

Nghiên cứu chế tạo nguyên mẫu thiết bị thử nổ phá hủy bằng xung điện

Khổng Cao Phong, Đào Hiếu*
Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Xung dòng điện với dòng điện lớn giải phóng trong thời gian ngắn có thể tạo ra các vụ nổ. Ưu điểm của các dạng nổ này là dễ dàng khống chế được mức năng lượng, tạo ra các vụ nổ phù hợp, giảm bớt các chấn động ảnh hưởng tới các công trình xung quanh. Do đó nổ bằng xung điện đã được nghiên cứu và phát triển mạnh ở nhiều nước trên thế giới. Nội dung bài báo trình bày việc nghiên cứu chế tạo nguyên mẫu thiết bị nổ bằng xung điện dùng để nghiên cứu thử nổ ở quy mô phòng thí nghiệm. Kết quả thu được là thiết bị nổ xung điện với điện áp lên tới 900V, có khả năng điều chỉnh năng lượng nổ tới 1500J. Các vấn đề thiết kế, thử nghiệm của thiết bị sẽ được trình bày trong nội dung bài báo.

Từ khóa: Xung dòng điện; Thiết bị nổ điện; Nổ plasma; Thiết bị thử nổ

1. Đặt vấn đề

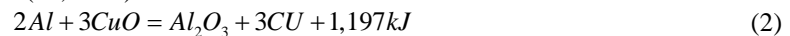
Dòng điện khi được giải phóng trong một thời gian ngắn (xung dòng điện) trong một vùng khí có thể gây ion hóa chất khí đó và hình thành một vùng plasma. Khi vùng plasma được hình thành sẽ gây giãn nở mạnh vùng khí xung quanh giải phóng năng lượng tạo ra hiện tượng nổ. Các xung dòng điện cũng có thể mang năng lượng với công suất lớn đủ khả năng phá vỡ hoặc làm biến dạng liên kết của các vật liệu. Với đặc điểm đó của xung dòng điện, nhiều nghiên cứu ứng dụng tác dụng của xung dòng điện đã được nghiên cứu và áp dụng vào trong thực tế.

Với khả năng phá vỡ liên kết của các phân tử của các loại vật liệu, xung điện công suất lớn được nghiên cứu sử dụng trong việc phá vỡ cấu trúc của các khối đá như ở trong các nghiên cứu của (V.A. Vizir, B. M. Kovalchuk, A.V. Kharlov, E.V. Kumpyak, V.V. Chervyakov, N.G. Shubkin, N.V. Tsoy, V.B. Zorin, V.N. Kiselev, and V.V. Chupin, 2010) (VOITENKO Nikita, YUDIN Artem, 2016) hay trong báo cáo của (Milles, 2015). Hay nghiên cứu sử dụng xung điện để phân tách các quặng trong mạch đá mẹ (S.H. Cho and B. Mohanty, M. Ito, Y. Nakamiya and S. Owada, S. Kubota, Y. Ogata, A. Tsubayama, M. Yokota and K. Kaneko, 2006).

Năng lượng công suất lớn của xung dòng điện cũng được nghiên cứu để kích thích trong các phản ứng nổ kim loại như phản ứng nổ nhôm với nước (Al/H₂O)



Trong đó năng lượng E được xác định khoảng 7,5MJ/kg (hơn hai lần so với thuốc nổ công nghiệp). Hay phản ứng giữa nhôm với đồng oxit (Al, CuO)



Các phản ứng nổ này đang được đánh giá là có khả năng thay thế cho các loại thuốc nổ truyền thống với các ưu điểm: không gây tiếng ồn; không gây ô nhiễm không khí; giá thành thấp; độ an toàn cao; dễ dàng xác định và khống chế năng lượng nổ. Hướng nghiên cứu này được thể hiện trong (M. Loeffler, H.A. Wieland, 2001). Bên cạnh việc nghiên cứu các ứng dụng nổ kim loại cũng đã được thương mại hóa bởi các công ty trong hiệp hội nghiên cứu về nổ Plasma của Hàn quốc (KAPRA & ASSOCIATES, 2017).

