

Инновационные технологии в сфере аварийно-спасательного оборудования при чрезвычайных ситуациях

Маточкин Д.Б., Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова, магистрант кафедры «Техносферная безопасность», г. Ижевск, Россия

Аннотация

Экспериментально обосновано применение нового источника энергии для привода аварийно-спасательного инструмента.

Ключевые слова: аварийно-спасательный инструмента; инструмента с пиротехническим приводом; переносные импульсно-тепловые ножницы.

Спасение людей — основная задача, имеющая особую государственную важность и приоритет дальнейшего развития.

Уровень чрезвычайных ситуаций, связанных с разрушением механических и строительных конструкций, в современном мире имеет тенденцию к повышению.

Необходимо внедрение высокоэффективных инновационных технологий в сфере аварийно-спасательного оборудования, с помощью которого увеличивается быстрота оказания помощи пострадавшим во время чрезвычайных ситуаций, что является одним из важнейших критериев работы спасателей.

В основном на данное время спасательные подразделения МЧС работают с гидравлическим и электрическим инструментом, который имеет свои недостатки.

Большой минус работы гидравлического инструмента — большое время разворачивания до начала работы, большой комплекс дополнительного оборудования и невозможность работы одним человеком.

Внедрение аварийно-спасательного инструмента с пиротехническим приводом поможет сократить время оказания помощи пострадавшим во время чрезвычайных ситуаций. За счет небольшого веса и размера работать им может один человек.

Для определения масса-габаритных характеристик аварийно-спасательного оборудования модульного типа проведены исследования процесса соударения твердых тел при взаимодействии с подвижным режущим лезвием, приводимым в движение энергией пороховых газов.

Проведено численное исследование моделирования физических процессов, происходящих при разрушении металлических образцов (пруток арматуры А-VI диаметр 22 мм; труба круглая наружный диаметр — 24 мм, толщина стенки — 3 мм; трубы квадратного сечения: 24×24×3). Размеры: серповидного лезвия — 93×55×20 мм; плоского лезвия — 75×30×10 мм; угол заточки у обоих лезвий — 10°. Решена трехмерная задача динамического взаимодействия твердого движущегося тела с преградой (рис. 1 и рис. 2) и ее разрушения.

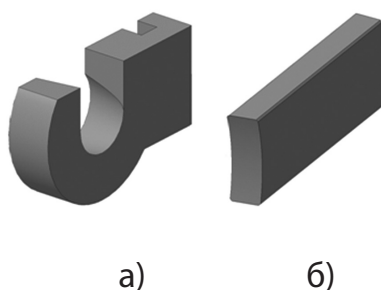


Рис. 1. Лезвия: а) серповидное лезвие; б) плоское лезвие

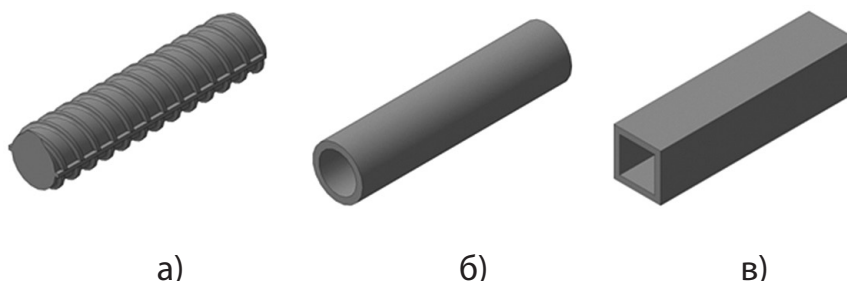


Рис. 2. Образцы разрушаемого материала: а) арматура; б) круглая труба; в) квадратная труба

Такой класс задач рассматривается как сложная совокупность разнообразных физических процессов, таких как: детонация взрывчатых веществ; распространение силовых ударных волн, свойств материалов и других, связанных с высокодинамичным выбросом энергии, высоким давлением и температурой [1, с. 53–65].

Структурными элементами поставленной задачи — динамического взаимодействия твердого тела с преградой, являются упругие элементы с определяющим соотношением в форме закона Гука. Взаимодействующие объекты рассматривались как гиппоупругие тела.

При исследовании использовались нагрузочные модели, в которых предел текучести изменялся в зависимости от деформации, скорости деформации и температуры.

