



ТРУП В КОСМИЧЕСКОЙ КАПСУЛЕ

Наш покойничек выглядит почти подомашнему. На нем (назовем его "субъект F") небесно-голубые подштанники и никакой рубашки – будто он расслабляется в собственной квартире. Вид у него действительно глубоко расслабленный – как и должно быть у настоящего покойника. Он развалился в кресле, положив выальные руки на бедра. Будь наш F жив, он бы сейчас изрядно нервничал. Через пару часов под

БИОМЕХАНИКА

везде и ствием сжатого воздуха здоровенный поршень с нежностью дубового чурбака двинет прямо под сиденье, к которому F будет пристегнут. Испытатели смогут при этом регулировать и силу удара, и положение кресла – в зависимости от того, на что направлен конкретный эксперимент. Сегодня инженеры работают по заказу NASA с новой посадочной капсулой Orion, моделируя, как она будет падать из космоса в океан. Господин F в этом эксперименте играет роль астронавта.

Мир испытаний на прочность и выживаемость – это мир, где господствуют люди и железо. Испытательная лаборатория в исследовательском центре транспорта в Огайо – гулкий зал размером с добрый ангар. Здесь почти нигде присесть, да и имеющиеся сиденья – голая железяка без всякой обивки. Зал почти пуст – лишь салазки для ударных испытаний, установленные прямо посередине, да еще несколько инженеров в защитных очках, непрерывно расхаживающих взад и вперед с кофейными кружками в руках. Цветовая гамма помещения почти вся состоит из оранжевых и красных пятен – это предупреждающие знаки и аварийные фонари.

МАНЕКЕН В САЛАЗКАХ

Человекоподобный испытательный манекен на базе ВВС Райт-Паттерсон. Он сидит в ударно-испытательных салазках, повторяющих форму сиденья в капсуле Orion

Текст: Мэри Роуч



В возвращаемых космических аппаратах каждое приземление представляет собой испытание на прочность. В отличие от космического челнока, которому на смену должен прийти корабль Orion со своей разгонной ракетой, у этой возвращаемой капсулы нет ни крыльев, ни каких-либо посадочных приспособлений. Она не прилетает из космоса – она просто падает. (Если президент Обама добьется закрытия программы Constellation, единственным предназначением капсулы Orion останется простое падение на землю, и ее будут использовать в качестве спасательной шлюпки для аварийной эвакуации экипажа МКС.) Эта капсула снабжена маневровыми двигателями, которые могут подправить курс или замедлить движение для схода с орбиты, однако для смягчения приземления их мощности не хватит. Когда капсула войдет в верхние слои атмосферы, ее широкое и плоское днище будет тормозить о постепенно сгущающийся воздух. Большое лобовое сопротивление должно замедлить падение капсулы до тех скоростей, когда уже можно будет раскрыть парашют, не опасаясь, что он порвется. После этого капсула плавно спустится в океан и относительно мягко шлепнется в воду. Удар будет как при мелкой дорожной аварии – от 2 до 3 г, максимум 7 г.

Именно для смягчения этого последнего удара была выбрана посадка на воду, но и здесь есть свои сложности. Океан непредсказуем. А что, если в момент приземления капсула получит боковой удар от высокой волны? Выходит, ее пассажирам необходима защита не только от перегрузок, сопряженных с прямым вертикальным падением, но и от ударов сбоку и даже от падения вниз головой.

Но какой бы фокус ни выкинул океан, мы должны быть уверены, что экипаж капсулы останется целым и невредимым. Для этого здесь, в исследовательском центре, на салазках ударной испытательной установки в креслах от корабля Orion раз за разом катают специальные манекены. Последнее время в этих эксперимен-

тах стали использоваться и настоящие трупы. Информация, получаемая с помощью специализированных манекенов, оказывается недостаточной. Их жесткая конструкция весьма удобна для анализа лобовых или боковых ударов – вот почему они так приглянулись автопроизводителям. А вот для того чтобы оценить, как удар в момент приземления может действовать на костный скелет или мягкие ткани человека, исследователям весьма желательно проводить эксперименты на подлинных человеческих телах. Их находят среди пожертвованных на нужды науки. Описываемые здесь испытания – результат сотрудничества трех организаций: испытательного центра, NASA и Исследовательской лаборатории биомеханики травмы при Университете штата Огайо (OSU).