Trong lĩnh vực sản xuất bột nano, các xung điện công suất lớn được sử dụng để phân rã các dây kim loại thành các hạt kim loại cỡ nhỏ (nano) trong các môi trường khác nhau. Các nghiên cứu này có thể nói đến: Nghiên cứu chế tạo bột nano bằng phương pháp nổ dây dẫn trong môi trường khí gas (Zou Xiao-Bing, Mao Zhi-Guo, Wang Xin-Xin, and Jiang Wei-Hua, 2013); Sản xuất bột nano bằng nổ dây dẫn và sản xuất bột nano ứng dụng trong môi trường (Nazarenko, 2007) (O.B. Nazarenko, A.P. Ilyin, 2008); Sản xuất bột nano bằng dây nhôm trong môi trường chân không (G. S. Sarkisov, S. E. Rosenthal, K. R. Cochrane, K. W. Struve, C. Deeney, and D. H. McDaniel, 2005). Các xung điện plasma liên tục cũng

* Tác giả liên hệ: khongcaophong@humg.edu.vn

được sử dụng để phá vỡ các cấu trúc kim loại của phôi trong các máy cắt dây thực hiện việc gia công theo chương trình với độ chính xác cao.

Một ứng dụng khác của xung điện công suất lớn là dùng năng lượng của xung điện để gia nhiệt tức thời cho vật liệu kim loại. Với nhiệt lượng đó, các vật liệu kim loại bị giảm độ cứng dễ dàng cho việc gia công tạo hình dạng mong muốn (P SARKARA, S CHATURVEDI, RAJ KUMAR, RAJESH KUMAR, D LATHI, A SHYAM and J SONARA, 2000).

Cùng với các nghiên cứu ứng dụng thì các nghiên cứu chế tạo các thiết bị cũng như việc đo đạc và không chế các xung điện công suất lớn cũng được các nhóm nghiên cứu trên thế giới triển khai thực hiện. Với các giải pháp chủ yếu là thực hiện tích trữ năng lượng điện vào một hệ thống tụ điện dung lượng lớn và giải phóng nhanh trực tiếp qua các vật thể hoặc thông qua máy biến áp tăng áp (VOITENKO Nikita, YUDIN Artem, 2016).

Qua các thông tin đã trình bày ở trên cho thấy, xung điện công suất lớn được nghiên cứu ứng dụng vào trong rất nhiều lĩnh vực nhờ khả năng giải phóng năng lượng trong thời gian ngắn (công suất cao). Các nhóm nghiên cứu trên thế giới vẫn tiếp tục thực hiện các nghiên cứu nhằm tối ưu cho việc chế tạo các thiết bị phát xung công suất lớn hay nghiên cứu ứng dụng đặc tính của xung điện công suất lớn trong thực hiện các tác vụ đặc biệt.

Trong các nghiên cứu về tác động của nổ mìn thì việc nghiên cứu về tác động phá hủy các kết cấu đất đá, công trình là hết sức cần thiết. Các nghiên cứu này cho phép xác định được các vị trí tác động, năng lượng nổ hợp lý để phá vỡ các kết cấu vật liệu có độ cứng và biên dạng khác nhau nhằm nâng cao hiệu quả, giảm giá thành cho công tác nổ mìn trong thực tế. Tuy nhiên việc thực hiện các thí nghiệm này trong điều kiện phòng thí nghiệm thông thường ở các trường học như ở các phòng thí nghiệm Bộ môn khai thác lộ thiên Trường đại học Mỏ - Địa chất, Viện Xây dựng các công trình đặc biệt Đại học Lê Quý Đôn là hết sức khó khăn. Sự khó khăn này nằm trong việc quản lý các vật liệu cháy nổ đòi hỏi phải có các hệ thống trang thiết bị bảo quản và có sự kiểm tra giám sát rất ngặt nghèo của cơ quan quản lý. Ngoài ra thực hiện không chế năng lượng các vụ thử đòi hỏi phải có sự cân đo lường thuốc rồi mỗi nổ rất phức tạp.

Từ vai trò, ý nghĩa của các xung điện công suất lớn ở trên, nhóm nghiên cứu đã thực hiện việc tìm hiểu cấu trúc, nghiên cứu chế tạo một thiết bị tạo xung điện công suất lớn trong quy mô phòng thí nghiệm. Sản phẩm thu được là một máy tạo xung nổ phục vụ cho công tác nghiên cứu về xung điện cũng như thực hiện các nghiên cứu về nổ xung điện phá vỡ các kết cấu bê tông thạch cao trong điều kiện phòng thí nghiệm không được phép sử dụng vật liệu nổ. Nội dung bài báo sẽ trình bày công tác nghiên cứu chế tạo thiết bị và việc thử nghiệm thiết bị trong việc tạo xung nổ plasma.

