

творительным результатом для поставленной задачи.

Таблица 1

Набор изображений	Количество кадров	Всего линий	Распознано линий	Правильно распознано
Cordova1	250	919	863	91,62%
Cordova2	406	1048	1194	85,5%
Washington1	336	1274	1325	92,78%
Washington2	232	931	964	93,66%
Москва	1400	3376	3068	90,89%

Таким образом, разработана и испытана подсистема технического зрения с программным модулем распознавания дорожной разметки. С учетом поставленной задачи были подобраны аппаратные компоненты комплекса. Результаты работы могут быть использованы при реализации компьютерных систем технического зрения в отечественных автомобилях.

Литература

1. Электронный ресурс <http://www.gibdd.ru/stat/>
2. Электронный ресурс <http://systemsauto.ru>
3. Воротников С.А. Информационные устройства робототехнических систем – Изд-во: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005.
4. Конушин А., Киншаков В., Крылов А. Алгоритмы детектирования разметки и дефектов дорожного покрытия. – М.: Изд-во МГУ, 2009.

Особенности конструкций энергопоглощающих кресел, используемых в автобронетанковой и авиационной технике

к.ф-м.н. доц. Кулаков Н.А., Гаврилов Е.В.

Университет машиностроения

(495) 223-05-23, доб. 1507, kulakov@mami.ru, andhover@mail.ru

Аннотация. В статье дан обзор энергопоглощающих кресел, применяемых в автобронетанковой и авиационной технике начиная с 60-ых годов XX века до наших дней. Представлены различные виды энергопоглощающих элементов, которые используются в креслах. Рассмотрена возможность применения вертолётных кресел для защиты экипажа автобронетанковой техники при подрыве на mine. Представлены конструкции противоминных кресел, разработанных НТЦ «Спецтехника» Университета машиностроения.

Ключевые слова: автобронетанковая техника, вертикальные перегрузки, травмобезопасность экипажа, энергопоглощающее кресло, энергопоглощающий элемент.

Одной из проблем, стоящих перед конструкторами вертолетов, легкой авиации и автобронетанковой техники является задача увеличения травмобезопасности экипажа при аварийной посадке (для авиации) и при подрыве на минах (для автобронетанковой техники). При аварийном приземлении вертолетов и самолетов на экипаж действуют большие вертикальные перегрузки (18-30g) при относительно малом времени действия (до 71 мс) [13], которые приводят к травмам экипажа. Одной из самых уязвимых частей тела при вертикальных перегрузках является позвоночный столб. Позвоночник не выдерживает перегрузок и происходят переломы позвонков и межпозвоночных дисков. Для предотвращения подобных травм были разработаны энергопоглощающие кресла, которые за счёт деформации энергопоглощающих элементов и, соответственно, просадки кресла, рассеивают энергию удара, тем самым снижая перегрузки. Подобные перегрузки действуют и при подрыве автобронетанковой техники на mine, однако, с большей амплитудой и меньшим временем действия (порядка 1-5 мс). Корпус автобронетанковой техники при подрыве практически мгновенно приобретает вертикальную скорость и без соответствующей защиты экипаж получает серьёзные травмы

позвоночника.

Начало разработки энергопоглощающих кресел относится к 60-м годам XX века. Они применялись для защиты экипажа вертолётки от больших вертикальных перегрузок при крушении или аварийной посадке вертолётки. Эволюция таких кресел за рубежом подробно описана в статье [7]. Так, первые предпосылки к их разработке появились в конце 50-х начале 60-х годов XX века в результате работы по изучению травм при авиационных авариях отделением (AvCIR) Фонда Безопасности Полётов (США) (в дальнейшем переименовано в отделение исследования и проектирования авиационной безопасности). Позже в 60-70-х годах была проделана значительная работа по определению основной концепции конструкции и характеристик энергопоглощающих элементов, которые являются основными составляющими конструкции кресла, снижающих перегрузки экипажа. В процессе развития энергопоглощающих устройств были разработаны многочисленные варианты энергопоглощающих элементов:

- 1) деформирующийся столб;
- 2) прокатка валиков;
- 3) выворачивающаяся труба;
- 4) резка или срез;
- 5) труба и пуансон;
- 6) прокатка или сплющивание трубы;
- 7) прокатка проволоки, ленты или стержня;
- 8) обкатка проволоки вокруг валиков;
- 9) деформирующееся звено цепи;
- 10) растяжение трубы, ремня или тросика;
- 11) расширение трубы;
- 12) скручивание тросика;
- 13) стержень и пуансон;
- 14) гидравлические;
- 15) пневматические.

Рассмотрим основные типы энергопоглощающих элементов.

Деформирующийся столб. Самый простой и самый очевидный тип процесса поглощения энергии является смятие стержня или трубы, изготовленных из алюминия или пеноматериала, как показано на рисунке 1,а. Энергопоглощающий элемент представляет собой силовой цилиндр, внутри которого расположен разрушаемый элемент и поршень, через который передается нагрузка. Характеристика зависимости нагрузки от перемещения была получена путем смятия столба. Устройство было впервые использовано в десантных телескопических стойках для вертолётки Sikorsky (Сикорский) S-58, S-61, и S-62, но позже было использовано в качестве поглотителя энергии для кресла пилота в ранних моделях вертолётки Bell 222 Light Twin. Сотовый материал, используемый в энергопоглощающем элементе позже был заменен корпорацией Белл на малую трубу композитного материала, которая была не только меньше, но и легче.

