

Список литературы:

1. Гулевич А.И., Киреев А.П., Производство силовых конденсаторов. М., «Высшая школа», 1995;
2. Вакуумное оборудование и вакуумная техника, под ред. А. Гутри и Р. Уокерлинг, пер. с англ., М., 1951.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОГО РАЗРУШЕНИЯ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS WORKBENCH.

А.А. Кладько, студент гр. 4ТМ31

*Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,
тел.8(960)-971-00-47*

E-mail: andkladd@mail.ru

Введение

В данной статье рассматривается процесс симуляции взрывного нагружения картриджа и изолятора электродной системы установки для электроразрядного разрушения негабаритов горных пород и бетонных конструкций [1] в программном комплексе твердотельного динамического анализа ANSYS Workbench Explicit Dynamics.

Вследствие высокой скорости деформирования объектов при взрыве, стандартные неявные методы прочностного анализа могут показывать недостаточную надежность [2]. Алгоритмы ANSYS Explicit Dynamics, построенные на явном решении системы уравнений механики сплошных сред, позволяют прогнозировать явления с высокой степенью точности (большие деформации материалов, разрушение, взаимодействие между твердыми телами и жидкостями при быстрых перемещениях поверхности раздела сред и т.д.) [3].

Постановка задачи

Электроразрядный метод разрушения негабаритов основывается на использовании энергии, выделяемой в плазменном канале электрического разряда при протекании через него мощного импульса тока.

Электрический разряд, необходимый для разрушения блоков горных пород или бетонных конструкций, создается в шпурах, пробуренных в объекте разрушения (рис. 1). Электрический пробой жидкости и термическое расширение формируемого плазменного канала создают условия для эффективного преобразования энергии мощного импульса тока в энергию ударных волн и быстро нарастающего импульса давления на стенки канала. Суммарное воздействие этих факторов приводит к зарождению и развитию системы радиальных трещин и, в конечном счете, разрушению образца [4].

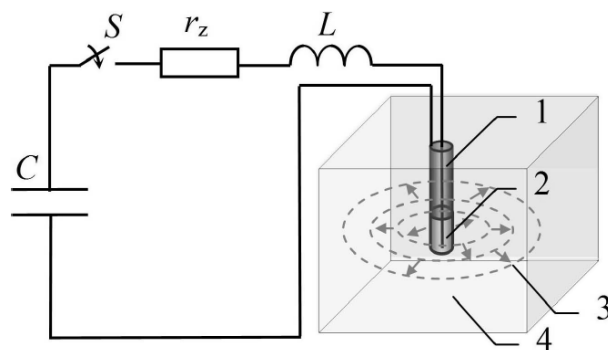


Рис. 1. Схематичное представление электроразрядного способа разрушения (1 – подводящий кабель, 2 – картридж, 3 – ударно волновые возмущения в материале, генерируемые расширением канала, 4 – разрушаемый материал)

Выявлено, что существующая электродная система не пригодна для многократного использования. При проведении экспериментальных исследований на действующей установке, возникли сложности, связанные с быстрым разрушением изолятора электродной системы. Разрушение может являться как результатом неверного выбора материала для изготовления изолятора, так и следствием истечения продуктов разряда в канал витого медного провода. На сегодняшний день, с целью обеспечения улучшенного электрического контакта высоковольтного электрода и взрываемого медного проводника, используется латунный наконечник (рис.3). Для того чтобы спроектировать оптимальную конструкцию изолятора и оценить влияние вносимое наконечником, необходимо разработать тестовую компьютерную модель исследуемого процесса в каком-либо из программных комплексов твердотельного динамического анализа, например в ANSYS.

Моделирование процесса

Учитывая повреждения электродной системы после проведения экспериментов, для имитации электровзрыва медного проводника используется сборка, состоящая из моделей картриджа, поликарбонатного изолятора и латунного наконечника.

Моделирование взрыва в ANSYS Workbench Explicit Dynamics может быть осуществлено двумя путями:

1) симуляция подрыва взрывчатого вещества (ВВ), путем задания его массы в тротиловом эквиваленте и установки точки детонации. В связи с невозможностью точного определения необходимой массы заряда ВВ и эпицентра взрыва, данный подход будет иметь достаточно низкую точность получаемых результатов.

2) Из результатов предварительного двухмерного моделирования известна приближенная зависимость давления P в канале разряда от времени t (рис. 2).

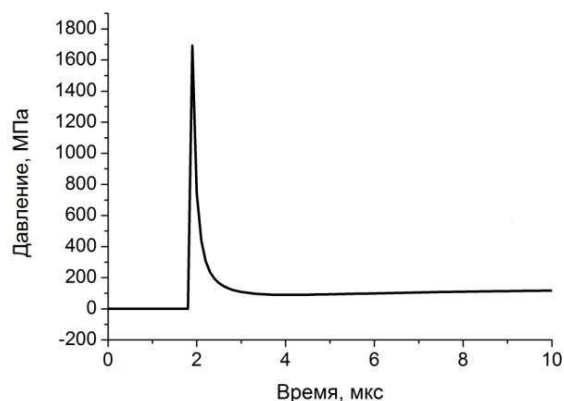


Рис. 2. Расчетная зависимость давления в канале разряда от времени

На её основе проводится подача давления на наиболее вероятно деформируемые по результатам экспериментальных исследований поверхности - внутренние цилиндрические поверхности картриджа 1 и 3, шляпка латунного наконечника 2 и поверхность изолятора 4 (рис. 3). Так как расчет прочности конструкции предусматривает её способность выдерживать максимальные из возникающих нагрузок и обеспечивать требуемый запас прочности, то зависимость, приведенную на рис. 2 целесообразно подавать на все вышеперечисленные поверхности.