2. Xác định cấu trúc và thiết kế thiết bị

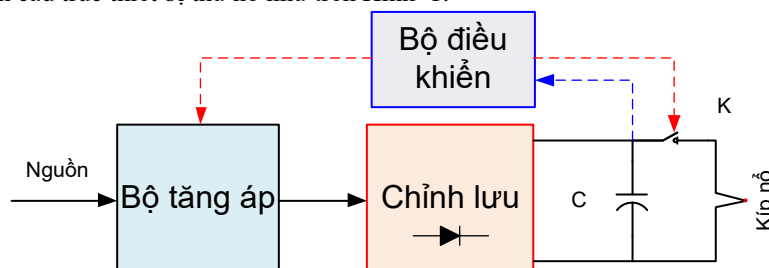
2.1. Yêu cầu thiết kế thiết bị thử nổ phá hủy bằng xung điện

Từ yêu cầu thực tế tại các Phòng thí nghiệm mà nhóm nghiên cứu thực hiện tìm hiểu, bài toán thiết kế thiết bị thử nổ bằng xung điện cần phải chế tạo được thiết bị có khả năng sau:

- Có khả năng thực hiện các vụ nổ đến 1500J (tương đương khoảng 400mg thuốc nổ công nghiệp)
- Có khả năng điều chỉnh năng lượng nổ theo mong muốn với bước chỉnh là 10J
- Thiết bị nhỏ gọn, dễ dàng triển khai thử nghiệm

2.2. Xác định cấu trúc hệ thống máy thử nổ phá hủy bằng xung điện

Sau khi nghiên cứu, phân tích nguyên lý từ các tài liệu (V.A. Vizir, B. M. Kovalchuk, A.V. Kharlov, E.V. Kumpyak, V.V. Chervyakov, N.G. Shubkin, N.V. Tsoy, V.B. Zorin, V.N. Kiselev, and V.V. Chupin, 2010) (S.H. Cho and B. Mohanty, M. Ito, Y. Nakamiya and S. Owada, S. Kubota, Y. Ogata, A. Tsubayama, M. Yokota and K. Kaneko, 2006) (M. Loeffler, H.A. Wieland, 2001) và các tài liệu khác, nhóm đã lựa chọn cấu trúc thiết bị thử nổ như trên Hình 1.



Hình 1 Sơ đồ cấu trúc thiết bị thử nổ bằng xung điện

Nguyên lý hoạt động của hệ thống: Sau khi đặt giá trị năng lượng cần thử, Bộ điều khiển thực hiện

đóng điện cho bộ tăng áp cấp cho chỉnh lưu diode. Điện áp đầu ra của chỉnh lưu được nạp cho tụ điện C được nạp cho đến khi điện áp nạp đạt giá trị năng lượng được tính toán. Khi năng lượng đạt giá trị đặt Bộ điều khiển sẽ chờ tín hiệu kích từ người sử dụng để điều khiển đóng Contactor K giải phóng nhanh năng lượng điện tạo ra xung dòng điện công suất lớn qua điện cực thử để tạo ra hiện tượng nổ plasma.

2.3. Thiết kế máy thử nổ bằng xung điện

Để thực hiện việc tích trữ năng lượng cho việc tạo xung dòng điện công suất lớn, cấu trúc hệ thống nêu trên sử dụng tụ điện. Năng lượng tích lũy trong tụ điện được xác định là:

