

**РАСЧЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОТИВОМИННОЙ ЗАЩИТЫ
ЛЕГКОБРОНИРОВАННОГО АВТОМОБИЛЯ МЗКТ-490100
CALCULATION STUDIES OF MINE PROTECTION
OF A LIGHTLY ARMORED VEHICLE MZKT-490100**

С.В. Раевский, А.Л. Кисельков

ОАО «Минский завод колесных тягачей», г. Минск, Беларусь

S. Rajewski, A. Kiselkov

Joint Stock Company Minsk Wheel Tractor Plant, Minsk, Belarus

Значительное расширение средств борьбы с бронированными транспортными средствами (БТС) сделало живучесть БТС важнейшим условием выполнения боевой задачи.

A significant expansion of the means of fighting armored vehicles (BTS) made the survivability of BTS an important condition for the combat mission.

ВВЕДЕНИЕ

С учетом того, что локальные конфликты наиболее характерны для современных условий, именно мины и средства ближнего боя наиболее опасны для БТС и обеспечение противоминной защиты стало одной из главных проблем, стоящих перед разработчиками современных машин военного назначения.

Опыт показывает, что в большинстве случаев применяются мины, а чаще самодельные взрывные устройства (СВУ), фугасного действия. Анализ имеющихся данных показывает, что более половины применяемых взрывных устройств имеют тротиловые эквиваленты 6 – 8 кг.

РАСЧЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОТИВОМИННОЙ ЗАЩИТЫ

Обеспечение противоминной защиты БТС в первую очередь определяется требованиями по защите экипажа и лишь во вторую – требованиями по сохранению работоспособности машины. Сохранение работоспособности экипажа может быть достигнуто при выполнении ряда условий.

Первым условием является минимизация динамических нагрузок, передаваемых при подрыве на узлы крепления кресел экипажа или

Секция «ТРАКТОРЫ, МОБИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ»

десанта. В случае крепления кресел непосредственно на днище машины, на узлы их крепления передается практически вся энергия, сообщаемая этому участку днища, поэтому требуются чрезвычайно эффективные энергопоглощающие узлы кресел. Обеспечение защиты при большой мощности заряда становится сомнительным.

При креплении кресел к бортам или крыше корпуса, куда не распространяется зона локальных «взрывных» деформаций, на узлы крепления передается лишь та часть динамических нагрузок, которая распространяется на корпус машины в целом. Учитывая значительную массу БТС, а также упругость подвески и частичное поглощение энергии за счет локальной деформации конструкции, ускорения, передаваемые на борта и крышу корпуса, будут сравнительно невелики.

Вторым условием сохранения работоспособности экипажа является исключение контакта с днищем при максимальном динамическом прогибе. Этого можно достичь чисто конструктивно – за счет получения необходимого зазора между днищем и полом обитаемого отделения.

Таким образом, работоспособность экипажа обеспечивается специальными амортизирующими креслами, закрепленные удаленно от зон возможного приложения взрывных нагрузок, а также путем исключения контакта экипажа с днищем при максимальном динамическом прогибе. Противоминная защиты автомобилей обеспечивается как рациональной V-образной формой нижней части корпуса, так и повышением прочности днища за счет применения броневых листов большой толщины и обязательным применением специальных энергопоглощающих сидений. Защита обеспечивается только для обитаемого модуля.

Нормативными документами, по которым проводится оценка воздействия взрыва на экипаж БТС являются: STANAG 4569, RTO-TR-NFM-090 и AEP-55. В соответствии с данными документами вводится комплекс показателей противоминной защищенности экипажа БТС.

Для оценки степени передачи ударного импульса от подрыва заряда к членам экипажа легкобронированного автомобиля (ЛБА) использовалась конечно-элементная (КЭ) модель манекена Hybrid III. Манекен имеет структуру, приближенную к анатомическому строению человека. Для получения оценки вероятности получения травм

Секция «ТРАКТОРЫ, МОБИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ»

использовались данные измерений физических величин по определенным контрольным точкам манекена. При оценке противоминной защищённости экипажа использовалась технология суперкомпьютерного анализа конструкций корпусов универсальных БТС, внедренная на МЗКТ Объединенным институтом проблем информатики Национальной Академии наук (ОИПИ НАН РБ).