Прокатка валиков. В ранних конструкциях энергопоглощающий элемент состоял из валиков, расположенных между двумя телескопическими цилиндрами. При дальнейшей разработке валики были заменены на витки нержавеющей проволоки (рисунок 1,б). Напряжение между цилиндрами и валиками или проволокой обеспечивало прокатку, а не скольжение при приложении нагрузки. Циклическая пластическая деформация прокатки валиков или витков проволоки обеспечивает процесс поглощения энергии. Такие энергопоглощающие элементы были разработаны компанией АРА (США) и впервые использованы на ранней стадии развития вертолётных кресел СН-46, а затем несколько более успешно, в креслах, разработанных для вертолётки UH-60 Black Hawk.

Выворачивающаяся труба. Поглощение энергии осуществляется при действии сжимающей силы за счет выворачивания трубы внутрь или наружу. Экспериментальные результаты показывают, что процесс выворачивания (инверсии) возможен только для определенных

материалов с большой пластичностью и только для определенного диапазона соотношения толщины трубы к её диаметру. Процесс инверсии происходит при постоянном усилии, а окончательный диаметр трубы имеет устойчивое значение и зависит от начального диаметра и толщины трубы [9]. Устройство было разработано компанией General Motors [10] для использования в рулевых колонках, чтобы смягчить удар человека при авариях. В 1970-ых годах компания Simula (США) адаптировала данное устройство для применения в вертолётных креслах в качестве энергопоглощающего элемента (рисунок 1,в). Впервые энергопоглощающие элементы были установлены на ранних моделях вертолётных креслах UH-60 Black Hawk, они конкурировали с поглотителями энергии с прокаткой роликов компании АРА. Процесс выворачивания трубы даёт стабильные характеристики, поэтому такие элементы были использованы в большинстве военных кресел Simula, в том числе для кресел вертолётных UH-60 Black Hawk и его модификации, AH-64A и D Apache, SH-60 Seahawk и его модификации, SH-3 Sea King, CH-53 Sea Stallion, EH101 и его модификации, UH-1Y, AH-1Z, RAH-66 Comanche, а также HH-60J и H.