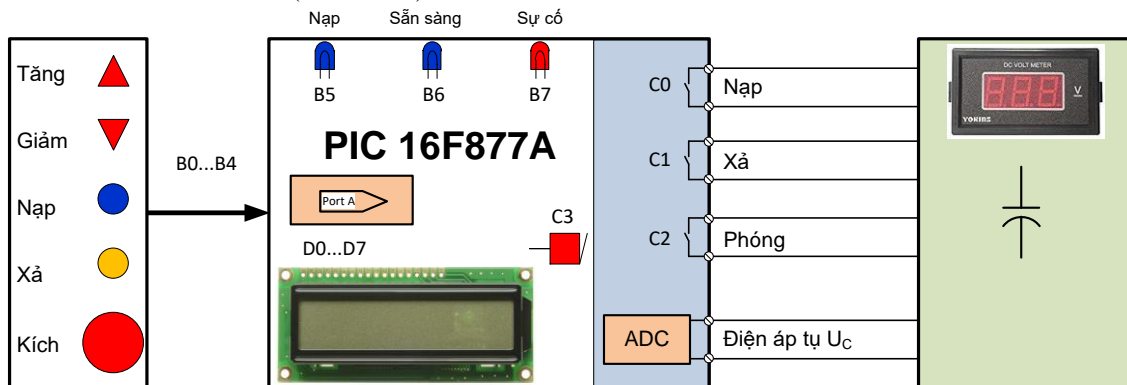
$$W = \frac{1}{2} CU^2 \quad (3)$$

Trong đó: W - Năng lượng tích trữ (J-Joule); C - Điện dung của tụ (F-Farad); U - Hiệu điện thế trên tụ (Volt).

Với hệ thống thực hiện, nhóm nghiên cứu đã sử dụng các tụ điện một chiều EPCOS 450V/470uF. Năng lượng tích trữ trên một tụ được tính theo là $W=47,5875J$. Để tích trữ năng lượng tối đa là 1500J theo yêu cầu của thiết bị thì số lượng tụ đã được sử dụng là 35 bộ.

Bộ tăng áp được sử dụng trong thiết bị là máy biến áp xoay chiều có thông số là: 220/350VAC; 100VA.

Contactor ngắt mạch điện áp trên tụ qua kíp tạo ra xung dòng điện công suất gây nổ là CONTACTOR LS 3P 150A / COIL 220V (MC-150a).



Hình 2 Sơ đồ cấu trúc bộ điều khiển hệ thống máy thử nổ bằng xung điện

Bộ điều khiển cho hệ thống máy thử nổ bằng xung điện (Hình 2) được thiết kế dựa trên nền tảng là chip vi điều khiển PIC 16F877A.

Giao diện giao tiếp sử dụng bao gồm các tín hiệu vào: Tăng; Giảm; Nạp; Xả và Kích. Trong đó các nút Tăng, Giảm được sử dụng để cài đặt thông số năng lượng cho mỗi lần thử (điều chỉnh theo bước 10J). Tín hiệu từ nút Nạp dùng để khởi động quá trình nạp năng lượng vào tụ theo thông số cài đặt. Quá trình nạp năng lượng sẽ kết thúc khi năng lượng tích trữ trong tụ đạt giá trị đặt. Nút xả dùng để giải phóng năng lượng dư thừa trong tụ trong các trường hợp năng lượng dư thừa của các vụ thử còn nhiều hoặc dùng để hủy quá trình thử nổ. Nút Kích nổ sẽ được kích hoạt sau khi kết thúc quá trình nạp với năng lượng tích trữ đã đạt giá trị mong muốn của người vận hành. Khi có tín hiệu Kích Contactor K sẽ được điều khiển đóng lại giải phóng năng lượng trong tụ điện C qua điện cực thử tạo ra xung dòng điện công suất lớn gây hiện tượng nổ plasma.

Giao diện hiển thị của bộ điều khiển bao gồm: Ba đèn LED trạng thái; Một Còi chip và Một màn hình hiển thị LCD. Các đèn LED dùng để chỉ thị các trạng thái hoạt động: Nạp; Sẵn sàng và Sự cố trong quá trình hoạt động của thiết bị. Còi chip dùng để chỉ thị các trạng thái Khởi động, Nạp, Kết thúc quá trình Nạp của hệ thống bằng âm thanh. Màn hình LCD dùng để hiển thị các thông tin giao tiếp từ hệ thống với người dùng thông qua các message.

