

Ứng dụng công nghệ gia công lỗ sâu chính xác trong chế tạo nòng súng bằng phương pháp khoan gundrill

Nguyễn Văn Bình*, Nguyễn Đức Thành, Nguyễn Anh Tiến

Viện Công nghệ, Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng

Ngày nhận bài 12/10/2015, ngày chuyển phản biện 19/10/2015, ngày nhận phản biện 18/11/2015, ngày chấp nhận đăng 18/2/2016

Bài báo trình bày và phân tích đặc điểm công nghệ gia công lỗ sâu chính xác theo phương pháp khoan gundrill. Xuất phát từ đặc điểm công nghệ gia công lỗ sâu đặc thù trong chế tạo nòng súng, các tác giả đã tính toán lựa chọn chế độ công nghệ gia công lỗ sâu phù hợp, đảm bảo độ chính xác gia công và chất lượng bề mặt tốt nhất, đáp ứng bài toán công nghệ gia công lỗ trong chế tạo nòng súng.

Từ khóa: công nghệ gia công lỗ sâu, khoan nòng súng, lỗ sâu, lỗ sâu chính xác, phương pháp gundrill.

Chỉ số phân loại 2.3

Application of the precision deep hole drilling technology for manufacturing barrel by the gundrill process

Summary

In the paper, some features of precision deep hole processing technology by the gundrill process have been presented and analysed. The technological conditions of deep hole drilling are preferred to ensure the best surface quality and accuracy due to the particular requirements in manufacturing barrel, resolving the problem of precision deep hole drilling for the barrel.

Keywords: deep hole, deep hole drilling technology, gundrill, gundrill process, precision deep hole.

Classification number 2.3

Đặt vấn đề

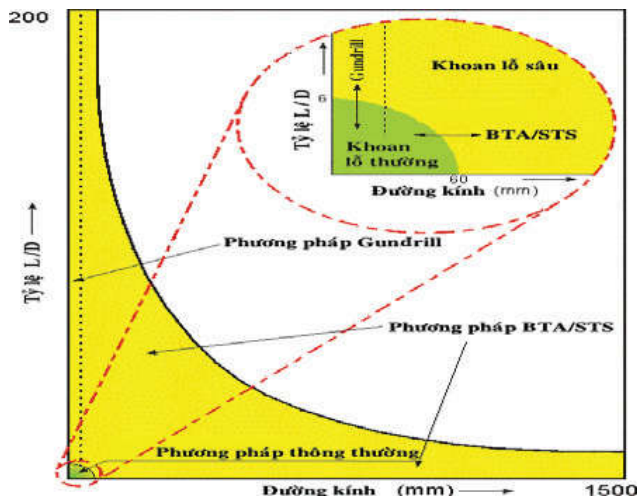
Lỗ sâu là những lỗ có tỷ lệ giữa chiều dài L và đường kính D trên 20 lần ($L/D > 20$, một số tài liệu đưa ra là $L/D > 5$), với các nòng súng pháo tỷ lệ này từ 20 đến 100, thậm chí có thể đến 150. Phương pháp khoan gundrill được sử dụng để gia công các lỗ sâu có đường kính đến 25 mm trên thiết bị khoan theo nguyên lý gundrill bằng các mũi khoan và điều kiện gia công đặc biệt. Trong công nghiệp quốc phòng nước ta, đã ứng dụng công nghệ khoan sâu từ những năm 60 của thế kỷ trước, chủ yếu để chế tạo các nòng súng pháo có cỡ nòng 5,56÷25 mm. Ngoài vấn đề nâng cao chất lượng và tuổi thọ của vũ khí, việc chế tạo các vũ khí thế hệ mới đòi hỏi sự đổi mới về thiết bị, công nghệ chế tạo và trang bị công nghệ. Do vậy, rất cần có những nghiên cứu ứng dụng công nghệ khoan lỗ sâu trên các máy khoan sâu điều khiển công nghệ cao theo phương pháp gundrill. Nhóm đề tài đã nghiên cứu ứng dụng công nghệ khoan lỗ sâu gundrill để khoan các lỗ sâu có đường kính từ 5÷25 mm, tỷ lệ L/D từ 80÷100, dung sai đường kính đạt cấp chính xác IT7÷IT8, độ bóng bề mặt cấp Ra 0,63 đến 0,16 μm trên máy khoan gundrill 4 trục, đáp ứng yêu cầu phát triển công nghệ khoan sâu trong công nghiệp quốc phòng và công nghiệp dân dụng trong nước.