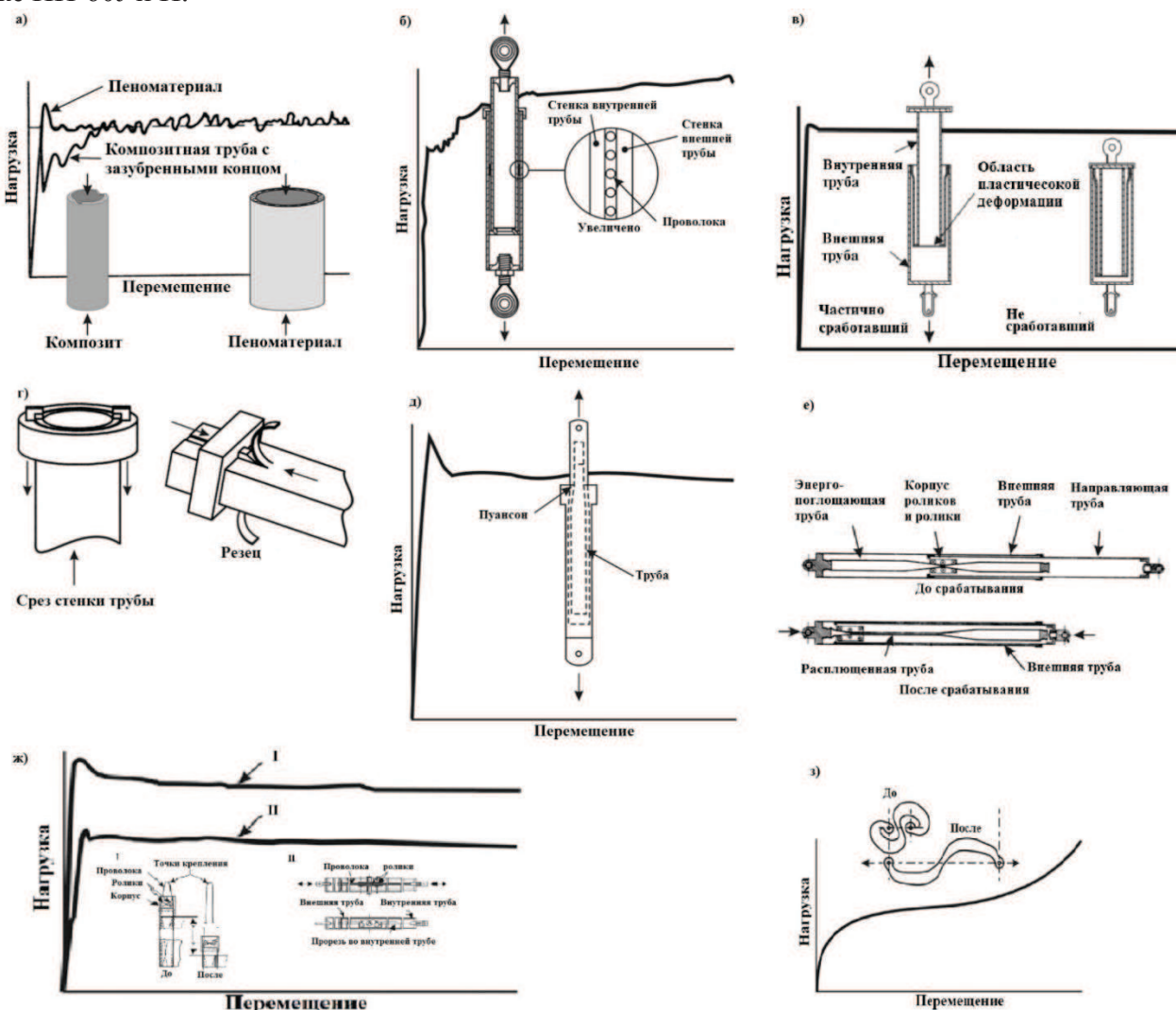


Рисунок 1. Варианты исполнения энергопоглощающих элементов

Резка или срез. Несколько различных металлорежущих типов устройств были разработаны в 60-х и 70-х годах XX века. Среди прочих конструкций существуют следующие: устройство, срезающее стенку трубы, устройство с широким резцом, срезающим металлический стержень с прямоугольным сечением (рисунок 1,г). Ранние конструкции энергопоглощающих элементов данного типа не обладали должной эффективностью и стабильностью характеристик для использования в креслах вертолётных. В 1990-х годах компания Martin Baker успешно разработала и внедрила несколько энергопоглощающих систем с использованием среза металла, которые использовались в креслах вертолётных: Tiger Attack (французско-

немецкий вертолет), Rooivalk Attack (южноафриканский вертолёт).

Труба и пуансон. Для поглощения энергии данное устройство использует силу, необходимую, чтобы увеличить или уменьшить диаметр трубы. Закалённый пуансон протягивается через трубу или наоборот, труба протягивается через пуансон. Энергия поглощается, заставляя трубу увеличивать свой диаметр, когда пуансон протягивается через неё или уменьшать свой диаметр при протяжке трубы через пуансон. Усилие, необходимое для преодоления трения, также способствует процессу поглощения энергии (рисунок 1,д). На рисунке показана конструкция, которая уменьшает диаметр трубы, этот тип энергопоглощающего элемента используется в вертолётных креслах Martin Baker для вертолета Agusta A129 Attack. Вторым исполнением данного типа поглотителя энергии является конструкция, в которой труба протягивается через набор пуансонов или роликов. Конструкция, показанная на рисунке 1,е, способна воспринимать усилие как при растяжении, так и при сжатии. Устройства такого типа используются компанией IAI (Израиль). В данной конструкции энергия поглощается благодаря пластической деформации трубы в радиальном направлении (сплющивании). При использовании пуансонов вместо роликов большая часть энергии поглощается благодаря трению.

Прокатка проволоки, ленты или стержня. Конструкция использует для поглощения энергии силу, необходимую для изгиба стальной проволоки или ленты. Принцип действия заключается в следующем: стальная проволока или лента прокатывается через несколько роликов или штифтов, тем самым деформируясь и поглощая энергию. В самых простых исполнениях нагрузка воспринимается только в одном направлении. Однако фиксируя оба конца проволоки и фиксируя ролики на конструкции кресла можно добиться поглощения энергии в двух направлениях. Два варианта конструкции были разработаны и используются в креслах десантников. Эти кресла могут быть прикреплены как к потолку, так и к полу (рисунок 1,ж). Компоновка I, представленная на рисунке 1,ж, способна работать только на растяжение, компоновка II – работает как на сжатие, так и на растяжение. Устройство расположено внутри двух телескопических алюминиевых трубках. На внутреннем конце внутренней трубы находится крышка, через которую продета проволока, а два свободных конца проволоки закреплены шпилькой на внешнем конце внутренней трубы. Бегунок, состоящий из 3 роликов, находится во внутренней трубе и, в зависимости от направления приложенной силы, катается влево или вправо, изгибая проволоку. Бегунок прикреплён к внешней трубе, а во внутренней существуют специальные прорезы, позволяющие это делать. Данный тип энергопоглощающего элемента используется в креслах десантников вертолётов UH-60 Black Hawk. Также различные вариации используются компаниями Skyline (США), Fischer (Германия) и Simula, которая применяет их в креслах гражданских вертолётов.

Деформирующиеся звено. Первыми исследованиями занялись голландские ученые в начале 1960-х годов [10]. Была выбрана S-образная форма звена, для того чтобы добиться максимально возможного хода, при выпрямлении (рисунок 1,з). Подобный энергопоглощающий элемент используется в гражданских вертолётах, и в автобронетанковой технике для поглощения удара при подрыве на mine. Типичная диаграмма усилие-перемещение показана на рисунке 1,з, однако, изменяя параметры звена можно добиться любой желаемой характеристики.

Максимально допустимая перегрузка, установленная научно-исследовательской лабораторией проблем аэромобильности, составляет 14,5 g [6]. Таким образом, при постоянной характеристике усилие-перемещение будет осуществляться более эффективное поглощение энергии.