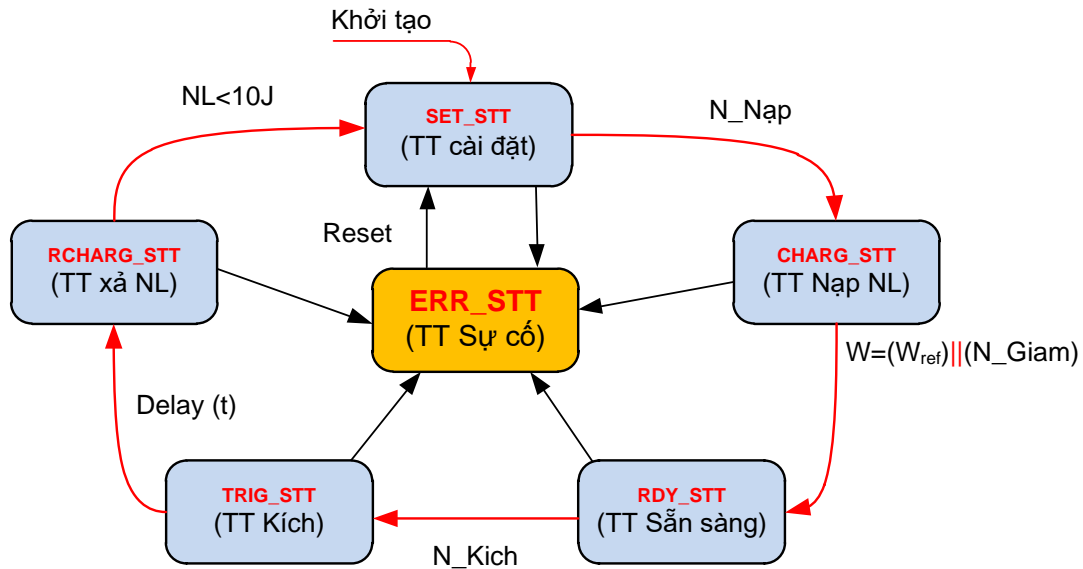
Các tín hiệu điều khiển hệ thống bao gồm các tín hiệu điều khiển quá trình Nạp năng lượng cho tụ; quá trình Xả năng lượng trên tụ và quá trình giải phóng năng lượng trên tụ qua điện cực thử. Thông tin điện áp trên tụ (tỉ lệ với năng lượng nạp) được đọc về từ hệ thống thông qua 1 kênh ADC của vi điều khiển. Ngoài ra nhóm thiết kế còn sử dụng một đồng hồ Volt kế điện tử để hiển thị trực tiếp điện áp nạp trên tụ điện.

2.4. Thiết kế chương trình điều khiển cho máy thử nổ bằng xung điện

Chương trình điều khiển cho máy thử nổ bằng xung điện được xây dựng với thuật toán điều khiển thể hiện dưới dạng giản đồ trạng thái như Hình 3. Nội dung thực hiện của chương trình diễn giải như sau:

Sau khi được cấp nguồn chương trình sẽ thực hiện việc khởi tạo với việc thiết lập các trạng thái công vào/ra số và tương tự; Thiết lập trạng thái đảm bảo an toàn. Sau đó chương trình sẽ tự động chuyển sang trạng thái cài đặt (SET_STT).

Ở trạng thái SET_STT, chương trình cho phép người sử dụng thiết lập thông số cho xung điện với tham số chính là mức năng lượng nạp cho hệ thống. Để xác nhận giá trị năng lượng cài đặt, người sử dụng sẽ bấm vào nút Nạp. Khi đó, trạng thái SET_STT này kết thúc và chuyển sang trạng thái Nạp (CHARG_STT).



Hình 3 Giản đồ trạng thái chương trình điều khiển máy thử nổ phá hủy bằng xung điện

Ở trạng thái CHARG_STT, hệ thống cung cấp điện cho bộ tăng áp và chỉnh lưu để thực hiện việc nạp điện áp vào hệ thống tụ điện C. Trạng thái Nạp sẽ kết thúc khi năng lượng được nạp bằng năng lượng đặt ($W=W_{ref}$) hoặc có tín hiệu từ nút bấm N_Giam (Nút được quy định để dừng quá trình nạp khi người vận hành mong muốn). Kết thúc trạng thái Nạp chương trình sẽ chuyển sang trạng thái Sẵn sàng chờ việc thực hiện phóng xung dòng điện (RDY_STT).

Trạng thái RDY_STT chỉ là trạng thái chờ tín hiệu kích cho quá trình giải phóng năng lượng điện trên tụ từ nút Kích (N_Kich). Khi có tín hiệu này hệ thống sẽ chuyển sang trạng thái Kích (TRIG-STT).

Trong trạng thái TRIG_STT hệ thống thực hiện việc đóng Contactor K để giải phóng năng lượng trên hệ thống tụ điện C qua điện cực trong khoảng thời gian 500ms. Sau thời gian trễ, hệ thống tự động chuyển về trạng thái xả (RCHARG_STT) để giải phóng nốt năng lượng dư thừa qua điện trở xả. Quá trình xả sẽ kết thúc và chuyển về trạng thái SET_STT khi năng lượng dư thừa dưới 10J.

