

«Сейфуллин оқулары – 18: « Жастар және ғылым – болашаққа көзқарас» халықаралық ғылыми -практикалық конференция материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18: « Молодежь и наука – взгляд в будущее» - 2022.- Т.1, Ч.V. - С. 302-304

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА РАЗРУШЕНИЯ БЕТОННЫХ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОВЗРЫВА

*Кузнецова Н.С., доцент, к.ф.-м.н.
Томский политехнический университет, г. Томск, РФ*

Электровзрыв в неоднородных средах является фундаментальным явлением электрофизики диэлектриков, определяющим поведение материалов в сильных электрических полях. Актуальность исследований обусловлена перспективностью электроразрядных технологий для дробления материалов, очистки от поверхностных отложений и снятия поверхностных слоев, разрушения негабаритов при добыче полезных ископаемых и реконструкции сооружений, строительства туннелей, производстве буронабивных свай и др. [1].

Несмотря на многочисленные экспериментальные и теоретические исследования, последовательной теории, описывающей все аспекты электроразрядного разрушения, до сих пор не создано [2-4]. Теоретические трудности обусловлены как сложностью аналитического описания стохастически развивающихся разрядных каналов и трещин, так и проблемой совместного рассмотрения электрических и механических процессов [5-6]. Кроме того, разрядные каналы и трещины образуют трехмерные структуры, форма которых может существенно влиять на процесс разрушения. В экспериментальных работах также рассматриваются только отдельные аспекты явления. Таким образом, отсутствует не только физико-математическая модель этих процессов в их взаимосвязи, но и их единое феноменологическое описание.

Поэтому актуально решение следующих задач: создание адекватных расчетных моделей, количественно описывающих разрядные явления в обрабатываемых материалах. И не менее важным этапом является верификация этих моделей на основе выполнения экспериментальных исследований; выбор режимов, оптимальных параметров импульсного энергетического оборудования и электродных систем для технологии электроразрядного откола и разрушения бетона и железобетона. Для данного этапа работ проведены экспериментальные исследования, которые будут использованы как самостоятельные результаты, так и послужат основой корректировки математической и компьютерной моделей.

Для проведения экспериментальных исследований шпурового электровзрыва и измерения длин генерируемых трещин использовался экспериментальный образец установки электроразрядного откола и разрушения бетона. Экспериментальные исследования проводились на залитом в землю бетоне марки М300. Эксперименты проведены на базе Томского политехнического университета.

Имитатор массива представлял собой монолитный бетонный блок размером 3000×1500×1200 мм марки М300. Бетонный блок залит в земле, верхняя часть блока располагается на уровне земли. Между грунтом и одной из боковых граней было свободное пространство 50 см.

Исследование поэтапного откола от монолитного бетонного блока электроразрядным способом производилось при инициировании канала разряда в одном шпуре и одновременном инициировании в двух шпурах. Шпуры диаметром 26 мм бурились на расстоянии (30–50) см друг от друга вертикально на расстоянии от 20 до 50 см от свободной боковой грани монолитного бетонного блока. Глубина шпуров составляла от 50 до 80 см. Запуск генератора производился при зарядном напряжении 12 кВ, 13 кВ и 14 кВ при общей емкости генератора 1120 мкФ. Передающей средой в шпуре являлись вода либо полиэтилен. Для каждой комбинации условий проводилось не менее 5 экспериментов.

Испытания с инициированием канала разряда в одном шпуре производились последовательно в каждом шпуре.

Произведен ряд испытаний с инициированием канала разряда одновременно в двух шпурах. Эксперименты проводились при одновременном инициировании канала разряда в двух шпурах. Шпуры бурились попарно на одной линии, одинаковой глубины (h), расстояние от края блока до центра шпура (d) постоянно возрастало. Шаг между линиями шпуров был выбран 25 см, расстояние между шпурами одной линии – 40 см.

