

Сведения о выполненных работах и
полученных научных результатах в 2024 году

по проекту **«Исследование процесса взаимодействия металлических ударников
с пластинами из перспективных материалов»**,
поддержанному Российским научным фондом

Соглашение № 23-29-00257

Руководитель: д-р физ.-мат. наук Глазырин Виктор Парфирович

В соответствии с планом работ по проекту на 2024 год проведено численное исследование в пространственной постановке процесса взаимодействия стальных сферических ударников с преградами из алюминиевых сплавов в широком диапазоне скорости удара. Поведение материала моделировалось при помощи основной системы уравнений механики сплошных сред, т.е. уравнениями неразрывности, движения и энергии, записанными в лагранжевых координатах. Численное моделирование процесса пробития преград проведено в двумерной постановке для осевой симметрии лагранжевым методом Джонсона, обобщенным на случай больших деформаций и разрушения материала на фрагменты. Расчетным путем получены зависимости запреградной скорости ударника от его начальной скорости, а также рассчитаны значения баллистического предела или предельной скорости пробития конкретной преграды из алюминиевого сплава. В качестве ударников рассмотрены шарики из стали ШХ15, диаметром 0,8 см и 1,27 см. Такие ударники могут моделировать действие осколков снарядов, поражающих элементов различных взрывных устройств и космического мусора. В качестве преград рассмотрены пластины, толщиной 0,6 см, из алюминиевого сплава Д16. Начальная скорость ударников изменялась в пределах от 364 м/с до 874 м/с. Экспериментально получены зависимости запреградной скорости ударника от его начальной скорости, а также значения баллистического предела или предельной скорости пробития конкретной преграды. Установлено, что зависимость запреградной скорости ударника в квадрате от его начальной скорости в квадрате близка к линейной. Баллистический предел преграды для ударника в виде шарика, диаметром 0,8 см получился равным 354 м/с. Баллистический предел преграды для ударника в виде шарика, диаметром 1,27 см получился равным 324 м/с, т.е. на 9,3 % меньше. Все полученные результаты приведены в таблице в дополнительных материалах. Расхождения экспериментальных и расчетных данных при низких скоростях удара не превышали 20 %, а при высоких скоростях не превышали 4,6 %. Получено, что при увеличении значения критической работы сдвиговой пластической деформации от 35 кДж/кг до 70 кДж/кг баллистический предел увеличился на 12,0 %. При увеличении предела текучести или откольной прочности на 50 % баллистический предел увеличивается не более чем на 2 %. Путем расчетов получено, что баллистический предел для преграды из алюминиевого сплава и цилиндрического ударника, диаметром 1,109 см равен 149 м/с.

На баллистическом стенде проведены эксперименты по пробитию преград из асботекстолита стальными сферическими ударниками. Асботекстолит это листовой прессованный материал, состоящий из нескольких слоев асбестовой ткани,

пропитанной фенолоальдегидной смолой. Спектр применения асботекстолита довольно широк, но в основном он применяется в качестве теплоизоляции или теплозащиты различных изделий. Регистрировались начальная и запреградная скорости ударников с определением предела сквозного пробития (баллистического предела). При проведении экспериментов в качестве ударников использовались шарики из стали ШХ15, массой 8,4 г., диаметром 1,27 см. Такие ударники могут моделировать действие осколков снарядов, поражающих элементов различных взрывных устройств и космического мусора. В качестве преград использованы пластины из асботекстолита, толщиной 1,0 см. Начальная скорость ударников изменялась в пределах от 342 м/с до 704 м/с. Получена экспериментальная зависимость запреградской скорости ударника от его начальной скорости.

Проведены эксперименты по пробитию алюминиевых и композитных преград стальными цилиндрическими ударниками на баллистическом стенде. В качестве преград использованы двухслойные пластины из асботекстолита и алюминиевого сплава. Асботекстолит, толщиной 1,0 см, алюминий, толщиной 0,6 см. В качестве ударников использовались цилиндры из стали ШХ15, массой 8,4 г., диаметром 1,109 см. Начальная скорость ударников изменялась в пределах от 627 м/с до 948 м/с. Получена экспериментальная зависимость запреградской скорости цилиндрического ударника от его начальной скорости.

Численно исследован процесс взаимодействия стальных сферических ударников с преградами из асботекстолита в широком диапазоне скорости удара. Определен предел сквозного пробития (баллистический предел). Численно смоделирован процесс пробития преград в двумерной постановке для осевой симметрии лагранжевым методом Джонсона, обобщенным на случай больших деформаций и разрушения материала на фрагменты. При проведении расчетов в качестве ударников рассматривались шарики из стали ШХ15, массой 8,4 г., диаметром 1,27 см. В качестве преград рассматривались пластины из асботекстолита, толщиной 1,0 см. Начальная скорость ударников задавалась в пределах от 320 м/с до 704 м/с. Получена рассчитанная зависимость запреградской скорости ударника от его начальной скорости. Баллистический предел для преграды из асботекстолита и сферического ударника, диаметром 1,27 см равен 290 м/с. Получена рассчитанная зависимость запреградской скорости цилиндрического ударника от его начальной скорости для преграды из асботекстолита. Ударник, диаметром 1,109 см. Баллистический предел для преграды из асботекстолита и цилиндрического ударника, диаметром 1,109 см получился равным 279 м/с.

Численно исследован процесс взаимодействия стальных цилиндрических ударников с преградами из асботекстолита и алюминиевого сплава в широком диапазоне скорости удара. В качестве преград рассмотрены двухслойные пластины из асботекстолита и алюминиевого сплава. Асботекстолит, толщиной 1,0 см. Алюминий, толщиной 0,6 см. В качестве ударников рассмотрены цилиндры из стали ШХ15, массой 8,4 г., диаметром 1,109 см. Начальная скорость ударников изменялась в пределах от 627 м/с до 948 м/с. Получено, что баллистический предел для рассмотренной двухслойной преграды и стального цилиндрического ударника, диаметром 1,109 см, равен 521 м/с.