Ở tất cả các trạng thái làm việc của hệ thống, các hiện tượng bất thường có thể kiểm soát được bởi bộ điều khiển như: thời gian nạp, xả quá lâu; Năng lượng tổn thất quá lớn trong quá trình chờ kích hoạt... Chương trình điều khiển sẽ tự động chuyển về trạng thái lỗi (ERR_STT). Ở trạng thái này chương trình sẽ thực hiện việc xả bỏ năng lượng trên hệ thống tụ thông qua điện trở xả và hiển thị trạng thái lỗi tương ứng trên LCD. Trạng thái này sẽ được loại bỏ khi có tín hiệu Reset từ người sử dụng.

3. Kết quả mô phỏng và thảo luận

Triển khai các thiết kế vào chế tạo thiết bị thực, nhóm nghiên cứu đã thực hiện thành công thiết bị thử nổ bằng xung điện. Trên hình Hình 4 là hình ảnh của thiết bị đã được chế tạo tại Phòng thí nghiệm của Bộ môn Tự động hóa Trường Đại học Mở - Địa chất.

Sử dụng sản phẩm thu được nhóm đã thực hiện thử tạo các xung điện công suất lớn và đo lường các thông số dòng điện và điện áp đầu ra của thiết bị. Thiết bị đo được sử dụng là Oscilo GW INSTEK GDS-1052-U hai kênh 20MHz đo trực tiếp thông số điện áp và đo xung dòng điện thông qua điện áp trên điện trở shunt. Thông số thực hiện thử như sau:

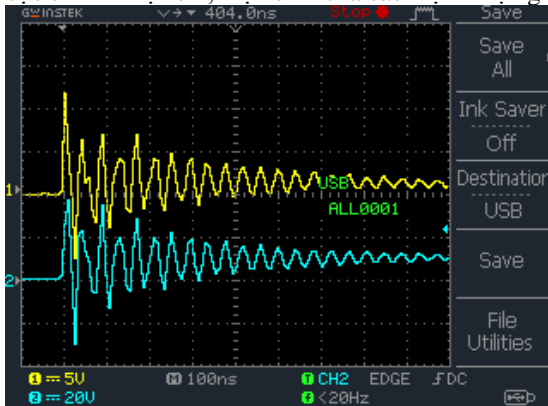
- Năng lượng nạp: 30J
 - Điện trở shunt: 0.03Ω
- Thông số đo lường của ocsilloscope:
- Thời gian: 100ns/div;
 - Kênh 1 (vàng – đo dòng): 5V/div;

- Kênh 2 (xanh – đo điện áp): 20V/div.

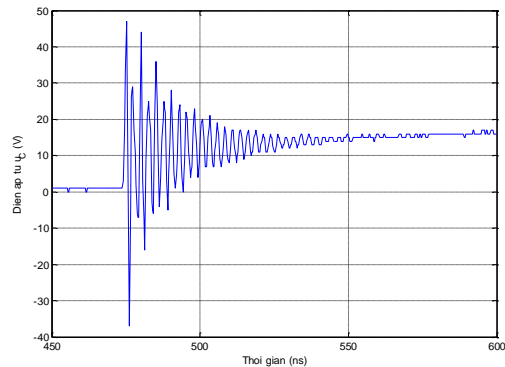


Hình 4 Sản phẩm thiết bị thử nổ bằng xung điện

Kết quả thử nghiệm được thể hiện trên hình Hình 5 với ảnh chụp màn hình oscilloscope và kết quả sóng điện áp vẽ bằng Matlab từ dữ liệu oscilloscope. Tính toán kết quả thu được trên oscilloscope với điện trở shunt cho thấy dòng điện cực đại tạo ra từ thiết bị thử nổ bằng xung điện có thể tạo xung dòng khoảng 1866A. Kết quả cho thấy khả năng tạo xung dòng điện của thiết bị tuy nhiên dạng sóng dòng điện và điện áp thu được có hiện tượng dao động không phải là đặc tính phóng điện của tụ dạng đường cong hyperbol như kỳ vọng Hình 6 a. Sau khi phân tích mạch điện của thiết bị, nhóm tác giả nhận định hiện tượng này xuất hiện là do thiết bị không sử dụng một tụ điện duy nhất mà sử dụng nhiều tụ điện song song để tích trữ năng lượng. Do đó việc kết nối giữa các tụ điện sẽ xuất hiện các thành phần điện trở, điện cảm. Hiện tượng dao động xuất hiện do có ảnh hưởng của điện cảm của dây cáp điện từ máy đến điện cực thử và điện trở, điện cảm của các mạch điện giữa các tụ điện trong hệ thống.