Phương pháp nghiên cứu và thực nghiệm

Đặc điểm công nghệ khoan sâu gundrill

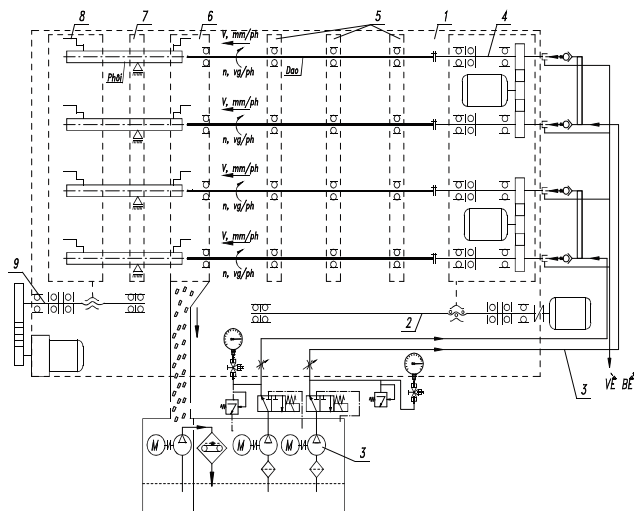
Phụ thuộc vào đường kính lỗ khoan, vật liệu và chất lượng bề mặt, trên thế giới sử dụng 3 phương pháp khoan sâu phổ biến là: Gundrill, BTA/STS hoặc Ejector. Trên hình 1 mô tả các miền ứng dụng của các phương pháp khoan lỗ sâu do Công ty Sanvik (Thụy Điển) nghiên cứu ứng dụng trong công nghệ khoan lỗ sâu [1-3].

*Tác giả liên hệ: Email: binhntkm@gmail.com



Hình 1: phạm vi ứng dụng của các phương pháp khoan

Từ đồ thị ta thấy, phương pháp khoan sâu gundrill chỉ dùng cho các lỗ sâu có đường kính đến 25 mm. Thiết bị khoan gundrill bao gồm nhiều bộ phận: trục kẹp mũi khoan, bạc dẫn khoan, hệ giảm rung, hệ thống cấp dầu cắt cao áp, dụng cụ khoan... Dung dịch cắt được bơm vào vùng gia công qua một lỗ nhỏ nằm trong mũi khoan và phoi được dung dịch cắt cao áp chuyên ra ngoài qua một rãnh chữ V trên thân dao tới thùng chứa phoi, ở đó dung dịch cắt và phoi sẽ được tách riêng, dầu cắt được lọc và làm mát rồi đưa tới bơm cấp dầu cao áp. Hình 2 và hình 3 mô tả nguyên lý và máy khoan lỗ sâu 4 trục điều khiển công nghệ cao theo phương pháp gundrill do đề tài lựa chọn, thiết kế chế tạo.



Hình 2: sơ đồ nguyên lý máy khoan lỗ sâu gundrill 4 trục

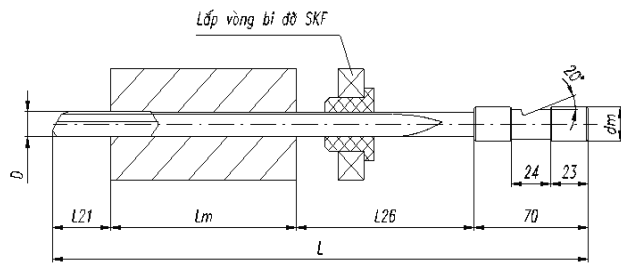
1. Thân máy, 2. Cụm tịnh tiến cần khoan, 3. Cụm cấp dung dịch cắt,
4. Cụm trục chính, 5. Cụm giảm rung động cần khoan,
6. Cụm dẫn hướng cần khoan, 7. Giá đỡ phôi,
8. Cụm kẹp phôi, 9. Cụm tịnh tiến, cụm kẹp phôi