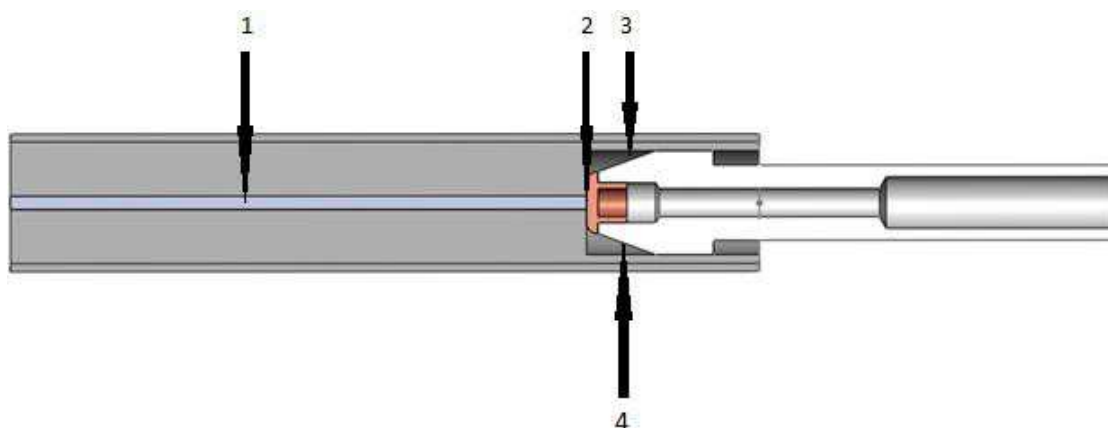


Рис. 3. Исследуемая сборка, вид сверху (разрез)

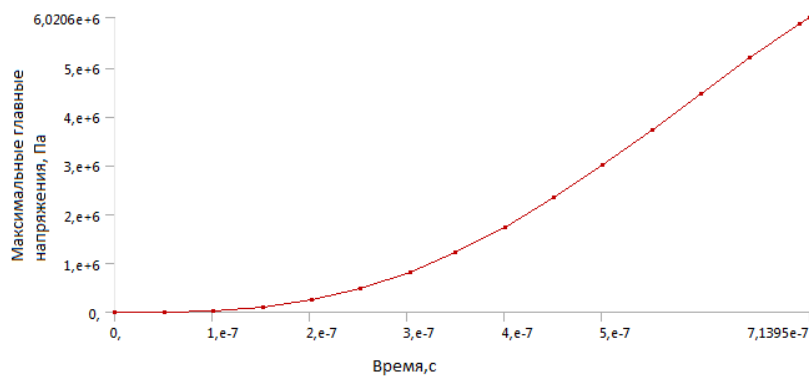


Рис. 4. Зависимость величины максимальных главных напряжений от времени

Для различных видов поликарбоната величина предела прочности, как на растяжение, так и на сжатие по своей величине превышает 50 МПа [5]. Наблюдаемые ранее разрушения изолятора, как правило, были локализованы на поверхности 4 (рис. 3). По результатам компьютерного моделирования было выяснено (рис. 4), что максимальные величины главных напряжений на данной поверхности значительно меньше указанной величины (порядка 6 МПа), из чего можно сделать вывод о допустимости использования текущего сорта поликарбоната [6] для изготовления изолятора электродной системы установки для электроразрядного разрушения негабаритов горных пород и бетонных конструкций.

Вывод

Анализируя результаты компьютерного моделирования, можно сделать вывод о том, что материал, применяемый для изготовления изолятора, обладает необходимыми прочностными характеристиками для проведения экспериментов. Даже с учетом погрешностей и допущений, принятых при симуляции электровзрыва, запас прочности поликарбонатного картриджа должен обеспечивать многократность его использования. Вероятно, что применение латунного наконечника косвенным образом обеспечило снижение величины нагрузок, приложенных к поверхностям изолятора. Однако, опыт экспериментов, проведенных с текущей сборкой, показывает, что полностью избавиться от разрушений не удастся. Причины разрушения могут быть связаны с резким выбросом электродной системы из шпура, которым сопровождался каждый эксперимент. Также, одной из вероятных причин разрушения изолятора может быть наличие остаточных напряжений, возникающих в процессе его изготовления.

Список литературы:

1. Иванов Н.А. , Пивоваров М.И. , Войтенко Н.В. , Юдин А.С. Шпуровое разрушение горных пород и бетона // Известия Томского политехнического университета. - 2012 - Т. 321 - №. 2 - С. 136-140
2. Муйземнек А.Ю. ANSYS в руках инженера: Механика разрушения. Изд. 2-е испр. / Е.М. Морозов, А.Ю. Муйземнек, А.С. Шадский. – М.: ЛЕНАНД, 2010. – 456 с.
3. Инженерный анализ в ANSYS WORKBENCH: Учеб. пособ. / В.А. Бруйка, В.Г. Фокин, Е.А. Солдусова, Н.А. Глазунова, И.Е. Адеянов. – Самара: Самар. гос. тех. ун-т, 2010. -271с.
4. Смирнов В.П., Крастелев Е.Г., Нистратов В.М., Грабовский Е.В., Ефремов Н.М., Харо О.Е. Мобильная установка электроразрядного разрушения горных пород и строительных конструкций // Строительные материалы, 1999. – № 6. – С. 13–15.
5. Harper C.A. Modern Plastics Handbook / McGraw-Hill Professional, 2000. - 1232 p.
6. S.M. Walley et al. Strain rate sensitivity of polymers// DYMAT Journal-vol.1-3-sept 1994.