a. Trên màn hình oscilloscope



b. Hình ảnh vẽ bằng Matlab

Hình 5 Kết quả đo điện áp và dòng điện chạy qua điện cực thử

Để kiểm chứng lại nhận định trên, nhóm nghiên cứu đã thực hiện mô phỏng hiện tượng phóng điện của máy thử nổ phá hủy bằng xung điện dựa trên sơ đồ nguyên lý của thiết bị. Kết quả thu được là với hệ thống tích trữ năng lượng gồm nhiều tụ điện và có tính đến thành phần điện trở, điện cảm trong mạch tạo ra các mạch RLC song song với nhau khi phóng điện sẽ tạo ra hiện tượng dao động như Hình 6 b. Như vậy hiện tượng dao động của sóng dòng điện và điện áp trên thiết bị là đúng với lý thuyết.

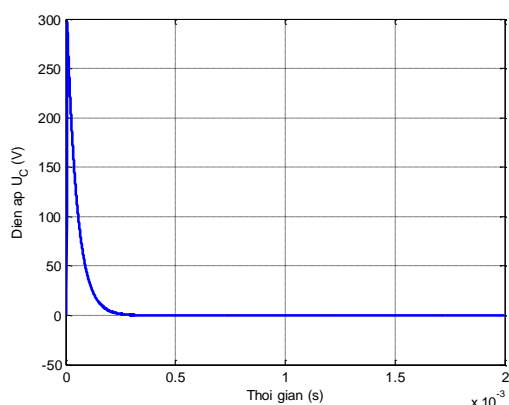
Với các kết quả thu được, nhóm đã thực hiện chế tạo và chuyên giao các thiết bị cho: Phòng thí nghiệm bộ môn Khai thác lộ thiên, Trường đại học Mỏ - Địa chất; Phòng thí nghiệm của Viện Xây dựng các công trình đặc biệt Đại học Lê Quý Đôn. Tại các Phòng thí nghiệm này, thiết bị đã được sử dụng để thử nghiệm phá hủy các mẫu thạch cao và cho các kết quả tốt phục vụ cho việc nghiên cứu nổ mìn.

4. Kết luận

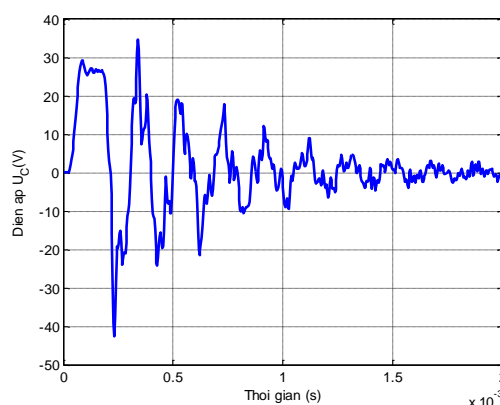
Trong nội dung đã được trình bày của bài báo, các tác giả đã thể hiện việc nghiên cứu, thiết kế chế tạo

nguyên mẫu thiết bị thử nổ phá hủy bằng xung điện. Kết quả đạt được là sản phẩm thiết bị thực tế. Các thử nghiệm cho thấy thiết bị hoạt động tốt và có kết quả hoạt động giống như phân tích nguyên lý trên mô hình lý thuyết. Sản phẩm đã được sử dụng vào các Phòng thí nghiệm nghiên cứu của hai trường đại học. Sản phẩm thu được mở ra cho nhóm nghiên cứu và các đồng nghiệp trong và ngoài Trường một số hướng nghiên cứu mới trong việc chế tạo thiết bị thử nổ bằng xung điện cũng như công nghệ nổ dùng xung điện. Các hướng phát triển tiếp theo có thể là:

- Nghiên cứu chế tạo các thiết bị thử nổ có khả năng tạo nhiều xung dòng điện công suất lớn với thời gian vi sai.
- Nghiên cứu thử nghiệm công nghệ nổ bột kim loại với thiết bị thử nổ bằng xung điện.