ЖИВЫЕ И МЕРТВЫЕ

Работая с мертвецами, сотрудники NASA испытывают некоторую неловкость. Они не используют слово "труп" в своих документах. Вместо этого в обращении введен эвфемизм – "посмертный человеческий объект". Мертвые тела оказываются там, куда и не мечтали попасть их хозяева, – на кораблях Challenger, Columbia, Apollo 1. Впрочем, молодежь смотрит на это куда проще. Вот двое студентов рядом с "субъектом F" болтают и посмеиваются, распутывая длинные провода, тянущиеся от датчиков нагрузки, смонтированных прямо в костях "субъекта F". В их глазах этот труп пребывает в некоей промежуточной области жизни. Это уже не человек, но еще и не просто кусок неживой ткани. О нем говорят как о чем-то одушевленном, но относятся к нему не как к тому, что способно испытывать боль.

КАК НА АВТОГОНКАХ

Аварии на гонках NASCAR, подобные произошедшей с Карлом Эдвардсом 26 апреля 2009 года, могут послужить хорошим примером того, что ждет астронавта при жестком приземлении капсулы Orion.



Сейчас "субъект F" сидит на высоком металлическом стуле рядом с направляющими ударного поршня. Юн-Сеок Канг, аспирант из OSU, стоит у него за спиной и прилаживает с помощью универсального гаечного ключа какой-то электронный блок размером с наручные часы прямо в его открытый позвоночник. Вместе с датчиками динамических напряжений эти приборчики будут замерять силы, воздействующие на тело при ударе. Перчатки на руках Канга блестят от жира. Его здесь много, из-за него пальцы скользят, работа у Канга не клеится. Он возится уже больше получаса. Мертвец при этом сохраняет беспредельное спокойствие.

Итак, необходимо готовиться к непредсказуемым ударам с любой стороны – у этой ситуации есть хорошая аналогия – авария на автогонках. В апреле 2009 года участник гонок NASCAR Карл Эдвардс, летя со скоростью 320 км/ч, врезался в другую машину. Его аппарат влетел в воздух и, покувыркавшись, как брошенная на удачу монетка, врезался в стену. После этого Эдвардс как ни в чем не бывало выбрался из машины и без проблем заковылял прочь от места происшествия. Как это возможно? Прочитируем статью из Stapp Car Crash Journal: "Все дело в правильно рассчитанном и плотно охватывающем коконе для pilota". Обратим внимание на выбор слов – сказано не "сиденье", а "кокон". Задача спасти человека от непредсказуемых ударов не сильно отличается от задачи упаковать хрупкую вазу в расчете на дальний переезд. Вы не предугадаете, каким боком грузчик кинет вашу вазу в кузов, поэтому ее нужно защитить со всех сторон. В гоночных машинах сиденья делают по индивидуальной мерке для каждого пилота. Он пристегивается поясным, двумя плечевыми и брасовым (проходящим между ног) ремнями. Система HANS (Head and Neck Support, поддержка головы и шеи) не дает голове резко сдвинуться вперед, а вертикальные поддерживающие валики по бокам сиденья удерживают голову и спину от рывков влево или вправо.

НЕДАВНО NASA ОТКАЗАЛОСЬ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ГОНОЧНЫХ АВТОКРЕСЕЛ В КАЧЕСТВЕ ОБРАЗЦА ДЛЯ КАПСУЛЫ ORION.

Во-первых, гонцики все-таки ездят сидя, а не полулежа. Для астронавтов, особенно тех, которые уже провели некоторое время в открытом космосе, это не лучший вариант. Положение лежа не только менее опасно – оно вдобавок страхует от потери сознания. Когда мы встаем, вены в наших ногах напрягаются и не дают всей крови стечь вниз. Если астронавт проводит несколько недель в условиях невесомости, этот защитный механизм у него просто отключается. Правда, тут есть и другая проблема. “Мы клали кресло из гоночного автомобиля на спинку, укладывали в него испытуемого и предлагали ему самостоятельно встать, – рассказывает Дастин Гомерт, эксперт NASA по вопросам выживания экипажа. – Парень чувствовал себя черепахой, перевернутой на спину”.

Были также опасения, что сложная система пристежных ремней, которая используется на гонках типа NASCAR, грозит существенно затян timer процедуру их отстегивания и астронавт не успеет вовремя покинуть капсулу Orion. Чтобы решить этот вопрос, Гомерт с коллегами провели несколько экспериментов с помощью стандартных манекенов для автомобильных испытаний, используя только ремни для поддержки головы. Гомерт предложил мне понаблюдать, как ведут себя эти манекены, одетые в обычную одежду из универсамы. Бедные манекены! Прокручивая ролик в замедленном темпе, Гомерт объясняет: “Вот голова остается на месте, а все тело движется вперед. Мы уж боялись, что манекен будет совсем испорчен”. В качестве компромисса был выбран вариант с упрощенными плечевыми ремнями.