Существуют 3 поколения энергопоглощающих кресел, используемых в вертолётах. Первое поколение кресел было оснащено энергопоглощающими элементами с фиксированной силой срабатывания. Они были разработаны под экипаж 50-го перцентиля, для максимизации эффективности и широкого диапазона массы экипажа. На деле получилось, что экипаж с большей массой тела приобретал меньшую перегрузку при большей посадке кресла, что чревато ударом при достижении максимальной посадки, а экипаж с меньшей массой приоб-

ретал большую перегрузку и, соответственно, был подвержен большому риску получения травм. Таким образом, появилась необходимость в изобретении энергопоглощающих элементов с изменяемой силой срабатывания, для того, чтобы обеспечивать одинаковый уровень безопасности для экипажа с различной массой тела. Второе поколение вертолётных кресел было оснащено механизмом ручной регулировки силы срабатывания энергопоглощающей системы, при дальнейшем развитии были разработаны кресла с автоматической настройкой силы срабатывания. Кресло, оснащенное такой системой, автоматически определяет вес человека и по весу выбирает необходимую силу срабатывания [14]. Третье поколение кресел оборудовано энергопоглощающими элементами с заданной характеристикой просадка-усилие. В 1970 году Карр и Филлипс опубликовали результаты исследования, которое указывало, что можно было бы реализовать более эффективную просадку кресла экипажа вертолёта, используя более сложную, непостоянную характеристику просадка-усилие [5]. Авторы также утверждают, что человек, сидящий в кресле, испытывает меньшее воздействие при использовании энергопоглощающего элемента с заданной характеристикой просадки от усилия. Они предлагают увеличить первоначальный пик срабатывания энергопоглощающего элемента (предполагается, что благодаря жесткости и демпфированию позвоночного столба человека усилие в позвоночнике не успеет возрасти до критического значения), после чего резко снизить усилие, чтобы разгрузить позвоночник, затем медленно увеличить удерживающее усилие и вывести его на постоянное значение.

Энергопоглощающие кресла вертолётов первого поколения. Существуют множество организаций по всему миру, которые занимаются разработкой вертолётных кресел, основные из них это: Simula (США), Skyline (США), Martin Backer (Великобритания), Fischer (Германия), IAI (Израиль), ОАО НПП «Звезда». Кресла первого поколения были оснащены энергопоглощающими элементами различных типов: с выворачиванием трубы, с прокаткой проволоки, с трубой и пуансоном, с использованием среза металла и с изгибом металлической ленты. Обычно кресло крепится к корпусу вертолёта при помощи направляющих с использованием подшипников скольжения или роликовых подшипников. Кресло вывешивается на энергопоглощающие элементы, при столкновении усилие в них достигает своего максимального значения, и начинается просадка кресла, усилие остаётся постоянным при любой просадке. При поглощении всей энергии, переданной корпусом вертолёта, кресло останавливается. На рисунке 2 показаны различные варианты энергопоглощающих кресел, кругами обозначены места установки энергопоглощающих элементов, стрелками ход кресла при просадке.

Энергопоглощающие кресла вертолётов второго поколения. Работы по созданию вертолётных энергопоглощающих кресел с изменяемой силой срабатывания были начаты компанией Simula в соответствии с договором с ВМС США в начале 80-х годов [8, 12]. Такие кресла были созданы с использованием двух типов энергопоглощающих элементов: с прокаткой проволоки и с выворачиванием трубы. При прокатке проволоки сила срабатывания зависит от относительного расположения роликов. Таким образом, энергопоглощающие элементы с изменяемой силой срабатывания были разработаны, с возможностью регулировки силы путем выборочного изменения расположения центрального ролика. Ручка управления, используемая для регулировки нагрузки, расположена на корпусе. На ней нанесена шкала для регулировки по массе, чтобы обеспечить оптимальную защиту пассажира при столкновении.

Для энергопоглощающего элемента с регулируемой силой срабатывания с использованием выворачивания трубы ручная настройка была сделана также, как и для предыдущего типа, с рукоятью, позволяющей регулировать силу срабатывания, сидя в кресле. Сама регулировка была сделана с помощью механизма, который добавлял усилие к основному усилию, получаемому путем выворачивания трубы. Конструкция была разработана так, чтобы усилие от выворачивания трубы соответствовало самому лёгкому пассажиру. Дополнительное усилие, для пассажиров большего веса, создаётся увеличением глубины проникновения шариков, расположенных в области выворачивания трубы. Различное радиальное положение шариков обеспечивается эксцентриком. Вращение ручки в одну сторону обеспечивает меньший

радиус и производит меньшие канавки на выворачиваемой части трубы и, соответственно, уменьшает усилие. Поворот ручки в другую сторону увеличивает радиус и производит более глубокие канавки на выворачиваемой части трубы, добавляя усилие. Глубина канавок соответствует определённому добавочному усилию и повороту ручки регулировки.