a. Khi phân tích coi mạch chỉ có RC đơn giản



b. Khi phân tích mạch gồm nhiều mạch RLC song song

Hình 6 Kết quả mô phỏng hiện tượng phóng điện của thiết bị

Tài liệu tham khảo

- G. S. Sarkisov, S. E. Rosenthal, K. R. Cochrane, K. W. Struve, C. Deeney, and D. H. McDaniel. (2005). Nanosecond Electrical Explosion of Thin Aluminum Wire in Vacuum: Experimental and Computational Investigations. *Physical Review E* 71(4 Pt 2):046404; DOI: 10.1103/PhysRevE.71.046404.
- KAPRA & ASSOCIATES. (2017). Pulse plasma rock fragmentation technology.
- M. Loeffler, H.A. Wieland. (2001). Electrical Wire Explosions as a Basis for Alternative Blasting Techniques? *International Conference on Pulsed Power Applications*. Gelsenkirchen.
- Milles, U. (2015). *Electric impulses fragment hard rock*. Karlsruhe: FIZ Karlsruhe · Leibniz Institute for Information Infrastructure GmbH.
- Nazarenko, O. (2007). Nanopowders produced by electrical explosion of wires. *Proceedings of European Congress of Chemical Engineering (ECCE-6)*. Copenhagen.
- O.B. Nazarenko, A.P. Ilyin. (2008). NANOPOWDERS PRODUCTION BY ELECTRICAL EXPLOSION OF WIRES: ENVIRONMENTAL APPLICATIONS. *Proceedings of the 3rd Environmental Physics Conference*. Aswan, Egypt.
- P SARKARA , S CHATURVEDI, RAJ KUMAR, RAJESH KUMAR, D LATHI, A SHYAM and J SONARA. (2000). Operation of a capacitor bank for plasma metal forming. *PRAMANA journal of physics; vol. 55, Nos 5&6 Nov. & Dec*, 941-945.
- S.H. Cho and B. Mohanty, M. Ito, Y. Nakamiya and S. Owada, S. Kubota, Y. Ogata, A. Tsubayama, M. Yokota and K. Kaneko. (2006). Dynamic fragmentation of rock by high-voltage pulses. *The 41st U.S. Symposium on Rock Mechanics (USRMS)*. Colorado.
- V.A. Vizir, B. M. Kovalchuk, A.V. Kharlov, E.V. Kumpyak, V.V. Chervyakov, N.G. Shubkin, N.V. Tsoy, V.B. Zorin, V.N. Kiselev, and V.V. Chupin. (2010). High-Voltage Pulsed Generator for Dynamic Fragmentation of Rocks. *The Review of scientific instruments*.
- VOITENKO Nikita, YUDIN Artem. (2016). Mobile Electric-Discharge Blasting Unit for Splitting off and Destruction of Rocks and Concrete. *Key Engineering Materials* 685:705-709. DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.685.705.
- VOITENKO Nikita, YUDIN Artem. (2016). Mobile Electric-Discharge Blasting Unit for Splitting off and Destruction of Rocks and Concrete. *Key Engineering Materials* DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.685.705.
- Zou Xiao-Bing, Mao Zhi-Guo, Wang Xin-Xin, and Jiang Wei-Hua. (2013). Nanopowder production by

ABSTRACT

Research on prototype manufacturing for destructure explosion testing with hight impulse current

Khổng Cao Phong, Đào Hiếu
Hanoi university of Mining and Geology

A large currents released in a short period of time can create explosions. The advantages of these types of explosives are: easily control the energy levels; create the appropriate explosions: and reduce vibration that affect the surrounding buildings. Therefore, electrical current pulse has been studied and developed in many countries around the world. The paper presents a research and development of an electric explosive prototype which can be used for experimental blasting research on the laboratory. The result is an electric blasting device with a voltage up to 900V, and can adjust the pulse power up to 1500J. Design issues, testing of equipment will be presented in the article content.

Keywords: Hight power current pulse; Electric blasting equipment; Plasma blasting.

Contents

1. Đặt vấn đề.....	1
2. Xác định cấu trúc và thiết kế thiết bị.....	2
2.1. Yêu cầu thiết kế thiết bị thử nổ phá hủy bằng xung điện.....	2
2.2. Xác định cấu trúc hệ thống máy thử nổ phá hủy bằng xung điện.....	2
2.3. Thiết kế máy thử nổ bằng xung điện.....	3
2.4. Thiết kế chương trình điều khiển cho máy thử nổ bằng xung điện.....	3
3. Kết quả mô phỏng và thảo luận.....	4
4. Kết luận.....	5
Tài liệu tham khảo.....	6