Во всех трех случаях диаграммы напряжений показывают, что максимальные напряжения возникают в кромке лезвия.

При разрезании арматуры основную часть процесса взаимодействия лезвия и арматуры имеет место срез одной части арматуры относительно другой, смятие арматуры не вносит существенного вклада в процесс.

На рис. 3, 4, 5 показаны этапы результата компьютерного эксперимента процесса взаимодействия лезвий с образцами.

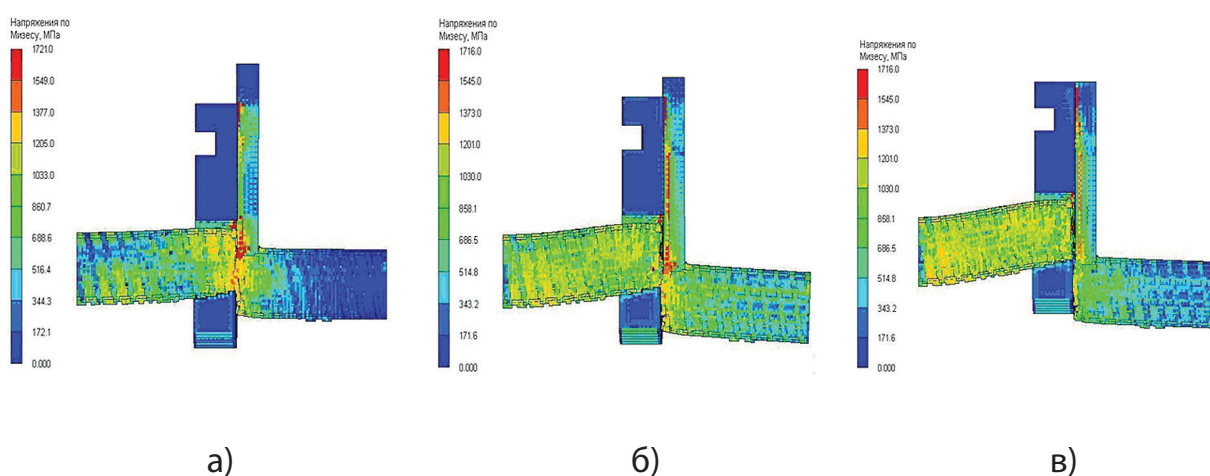


Рис. 3. Динамика разрезания арматуры лезвиями

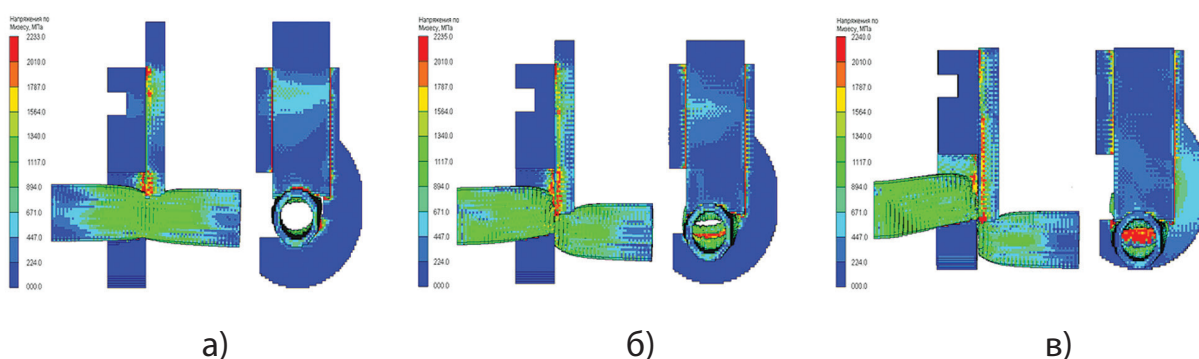


Рис. 4. Динамика разрезания трубы круглого сечения лезвиями

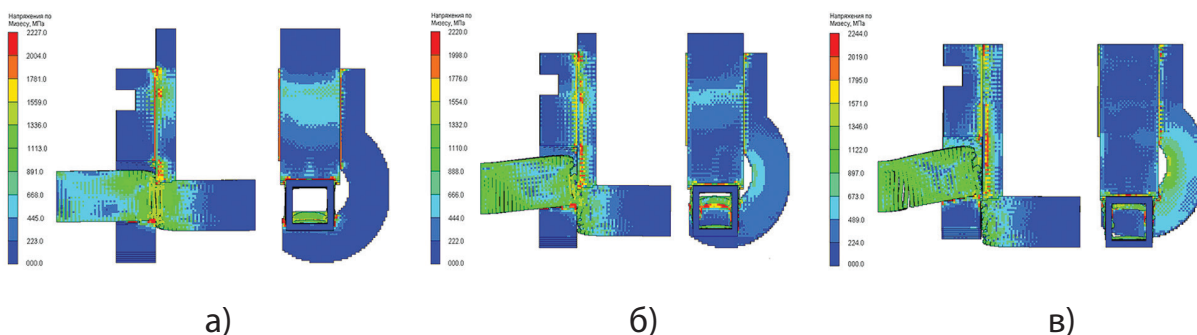


Рис. 5. Динамика разрезания трубы квадратного сечения лезвиями

Взаимодействие лезвий с трубой круглого сечения показывает, что на большей части процесса имеет место смятие трубы и лишь на завершающем этапе имеет место срез трубы.

Разрезание трубы квадратного сечения лезвиями характеризуется равнозначностью процессов смятия и среза трубы; это объясняется тем, что внутренние углы квадратной трубы являются концентраторами напряжений и, как следствие, еще на этапе процесса смятия в углах трубы образуются трещины; развитие этих трещин ведет к интенсивному разрушению по всему сечению трубы.

Проведенные исследования позволили установить основные закономерности процесса разрезания металлических образцов. Также, компьютерное моделирование процесса разрезания позволило установить основные зависимости внутрибаллистических параметров и характеристики макета в целом. Результатом моделирования стала разработка инновационной схемы режущего инструмента (определены характеристики энергии пороховых газов, рассчитана необходимая для разных задач их масса) для пиротехнического привода.

На рис. 6 показан действующий опытный образец аварийно-спасательного инструмента с пиротехническим приводом.



Рис. 6. Действующий опытный образец аварийно-спасательного инструмента с пиропроводом