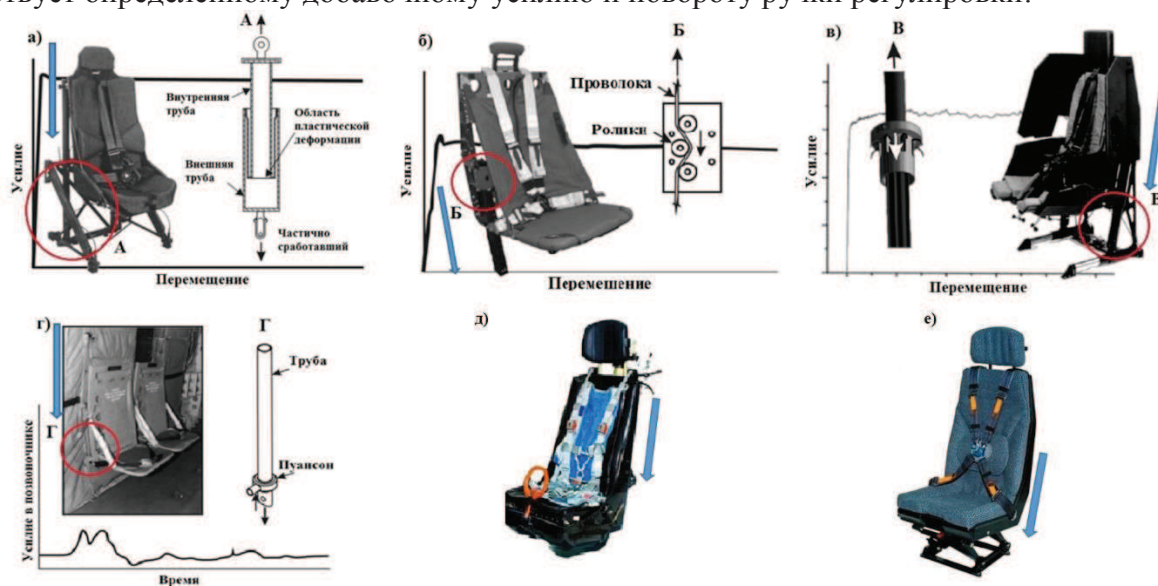


Рисунок 2. Кресло компании Simula (а, б), Martin Backer (в), IAI (г), Памир (ОАО НПП «Звезда») (д) и АК 2000 (ОАО НПП «Звезда») (е)

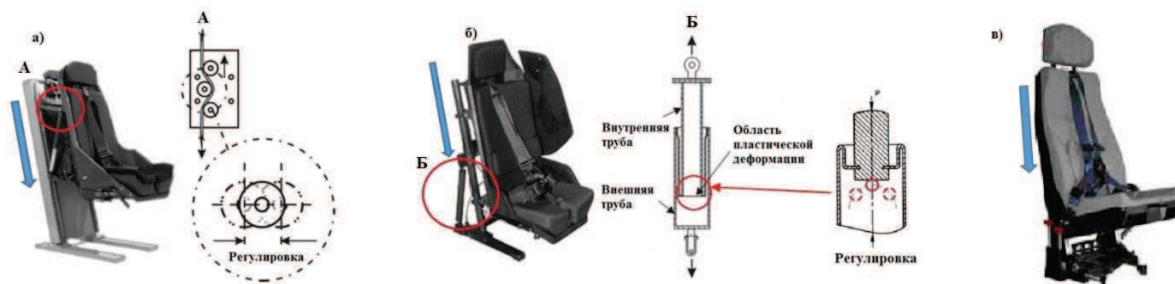


Рисунок 3. Вертолётные кресла с регулируемой силой срабатывания: Simula вертолёт V-22 (а) и вертолёт UH-1Y (б), ОАО НПП «Звезда» АК 2000А (в)

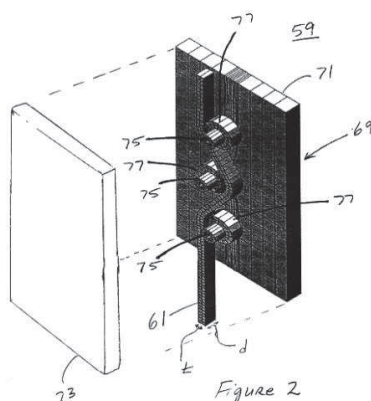


Рисунок 4. Энергопоглощающий элемент с заданной характеристикой просадка-усилие

Энергопоглощающие кресла вертолётов третьего поколения. Энергопоглощающие элементы с переменной характеристикой усилие-просадка уменьшают ход кресла при крушении вертолётов, одновременно не увеличивая нагрузку на экипаж. Кресла с такими типами энергопоглощающими элементами были разработаны компаниями Fischer и Skyline.

Компания Fischer, как было описано раньше, использует в своих креслах изгиб металлической ленты для поглощения энергии удара. Переменное усилие достигается непостоян-

ной шириной ленты. Таким образом, удалось достичь уменьшения просадки кресла с 6 до 2 дюймов (с 152,4 мм до 50,8 мм) при значении усилия, замеренном в позвоночнике манекена 50-го перцентиля, меньшим чем 680 кг, что соответствует стандарту для гражданский вертолётов [13]. Компания Skyline разработала свои кресла с заданной характеристикой просадки от усилия для десантных кресел вертолёт УН-1У и кресла оператора воздушно-десантного командования армии США. Для задания переменной характеристики усилие-просадка в энергопоглощающем элементе с прокатыванием проволоки использовалась проволока с переменным прямоугольным сечением. Конструкция таких кресел запатентована [4]. На рисунке 4 энергопоглощающее устройство показано в разобранном виде.

Существует большое количество производителей энергопоглощающих кресел по всему миру, для установки в образцах автобронетанковой техники. Основные компании – это Autoflug (Германия) (рисунок 5 а, б), Alen Vanguard (Канада) (рисунок 5 в, г, д) и Takata (Япония).



Рисунок 5. Энергопоглощающие кресла автобронетанковой техники компаний Autoflug (а, б,в), Alen vanguard (г, д, е) и Takata (ж)

