическая 3D модель копра, платформы, кресла, МЭЧа

Силовое взаимодействие копер-пол моделировано упругим элементом и демпфированием. Кресло имеет возможность перемещения вдоль полозьев корпуса.

Энергопоглощающие элементы моделированы силовыми элементами сухим трением. По экспериментальным данным была найдена жесткость подушки сиденья, которая представляет собой функцию силы: $F = 414000000 \cdot X^3 + 10000 \cdot X$, где X – прогиб подушки.

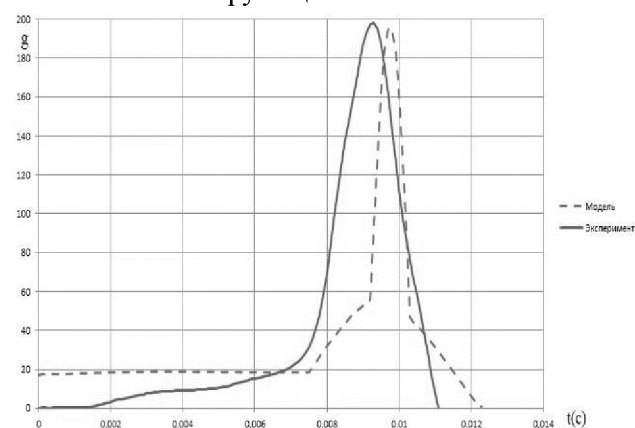


Рисунок 5 – Графики перегрузки на копре при сбросе с 400 мм

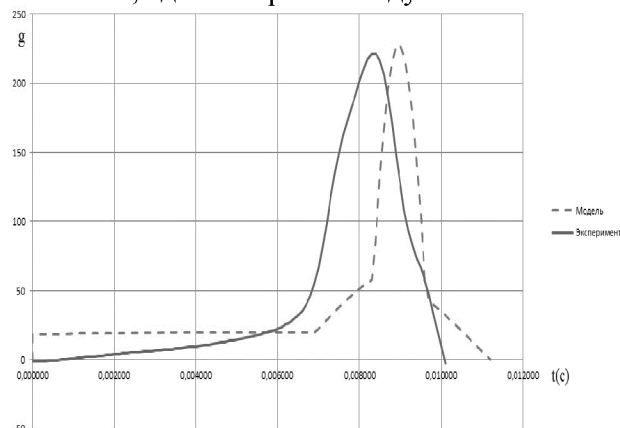


Рисунок 6 – Графики перегрузки на копре при сбросе с 450 мм

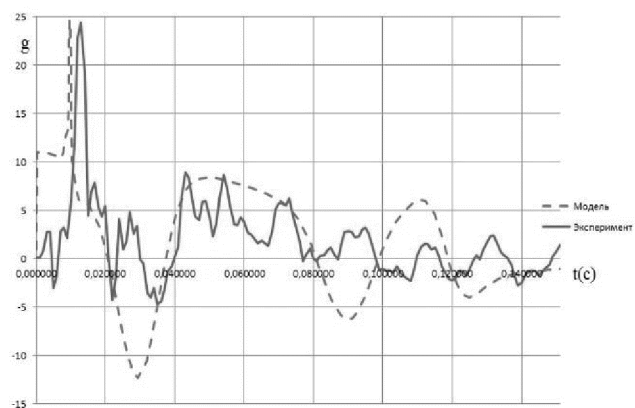


Рисунок 7 – Графики перегрузки на кресле при сбросе с 400 мм

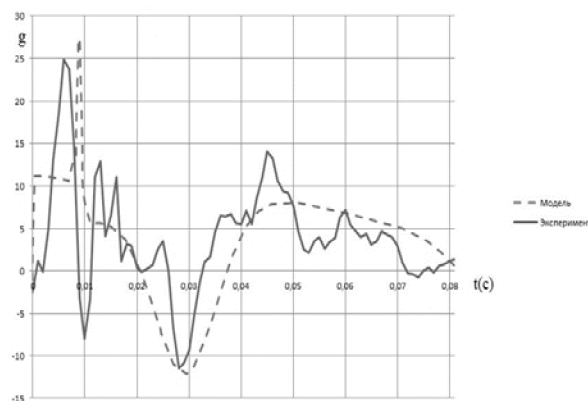


Рисунок 8 – Графики перегрузки на кресле при сбросе с 450 мм

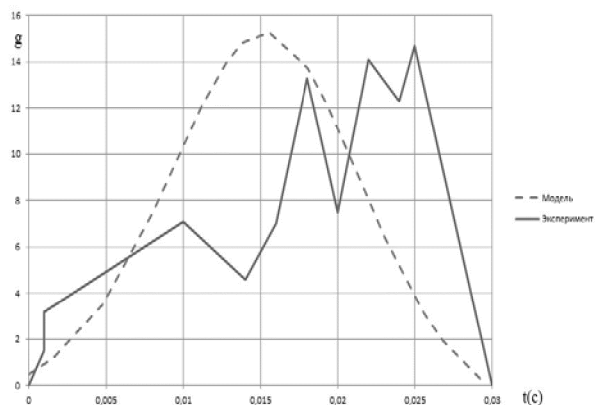


Рисунок 9 – Графики перегрузки на манекене (сплошная линия) и на МЭЧ (штриховая линия) при сбросе с 400 мм

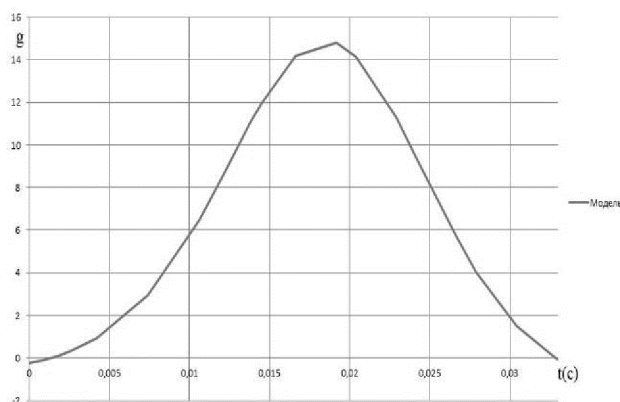


Рисунок 10 – Графики перегрузки на МЭЧ при сбросе с 450 мм

При проведении копровых испытаний на манекене «Гибрид 2» измерялось усилие в позвоночнике, а на манекене «Скиф» – перегрузка в нижнем отделе позвоночника, так как сброс кресла с манекеном «Скиф» с высоты 450 мм не проводилось, данные о перегрузках есть только для сброса 400 мм.

Результаты, полученные в процессе моделирования, показывают, что модель хорошо

отлажена и может быть использована в дальнейшем для определения перегрузок на человеке и улучшения конструкции кресла. Интегрируя ускорение на копре, полученное в результате эксперимента, получаем суммарное изменение скорости 4 м/сек при сбросе с 40 см и 4,6 м/сек при сбросе с 45 см. Скорость, полученная в результате падения копра с высоты 40 см равна 2,7 м/сек, а с высоты 45 см 2,8 м/сек – это означает, что дополнительное изменение скорости получилось в результате отскока копра вверх после соударения. Полученное суммарное изменение скорости соответствует подскоку вверх от подрыва на высоту 50 см при сбросе с 40 см и 53 см при сбросе с 45 см.

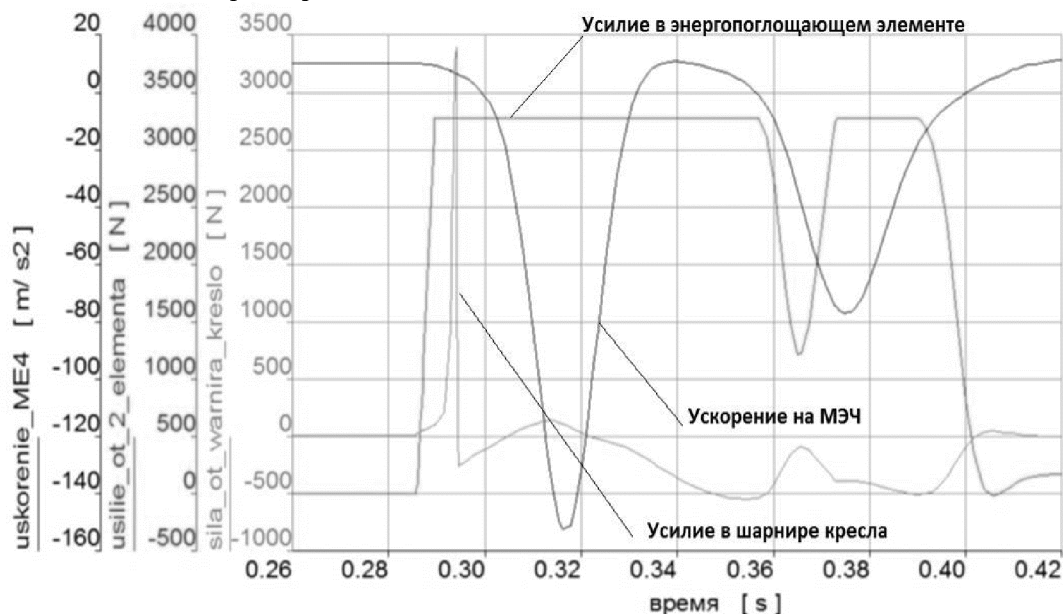


Рисунок 11 – Графики перегрузки на МЭЧ, усилия в энергопоглощающем элементе и шарнире кресла. Сброс 400 мм

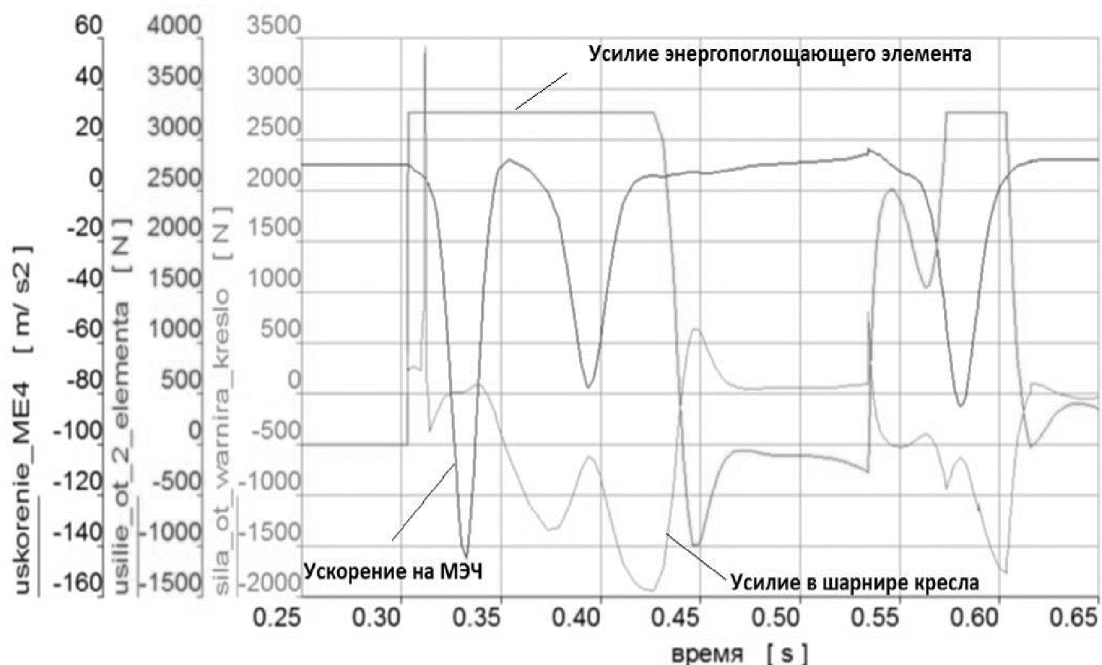
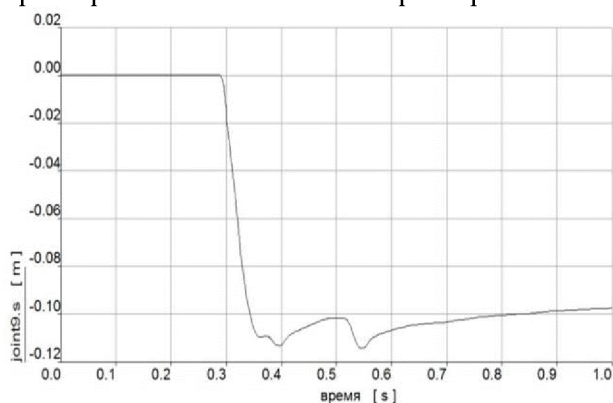


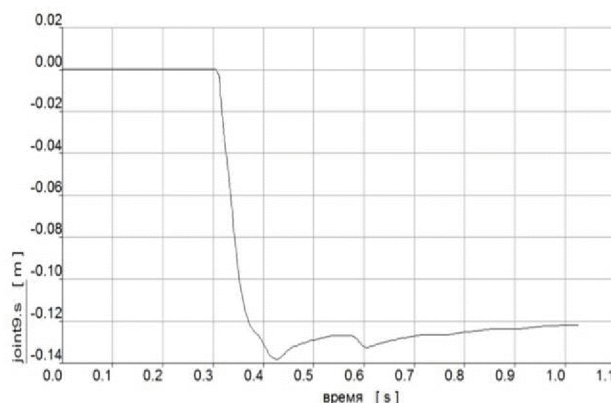
Рисунок 12 – Графики перегрузки на МЭЧ, усилия в энергопоглощающем элементе и шарнире кресла. Сброс 450 мм

Расчеты мощности заряда под колесом машины, который приводит к подскоку на месте водителя на высоту 50 см и 53 см, дает примерную мощность 9,3 и 10 кг ТНТ соответственно. То есть практически было проведено испытание на работоспособность противоминного кресла при подрыве под колесом примерно 9,3 и 10 кг. Полученные значения перегрузок на

манекене не превышают предельно допустимых значений. Предельно допустимые сжимающие усилия в позвоночнике 6,65 кН (678 кг), при испытаниях получено максимально 410 кг при сбросе с 40 см и 440 кг при сбросе с 45 см.



**Рисунок 13 – Просадка кресла.
Сброс 400 мм**



**Рисунок 14 – Просадка кресла.
Сброс 450 мм**

Литература

1. Кулаков Н.А., Любин А.Н. Амортизационное кресло транспортного средства. Заявка №2010143304/11(062333) от 25.10.2010.
2. Кулаков Н.А. Композиционная защита кабины автомобиля «Урал-4320». // Автомобильная промышленность. №10, 2010 г.

Оценка фугасного воздействия мин на несущие конструкции и экипажи автобронетанковой техники. Поражающие факторы. Способы защиты

к.ф.-м.н. доц. Кулаков Н.А., Шевченко А.А.
Университет машиностроения, ГАБТУ МО РФ
(495) 223-05-23 доб. 1507, kulakov@mami.ru,

Аннотация. В работе рассматривается механизм фугасного воздействия подрыва мины на автобронетанковую технику и ее экипажи. Представлены интегральные оценки действия взрыва, позволяющие проводить расчеты на динамику и прочность несущих систем, а также даны критерии для оценки травмобезопасности членов экипажей. Разобраны возможные конструктивные способы повышения противоминной стойкости автобронетанковой техники.

Ключевые слова: автобронетанковая техника, травмобезопасность, противоминная стойкость.

Введение

При проектировании, доводке и модернизации автобронетанковой техники одним из факторов, влияющих на конструктивное исполнение изделия, является его противоминная стойкость.

Противоминная стойкость изделия определяется в первую очередь прочностью конструкции, а при соблюдении прочности – допустимыми перегрузками на экипаж и отсутствием непереносимых акустических нагрузок [1].

Для расчетов на прочность и жесткость несущей конструкции автобронетанковой техники необходимо определить нагрузку, действующую на изделие при подрыве на mine.

Известны простые, проверенные многочисленной практикой зависимости, которые достаточно хорошо описывают воздействие взрыва на конструкцию [2, 3, 4]. В соответствии с этими зависимостями существует характерное расстояние от точки взрыва R_0 (рисунок 1). При расстоянии меньшем, чем R_0 , действуют взрывные газы, а при удалении от точки взрыва на расстояние большее R_0 формируется воздушная ударная волна со своими параметрами.