Инструмент отличается от аналогов использованием пиротехнического заряда для придания кинетической энергии исполнительному механизму, который способен: резать металл и разрушать неметаллические конструкции; проделывать и расширять проходы в ситуациях отсутствия источников энергии со значительным сокращением времени в сравнении с используемыми в данное время технологиями. Позволяет сократить время спасательных операций, значительно расширить область применения одного и того же аварийно-спасательного

инструмента (АСИ) в различных средах и условиях, в том числе в условиях экстремальных температур: $-50...+60$ °С.

Решена задача высокой мобильности инструмента, его веса и существенного сокращения времени разворачивания в рабочее состояние.

Техническая новизна принципиальных инженерных решений аварийно-спасательного инструмента с пиротехническим приводом защищена патентами РФ.

На рис. 7 показана разрабатываемая модель опытного образца аварийно-спасательного инструмента с пиротехническим приводом.

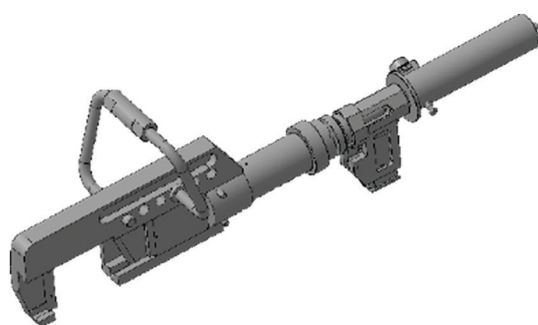


Рис. 7. Модель опытного образца аварийно-спасательного инструмента с пироприводом

Практика показала актуальность и востребованность в таком оборудовании: автомобильные аварии; резонансные пожары в местах массового скопления людей при проведении массовых мероприятий [2].

Применение инструмента с пиротехническим приводом службами МЧС России приведет к сокращению времени проведения спасательных операций, повышению оперативности и качества выполнения аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий.

Список использованных источников

1. Липанов А. М., Вахрушев А. В., Федотов А. Ю. Исследование динамического взаимодействия твердых тел методами математического моделирования // Вестник ЮУрГУ. Серия «Математическое моделирование и программирование» (Вестник ЮУрГУ ММП). 2015. Т. 8. № 1. С. 53-65.
2. Официальный сайт Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) // URL: <https://mchs.gov.ru>.