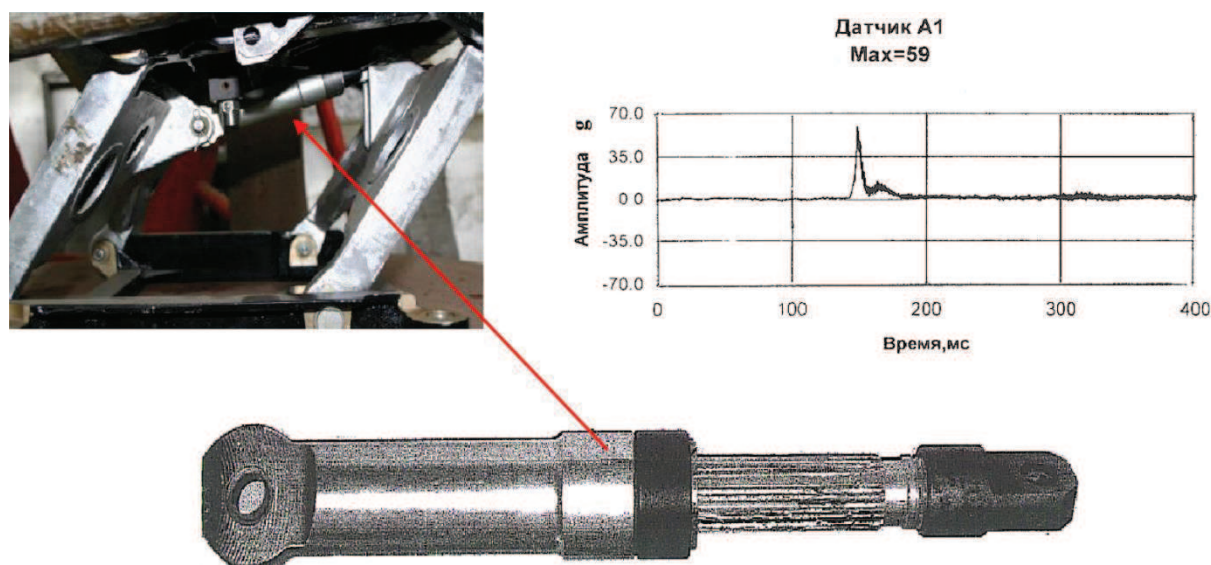


Рисунок 6. Механизм энергопоглощения кресла АК 2000, график перегрузки на кресле при подрыве на фугасном заряде и энергопоглощающий элемент кресла

НТЦ «Спецтехника» провел испытания вертолётного энергопоглощающего кресла АК-2000 производства ОАО НПП «Звезда» на возможность его использования для защиты экипажа автобронетанковой техники при подрыве на mine. Сиденье устанавливается на качающе-«складывающейся» стойке-опоре (рисунок 6). Стойка устанавливается шарнирно в четырех кронштейнах, которые шпильками крепятся к полу кабины. В верхней части стойки шарнирно закрепляются к сиденью. Между верхней и нижней рамками стоек закрепляется одноразовый демпфер (энергопоглощающий элемент) пластического типа, порог срабатывания демпфера составляет 800 кгс (свободный ход –7-10см). В результате натурных испытаний автомобиля ГАЗ 39371 «Водник», в составе с противоминным днищем и вертолётным амортизационным креслом АК-2000 на фугасном заряде мощностью, эквивалентной 4 кг тротила под днищем, установлено, что энергопоглощающий элемент в кресле не сработал, очевидно, в результате существенного повышения порога срабатывания для характерной для подрыва высокой скорости нарастания перегрузки. В результате эксперимента перегрузки на

массовом эквиваленте человека достигли 53-59g (рисунок 6), что превышает допустимые 14.5 g. При этом противоминное днище не разрушилось.

Основной особенностью защиты экипажей автобронетанковой техники при подрыве являются упругопластические деформации пола и боковины (при боковом подрыве) с очень большими ускорениями, которые могут быть от нескольких сотен до тысяч g при достаточно малых прогибах. Эти деформации обуславливают основной способ крепления энергопоглощающих кресел к крыше, причем наиболее оптимальным является маятниковая подвеска, которая позволяет подстраиваться под нагрузку, которая действует не строго вертикально. Второй особенностью перегрузок при подрыве является то, что конструкция получает начальную скорость подброса изделия как жесткого целого за время 1-2 мс (время действия взрыва). Такое короткое время нарастания перегрузки накладывает существенные ограничения на конструкцию энергопоглощающих элементов. Испытания, которые были проведены НТЦ «Спецтехника» показали, что конструкции элементов, связанных со срезом или смятием материала, для таких скоростей нарастания нагрузки, имеют эффект запаздывания при существенном увеличении перегрузок в начальный момент срабатывания.

После испытаний вертолётного кресла было принято решение заняться разработкой энергопоглощающих кресел для автобронетанковой техники. В результате работ была построена и отлажена математическая модель динамического поведения кресла [2], и на её основе изготовлен экспериментальный образец, а позже получен патент РФ № 2448848 [3]. Кресло (рисунок 7 а) работает следующим образом. При взрыве мины ударная волна, воздействуя на корпус 6 транспортного средства, практически мгновенно (за 1-2 мс) придает корпусу 6 вертикальную скорость. Корпус 6 начинает перемещаться вверх, и вместе с корпусом 6 начинает перемещаться вверх шарнирно связанная с ним, через свои боковые направляющие 4, рама 3. Вместе с рамой 3 перемещается связанный с ней, через жесткий элемент 22, деформируемый элемент, выполненный в виде верхней проволоки 20 и сам корпус 9 энергопоглощающего устройства. При этом закрепленный на раме 3 конец привязного ремня 15 также перемещается, в результате чего происходит подтягивание привязных ремней 15 и плотная фиксация человека в кресле. Далее в результате силового взаимодействия верхней проволоки 20 с верхними цилиндрическими опорами 18 начинается ее деформирование. Одновременно с этим, в результате увеличения усилий в верхней части энергопоглощающего устройства 8 (рисунок 7 б, в), приводится в действие нижний деформируемый элемент, выполненный в виде нижней проволоки 21, которая в результате силового взаимодействия с нижними цилиндрическими опорами 19 начинает деформироваться. В результате указанных деформаций проволок 20 и 21 происходит энергопоглощение. Одновременно с перемещением рамы 3 и деформацией проволок 20 и 21 происходит перемещение сидения 1 со спинкой 2 относительно корпуса 6 транспортного средства. Перемещение сидения 1 со спинкой 2 происходит по боковым направляющим 4 рамы 3, которые установлены во втулках 5, закрепленных на спинке 2. Сидение 1 со спинкой 2 перемещается относительно корпуса 6 транспортного средства вниз, вперед и с поворотом назад, за счет шарнирного соединения рычагов 7 с сиденьем 1 и корпусом 6, а также -шарнирного соединения верхних концов боковых направляющих 4 с корпусом 6. При этом ноги человека расположены на подставке 24, что исключает их прямой контакт с полом. Таким образом, при подрыве миной автобронетанкового транспортного средства или аварийной жесткой посадке авиационного средства происходит энергопоглощение и одновременно с этим подтягивание привязных ремней, исключение контакта ног с полом и перемещение сидения с человеком вниз и вперед с поворотом назад, что снижает перегрузку на него, рационально ее перераспределяет, надежно удерживает человека в кресле, повышая в целом его защищенность.