Hình 3: máy khoan lỗ sâu gundrill 4 trục

Dụng cụ khoan gundrill

Trong công nghệ khoan lỗ sâu hiện nay, do nhiều hạn chế về công nghệ vật liệu và công nghệ gia công cơ khí chính xác... nên chúng ta chưa chế tạo được dụng cụ khoan lỗ sâu gundrill, phải nhập khẩu mũi khoan từ nước ngoài. Có nhiều công ty của nước ngoài chế tạo dụng cụ khoan lỗ sâu, điển hình là các công ty: Sanvik (Thụy Điển), Dixi (Pháp), Polytool (Thụy Sĩ), Boteck (Đức)... Kết cấu dụng cụ khoan lỗ sâu theo công nghệ khoan gundrill (đường kính mũi khoan từ 5÷25 mm) như hình 4.



Hình 4: dụng cụ khoan gundrill

Xác định chế độ công nghệ khoan lỗ sâu có đường kính 5 đến 25 mm theo phương pháp gundrill

Chế độ công nghệ khoan lỗ sâu bao gồm: chiều sâu cắt t, lượng chạy dao S, tốc độ cắt vòng V_c , và một số thông số khác như áp suất P và lưu lượng Q của dung dịch cắt.

Chế độ công nghệ khoan lỗ sâu được xác định dựa vào các yếu tố chính: kích thước lỗ, yêu cầu kỹ thuật (độ chính xác, độ bóng bề mặt), độ cứng vật liệu, đặc tính và tính công nghệ gia công cắt gọt của vật liệu. Chiều sâu cắt trong trường hợp này (khoan lỗ sâu theo phương pháp gundrill) là $t = D/2$.

Tốc độ cắt V_c được xác định theo công thức sau [4, 5]:

$$V_c = \pi \cdot D_c \cdot n \quad (1)$$

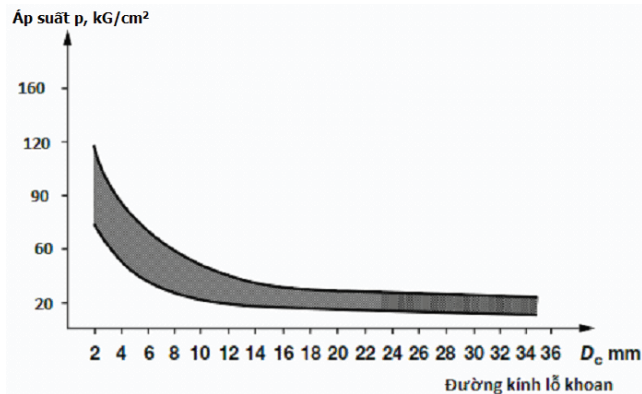
Với D_c là đường kính lỗ khoan, n là tốc độ quay của trục chính

Tốc độ tiến dao F_c được xác định theo công thức sau [4, 5]:

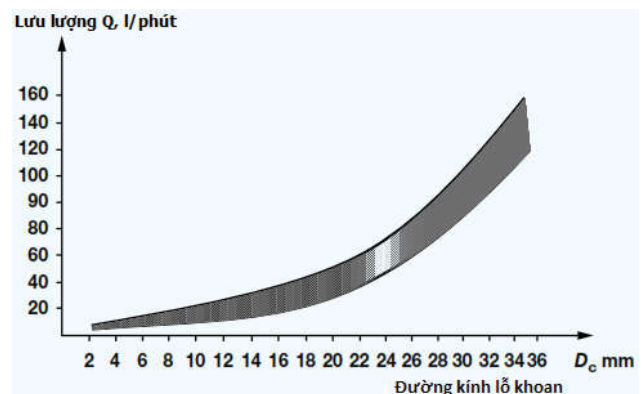
$$F_c = S \cdot n \quad (2)$$

Trong đó, S là lượng chạy dao (mm/vg).