А вот еще одна сложность, с которой сталкивается астронавт. К его скафандру присоединена куча шлангов – воздухопроводы, штуцеры, кабели, выключатели и разъемы. Необходимо быть уверенным, что твердые детали скафандра при жесткой посадке не повредят мягких тканей астронавта. Для этого “субъект F” был наряжен

в некую имитацию скафандра – множество разнообразных колец приклеили ему скотчем на разные участки шеи, плеч и бедер. Эти кольца должны были имитировать элементы гибкости или стыки,вшитые в скафандр. И еще одна забота тревожит испытателей: в случае приземления на бок одно из колец системы гибкости скафандра (обеспечивающее астронавту достаточную подвижность) может упереться в валик боковой поддержки и его с такой силой вдавит космонавту в руку, что возможен даже перелом кости.

УСАДИТЬ “СУБЪЕКТА F” В КРЕСЛО, СМОНТИРОВАННОЕ НА УДАРНЫХ САЛАЗКАХ, НЕ ТАК-ТО ПРОСТО.

Представьте себе, как усаживают в такси мертвецки пьяного приятеля. Двое студентов поддерживают F за бедра, а еще один – под спину. F лежит, задрал согнутые ноги, – примерно так же лежит человек, если у его стула вдруг подломилась задняя ножка. Руководит процессом Джон Болт, завлабораторией биомеханики травмы при OSU. Он кричит студентам: “Раз, два, три!” Толкатель поршня нацелен в правый бок “субъекту F”, то есть поперек обычного движения. Это самое опасное из всех направлений.

Когда незакрепленная голова мотается из стороны в сторону, мозг болтается внутри черепной коробки. Эта очень нежная субстанция в процессе такого удара подвергается периодическому сжатию и растяжению. Сильный боковой удар может привести к ушибу мозга, кровоизлиянию, отеку и в конечном итоге – коме и летальному исходу.

Аналогичные вещи происходят и с сердцем. Полное крови сердце может весить граммов триста. Вокруг достаточно места, и при боковом ударе оно может свободно болтаться из стороны в сторону, дергая аорту. Если тяжелое сердце слишком сильно потянет за аорту, они могут оторваться друг от друга. “Разрыв аорты” – таков приговор Гомерта.

И вот “субъект F” готов. Мы поднялись вверх, чтобы смотреть за происходящим от пульт управления.

Вспыхнуло море огней и раздался громкий вздох. Ничего особо драматического. Поскольку всю работу здесь делает сжатый воздух, испытания на ударных салазках проходят неожиданно тихо, удары совершаются без грохота. Вдобавок все происходит так быстро, что глазом практически ничего не заметишь. Весь процесс снимается на видео со сверхвысокой скоростью смены кадров. Потом все это можно будет внимательно рассмотреть при замедленном воспроизведении.

Мы прильнули к экрану. Рука “субъекта F” поднимается под плечевым ремнем – именно там, где удален дополнительный грудной ремень. Кажется, будто у руки появился дополнительный сустав и она гнется там, где руке гнуться не положено. “Это не есть хорошо”, – слышен чей-то комментарий.

“Субъект F” получил удар, соответствующий 12–15 g. Это как раз та грань, когда серьезные травмы почти неизбежны. Объем повреждений, полученных жертвой, зависит не только от силы удара, но и от времени воздействия. Да и само ускорение тоже зависит от времени, требуемого на остановку. Если, скажем, машина резко останавливается, врезавшись в стену, в какую-то долю секунды водитель может пройти через перегрузки в 100 g. Если у той же машины имеется сминаемый капот (а в наши дни такое средство безопасности уже не редкость), торможение растягивается во времени и пиковая нагрузка достигнет, скажем, всего десятка g. Такой вариант оставляет очень много шансов выжить.

Студенты перекладывают “субъекта F” на носилки и загружают в фургон. В медицинском центре OSU его будут сканировать и просвечивать рентгеновскими лучами. Распечатки, рентгенограммы, а затем и результаты вскрытия покажут все повреждения, вызванные ударом, внеся свою лепту в общий корпус знаний, которые помогут будущим астронавтам не повторить в кресле своего космического корабля судьбу “субъекта F”. **ITM**