В данный момент у НТЦ «Спецтехника» существуют конструкция энергопоглощающие кресла двух поколений. Конструкция первого поколения (рисунок 7 г) описана в патенте. Конструкция второго поколения кресел (рисунок 7 д) схожа с конструкцией первого поколения с рядом улучшений: в конструкции использовано анатомическое кресло, что улучшает его комфортабельность, также предусмотрена регулировка кресла «вверх-вниз» и «вперед-

назад», установлен 6-ти точечный ремень безопасности, который лучше удерживает пассажира при экстремальных перегрузках.

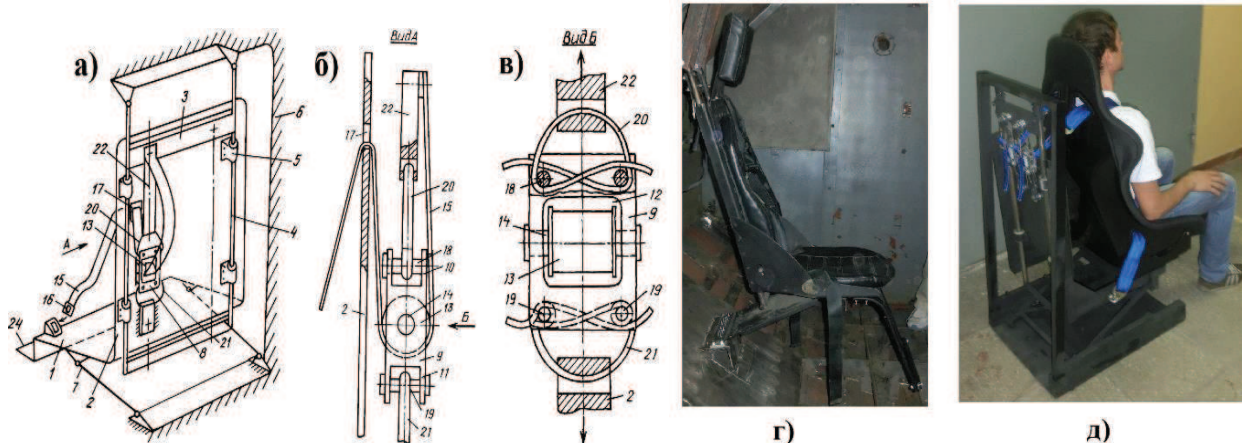


Рисунок 7. Энергопоглощающее кресло НТЦ «Спецтехника». Чертёж кресла (а), чертёж энергопоглощающего элемента (б,в), образец первого поколения кресла (г) и образец второго поколения кресла (д)

На рисунке 8 на графиках представлено усилие в позвоночном столбе антропоморфного манекена Гибрид 2, возникающее при подрыве 6 кг тротила под днищем транспортного средства. Максимально значение усилия – 200 кг при допустимом значении в 650 кг (Авиационные правила № 29 [1]).

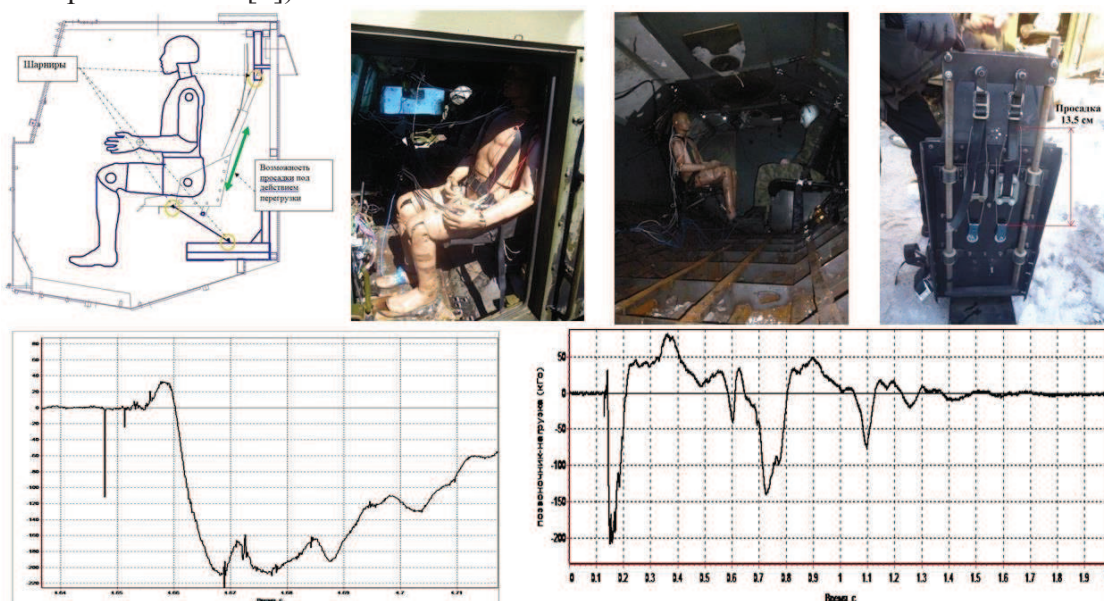


Рисунок 8. Энергопоглощающее кресло НТЦ «Спецтехника». Испытания на образце автобронетанковой техники и графики усилия в нижнем отделе позвоночника манекена

Выводы

За время создания энергопоглощающих кресел было предложено большое количество энергопоглощающих систем, позволяющих снизить максимально допустимые перегрузки на экипажи автобронетанковой и авиационной техники. Самые распространённые энергопоглощающие элементы работают на принципе выворачивания трубы или прокатки проволоки, так как они имеют стабильную характеристику и достаточно простую конструкцию.

Вертолётные кресла имеют более сложные конструкции, и рассчитаны на перегрузку при аварийной посадке, имеющей меньшую интенсивность изменения по сравнению с ускорениями при подрыве автобронетанковой техники.

Современные энергопоглощающие системы, самостоятельно настраивающиеся под вес пассажира и регулирующие силу срабатывания кресла экипажа, имеют стоимость, превы-

шающая десятки тысяч долларов. Это исключает их массовое использование для автобронетанковой техники.

Предложенные и многократно успешно испытанные противоминные энергопоглощающие кресла разработанные НТЦ «Спецтехника» спроектированы с учетом практически мгновенного нарастания скорости, что характерно при подрыве автобронетанковой техники, могут подстраиваться под направление перегрузки и имеют простую, надежную и дешевую конструкцию.

Литература

1. Авиационные правила. Часть 29 «Нормы летной годности винтокрылых аппаратов транспортной категории» (АП-29).
2. Кулаков Н.А., Гаврилов Е.В. Разработка математической модели энергопоглощающего кресла с использованием результатов копровых испытаний. – М.: Известия МГТУ «МАМИ», № 2(14), 2012, т. 1. – С. 206-213.
3. Патент амортизационное кресло транспортного средства (патент РФ № 2448848, зарегистрирован 27.04.12), авторы Кулаков Н.А., Любин А.Н.
4. Патент Crashworthy aircraft seat US 6394393 B1.
5. Carr, R. W., and Phillips, N. S., “Definition of Design Criteria for Energy Absorption Systems”, Beta Industries Incorporated, Report No. NADC-AC-7007, Naval Air Development Center, Warminster, Pennsylvania, AD 871040, 11 June 1970.
6. Desjardins, Stanley P., and Harrison, H., “The Design, Fabrication, and Testing of an Integrally Armored Crashworthy Crewseat”, Dynamic Science, Division of Marshall Industries; USAAMRDL Technical Report 71-54, Eustis Directorate, U. S. Army Air Mobility Research and Development Laboratory, Fort Eustis, Virginia, January 1972, AD 742733.
7. Desjardins, Stanley P. The evolution of energy absorption systems for crashworthy helicopter seats. American Helicopter Society 59th Annual Forum, Phoenix, Arizona, May 6-8, 2003
8. Domzalski, L. P., “Dynamic Performance of a Variable Load Energy Absorber”, Report No. NADC-81227-60, Aircraft and Crew Systems Technology Directorate, Naval Air Development Center, Warminster, Pennsylvania 18974, February 1982.
9. Guist LeRoy R., Donald P. Marble, Prediction of the inversion load of a circular tube. NASA Technical Note NASA TN D-3622, Washington, d. C., September 1966.
10. Kroell, C. K. “A Simple, Efficient, One Shot Energy Absorber”, Reprint from Bulletin No. 30, Shock, Vibration and Associated Environments, Part III, February 1962, General Motors Research Laboratory, Warren, Michigan.
11. Smit, T. A., and Buys, P., “Energy Absorbing Links”, Report FS-12, Royal Netherlands Aircraft Factories, Fokker, Amsterdam, The Netherlands, June 1963.
12. Svoboda, C. M., and Warrick, J. C., “Design and Development of Variable-Load Energy Absorbers”, Simula Inc., Report No. NADC-80257-60, Aircraft and Crew Systems Technology Directorate, Naval Air Development Center, Warminster, Pennsylvania, 18974, June 16, 1981.
13. United States Code of Federal Regulations, Title 14 Part 27 - “Airworthiness Standards: Normal Category Rotorcraft”, 14CFR27.562 (Subpart 562), Washington, DC, October 1, 2002.
14. Warrick, J. C., and Coltman, J. W., “Design and Development of an Automatically Controlled Variable Load Energy Absorber”, Simula Inc., Report No. NADC-82025-60, Aircraft and Crew Systems Technology Directorate, Naval Air Development Center, Warminster, Pennsylvania 18974, March 1984.