Dung dịch cắt khi khoan lỗ sâu theo phương pháp gundrill là loại dung dịch cắt không pha nước (cutting oil) có độ nhớt 9-16 Cts ở 40°C. Áp suất và lưu lượng dung dịch cắt được xác định theo đồ thị hình 5 và hình 6 [1, 3].



Hình 5: áp suất P dung dịch cắt khi khoan lỗ sâu theo phương pháp gundrill



Hình 6: lưu lượng Q dung dịch cắt khi khoan lỗ sâu theo phương pháp gundrill

Với mục tiêu khoan 3 loại lỗ sâu có $L/D = 80 \div 100$ là: $\Phi 5 \times 500$ mm, $\Phi 14 \times 1330$ mm và $\Phi 22 \times 1800$ mm, chuẩn bị cho các bước công nghệ tiếp theo khi chế tạo các loại nòng súng 5,56 mm, 14,5 mm và nòng pháo 23 mm, với vật liệu khoan là thép chế tạo nòng súng, pháo 35XMHΦA, đã nhiệt luyện có độ cứng 32÷36

HRC, giới hạn chảy đến 900 MPa, giới hạn bền đến 1100 MPa, sau khi khoan lỗ sâu, được gia công tinh qua một số nguyên công (doa) với lượng dư tổng $0,3 \div 0,8$ mm và đạt độ bóng Ra 0,3 đến 8 μm . Trên cơ sở vật liệu khoan, độ cứng của vật liệu, đường kính lỗ khoan, nhóm đề tài đã tính toán lựa chọn được chế độ công nghệ (lượng chạy dao S , tốc độ cắt V_c) và tiến hành thí nghiệm khoan ở các chế độ khác nhau, hình 7 là dạng phoi khoan khi khoan lỗ $\Phi 14$ ở các chế độ công nghệ khoan.



Hình 7: dạng phoi khoan khi khoan lỗ $\Phi 14$ ở các chế độ phoi mịn và phoi thô

Trên hình 7, phoi mịn tương ứng $n = 1200$ vg/phút, $S = 0,02$ mm/vg, $P = 40$ kG/cm², $Q = 25$ l/phút; phoi thô tương ứng $n = 800$ vg/phút, $S = 0,05$ mm/vg, $P = 20$ kG/cm², $Q = 20$ l/phút.

Từ các tính toán và thực nghiệm khoan trên máy khoan lỗ sâu 4 trục do đề tài thiết kế chế tạo, nhóm đề tài đã xác định được chế độ công nghệ:

- Khi khoan lỗ sâu $\Phi 5$: lượng chạy dao $S_{05} = 0,004 \div 0,025$ mm/vg, tốc độ tiến dao $F_{C05} = 10 \div 62,5$ mm/phút, tốc độ quay của trục chính $n = 2000 \div 2500$ vg/phút, áp suất dung dịch cắt $P_{05} = 50 \div 70$ bar, lưu lượng dung dịch cắt $Q_{05} = 10 \div 15$ l/phút.

- Khi khoan lỗ sâu $\Phi 14$: lượng chạy dao $S_{14} = 0,015 \div 0,05$ mm/vg, tốc độ tiến dao $F_{14} = 15 \div 75$ mm/phút, tốc độ quay của trục chính $n = 1000 \div 1500$ vg/phút, áp suất dung dịch cắt $P_{14} = 30 \div 50$ bar, lưu lượng dung dịch cắt $Q_{14} = 15 \div 30$ l/phút.

- Khi khoan lỗ sâu $\Phi 22$: lượng chạy dao $S_{22} = 0,015 \div 0,05$ mm/vg, tốc độ tiến dao $F_{C22} = 9 \div 45$ mm/phút, tốc độ quay của trục chính $n = 600 \div 900$ vg/phút, áp suất dung dịch cắt $P_{22} = 25 \div 35$ bar, lưu lượng dung dịch cắt $Q_{22} = 25 \div 40$ l/phút.