В таблице 1 представлены результаты экспериментальных исследований шпурового откола от монолитного бетонного блока при инициировании канала разряда одновременно в двух шпурах.

Таблица 1 – Откол от монолитного бетонного блока

W _г ,кДж	d,см	Результат
67	25	2 магистральные трещины от шпуров к краю блока 22 и 25 см
	50	растрескивание в области шпуров, радиус растрескивания 4–5 см
	75	растрескивание в области шпуров, радиус растрескивания 2–3 см
80	25	магистральная трещина по всей ширине блока через центры

		шпуров, от центра шпуров разрослись по 2 трещины длиной порядка 20 см
	50	магистральная трещина по всей ширине блока через центры шпуров, между шпурами множественные растрескивания
	75	магистральная трещина между шпурами, от центра шпуров расходятся мелкие трещины длиной до 10 см
94	25	2 магистральные трещины по всей ширине блока через центры шпуров, практически откололся фрагмент массива
	50	магистральная трещина между шпурами, разветвляется на множество мелких трещин
	75	3 трещины между шпурами, длиной 25,см 30 см, 28 см

Электровзрыв в бетоне при указанных энергиях, как видно из таблицы 1, вызывает рост трещин длиной в редких случаях больше 25 см. Это скорее всего связано с длительностью выделения энергии и скоростью распространения ударно-волновых возмущений в бетоне. При длительности выделения энергии порядка 200 мкс (реализуемая в настоящих испытаниях), ударная волна в бетоне успевает пройти расстояние порядка (50–55) см. Поэтому при увеличении расстояния до свободной поверхности более 30 см уже не позволяет сформировать магистральную трещину.

Результаты экспериментальных исследований использованы для корректировки математической и компьютерной моделей, обеспечивающих возможность моделирования всех стадий электровзрыва с различными параметрами емкостных импульсных генераторов, в материалах с разными диэлектрическими, акустическими, термодинамическими и механическими свойствами.

На основе описанной модели электроразрядного откола был создан численный алгоритм, позволяющий проводить компьютерное моделирование электровзрывного откола твердых сред.

Исследования проведены в Казахском агротехническом университете им. С. Сейфуллина при финансировании Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант АР09058149. Исследование электроразрядного разрушения железобетонных изделий и твердых отходов для разработки мобильного комплекса их переработки и утилизации).

Список использованной литературы

1 Кузнецова Н.С., Буркин В.В., Лопатин В.В. Моделирование электровзрыва в твердых диэлектриках в электроразрядных технологиях // Известия Томского политехнического университета. – Том 309. – № 2. – 2006. – С. 70–75.

2Кузнецова Н.С., Буркин В.В., Лопатин В.В. Волновая динамика электровзрыва в твердых диэлектриках // Журнал технической физики. – Т. 79. – Вып. 5. – 2009. – С. 42–48.

3В.Ф. Важов, Р.Р. Гафаров, С.Ю. Дацкевич, М.Ю. Журков, В.В. Лопатин, В.М. Муратов, В. Jeffreyes Разрушение горных пород разрядами при повышенных давлениях и температурах // Письма в ЖТФ. – 2011. – Т. 37. – № 8. – С. 79–85.

4Kuznetsova N.S., Burkin V.V., Lopatin V.V. Dynamics of electro burst in solids. II. Characteristics of wave process // Journal of Physics D: Applied Physics. – 2009. – Vol. 42. – № 23. – P. 235209.

5Юдин А.С., Кузнецова Н.С., Иванов Н.А., Лопатин В.В. Влияние характеристик канала капиллярного разряда при шпуровом отколе от массива бетона // Известия вузов. Физика. – 2014. – Т 57. № 3/3. – С. 279–282.

6Lopatin V.V., Noskov M.D., Badent R., Kist K., Schwab A.J. Positive discharge development in insulating oil. Optical observation and simulation //IEEE Trans. on Dielectrics and Electrical Insulation. –1998. – Vol. 5. – №.2. – P. 250–255.