КЭ модель создавалась по трехмерной электронной модели ЛБА с необходимыми упрощениями. КЭ модель ЛБА включает: корпус, двери, верхние люки бойницы дверей, ветровые окна и окна дверей, раму, двигатель, коробку переключения передач, экран противоминной защиты. Материал корпуса ЛБА - сталь А3. Свойства материалов – нелинейные, с учетом поведения за пределами текучести и возможностью разрушения. В КЭ модель включены сиденье водителя с пневмоподвеской и сиденья десанта. Сиденья оборудованы ремнями безопасности. После создания КЭ модели в пре- постпроцессоре LS - Dyna импортируются и позиционируются манекены Hybrid III, накладываются контактные и граничные условия.

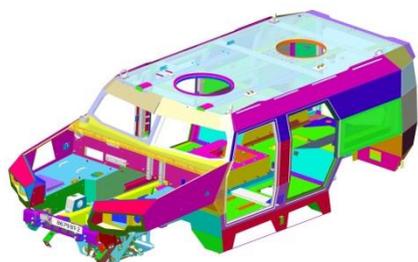


Рисунок 1 – Трехмерная модель ЛБА

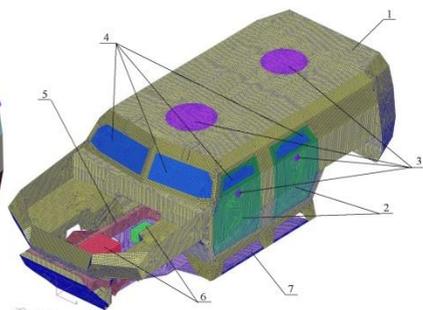


Рисунок 2 – КЭ модель ЛБА

Расчет проводился с использованием решателя LS-Dyna, проводился в Лагранжевой постановке. Взрывное воздействие на конструкцию задавалось в виде функции давления от времени с использованием специальной функции CONWEP, позволяющей приложить давление, зная массу заряда, расстояние до него и ориентацию конструкции в пространстве.

Масса заряда в тротиловом эквиваленте принималась 8 кг. Рассчитывалось 5 положений зарядов относительно корпуса ЛБА. Подрыв

Секция «ТРАКТОРЫ, МОБИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ»

заряда в момент времени $t=0.1$ с. В интервале времени 0 с – 0.1 с происходит гравитационная посадка манекенов на подушки сидений. Окончание времени расчета $t=0.3$ с. Данное время достаточно для передачи нагрузок от деформируемого корпуса экипажу. Рассчитывалось два исполнения ЛБА - без экрана противоминной защиты и с уставленным экраном.

По результатам расчетов самый неблагоприятный случай подрыва - взрывное устройство расположено под днищем ТС, между сиденьями водителя и командира. При отсутствии экрана противоминной защиты пиковая перегрузка головы водителя $82g$, командира – $18g$. У остальных членов экипажа - от $27g$ до $45g$. Для водителя критерии повреждения превышают допустимые значения для головы, шеи и ног. У остальных членов экипажа – для шеи и ног, в зависимости от расположения в обитаемом отсеке.

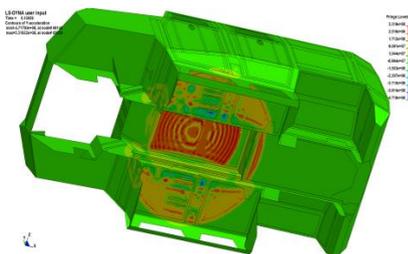


Рисунок 3 – Поле ускорений

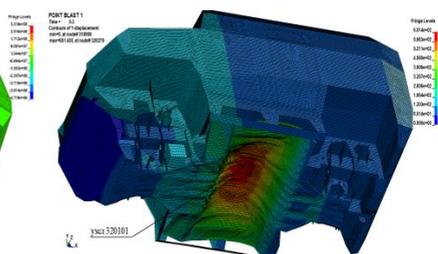


Рисунок 4 – Деформация корпуса

При использовании экрана противоминной защиты пиковая перегрузка головы водителя снижается до $13g$. Снижаются значения перегрузки для остальных членов экипажа. У водителя критерии повреждения превышают допустимые значения только для ног. У командира критерии повреждения не превосходят допустимых значений. У остальных членов экипажа критерии повреждения превосходят допустимые значения для шеи и ног, в зависимости от расположения в ТС.

Таким образом, использование экранов противоминной защиты снижает риск получения травмы членами экипажа БТС. Выявлена необходимость доработки подножек сидений десанта для снижения вероятности получения травм нижних конечностей. Так же выявлена необходимость доработки рабочего места водителя – изолирование ног от пола ТС с помощью фальшпола.