Quá trình khoan được thực hiện trong chương trình nghiên cứu bao gồm 3 giai đoạn như sau: khoan môi,

khoan ổn định và khoan thùng. Tốc độ trục chính và lượng chạy dao trong các giai đoạn khoan mũi và khoan thùng bằng khoảng 60-70% tốc độ n và lượng chạy dao S của giai đoạn khoan ổn định, chiều sâu khoan trong các giai đoạn này khoảng $3-5D_c$. Hình ảnh các lỗ khoan $\Phi 5$, $\Phi 14$ và $\Phi 22$ được thể hiện hình 8.



Hình 8: các lỗ khoan $\Phi 5$, $\Phi 14$ và $\Phi 22$

Kết quả và bàn luận

Nhóm đề tài đã nghiên cứu thiết kế chế tạo được 1 máy khoan lỗ sâu gundrill 4 trục, từ đó khảo sát khoan 3 nhóm mẫu (mỗi nhóm mẫu 12 phôi), sau khoan thử nghiệm đã tiến hành đo độ chính xác kích thước đạt IT8, độ bóng đạt cấp 7 đến cấp 8, độ lệch tâm như bảng 1.

Bảng 1: độ lệch tâm của các mẫu sau khoan

Nhóm mẫu	Chiều sâu lỗ khoan L, mm	Đường kính lỗ khoan D, mm	Độ lệch tâm s, mm	Độ thẳng %, %
1	500	5	$0,2 \div 0,5$	0,1
2	1330	14	$0,7 \div 1,2$	0,09
3	1800	22	$1 \div 1,8$	0,08

Dựa vào kết quả khoan một số mẫu khoan ta thấy:

- Chất lượng bề mặt và độ chính xác gia công rất tốt: độ bóng cấp 7 đến cấp 8, độ chính xác lỗ khoan IT8.

- Độ thẳng của lỗ khoan trong bảng 1 nằm trong mức cho phép (dưới 0,1%), phù hợp với yêu cầu công nghệ khoan lỗ sâu.

- Khi áp suất và lưu lượng dung dịch cắt càng cao, khả năng bề phoi và thoát phoi càng tốt, nhờ đó độ bóng bề mặt lỗ khoan tăng lên.

- Lượng chạy dao S càng nhỏ, tốc độ quay n của trục chính càng lớn thì khả năng bề phoi càng tốt và ngược lại.

- Phương pháp khoan gundrill phù hợp sử dụng được cho các lỗ khoan có đường kính đến 25 mm.

Kết luận

Đề tài đã nghiên cứu, phân tích lựa chọn chế độ công nghệ khoan lỗ sâu theo phương pháp khoan gundrill, xây dựng quy trình và khoan thực nghiệm trên thiết bị khoan gundrill 4 trục do đề tài thiết kế chế tạo cho 3 nhóm mẫu có lỗ sâu $\Phi 5$, $\Phi 14$ và $\Phi 22$ với tỷ lệ L/D tương ứng là 100, 95 và 82, để chế tạo các loại nòng súng 5,56 mm, 14,5 mm và nòng pháo 23 mm, với vật liệu khoan là thép chế tạo nòng súng, pháo 35XMHPA, có độ cứng $32-36$ HRC, giới hạn chảy đến 900 MPa, giới hạn bền đến 1100 Mpa. Kết quả đạt độ chính xác kích thước IT8 và độ bóng cấp 7÷8, độ thẳng lỗ khoan dưới 0,1%.

Tài liệu tham khảo

- [1] McGraw-Hill Offices, *Tài liệu kỹ thuật của các hãng Micromat, Auerback*.
- [2] Dingherman Dsr.P (2004), "Gundrilling An Overview of its theory and an Analysis of its Performance as compared to Spiraldrilling Advans Hogescholl Breda", *Department of Mechanical Engineering*.
- [3] Sand Vik Coromant (2004), *Metalworking Products, Deep hole drilling, Product catalogue and application guide*.
- [4] Nguyễn Đắc Lộc, Ninh Đức Tôn, Lê Văn Tiến (2000), *Sổ tay Công nghệ chế tạo máy*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật,
- [5] Lê Hoàng Phú (2005), *Công nghệ gia công lỗ sâu chính xác*, Viện Công nghệ/Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng.