

**XÁC ĐỊNH SỐ LIỆU HÀ BÁM Ở CHÂN ĐẾ GIÀN KHOAN  
THEO LÝ THUYẾT XÁC SUẤT THỐNG KÊ  
APPLICATION OF MATHCAD SOFTWARE TO PROCESS  
FOULING FIGURES ACCORDING TO STATISTICAL PROBABILITY THEORY  
ON DRILLING PLATFORM**

**ThS. LÊ TÙNG ANH**  
**Bộ môn HH - VKT, Trường ĐHHH**

**Tóm tắt:**

*Mathcad là phần mềm tính toán kỹ thuật đem lại sự đổi mới, tạo cơ hội quan trọng dành riêng cho cá nhân và xử lý một cách thuận lợi hiệu quả cho sự phát triển của sản phẩm và các dự án thiết kế kỹ thuật. Khác với các công cụ tính toán và bảng tính độc quyền, Mathcad cho phép các kỹ sư đồng thời tính toán thiết kế và dẫn chứng bằng tài liệu kỹ thuật với bao gồm toàn diện ứng dụng các hàm toán học, động lực học và nhận biết các đơn vị tính toán.*

**Abstract:**

*Mathcad is engineering calculation software that drives innovation and offers significant personal and process productivity advantages for product development and engineering design projects. Unlike proprietary calculating tools and spreadsheets, Mathcad lets engineers design and document engineering calculations simultaneously with comprehensive applied math functionality and dynamic, unit-aware calculations.*

**1. Đặt vấn đề**

Mức độ chính xác của kết quả tính toán tuổi thọ mỗi giàn khoan biển cố định phụ thuộc rất nhiều vào các yếu tố đặc thù cho điều kiện địa phương. Một trong các yếu tố đặc thù đó chính là hà bám. Trong toàn bộ đời sống công trình, kích thước hà bám trên bề mặt ống thép phần dưới nước của kết cấu chân đế giàn khoan tăng dần theo thời gian. Đồng thời độ nhám bề mặt của phần tử kết cấu cũng bị thay đổi. Hai yếu tố trên làm tăng đáng kể tải trọng của sóng và dòng chảy tác dụng lên công trình. Dưới đây trình bày kết quả nghiên cứu xử lý số liệu hà bám trên bề mặt ống thép chân đế giàn khoan biển cố định theo lý thuyết xác suất thống kê.

**2. Cơ sở lý thuyết và trình tự thực hiện**

Công việc lấy mẫu và phân tích mẫu hà bám trên bề mặt ống thép đã được nghiên cứu đưa vào quy trình khảo sát các chân đế giàn khoan biển cố định khai thác dầu khí mỏ Bạch Hổ và mỏ Rồng trên thềm lục địa phía Nam Việt Nam. Quy trình này đã được cơ quan đăng kiểm quốc tế Lloyd's Register kiểm tra và chấp nhận.

Quy trình lấy mẫu và xử lý mẫu hà bám trên bề mặt ống thép chân đế giàn khoan CTK-3 xây dựng trên vùng mỏ Bạch Hổ vào tháng 5 năm 2003 ở độ sâu biển là 48,5m. Thời điểm lấy mẫu hà bám là tháng 7 năm 2008.

Các bước thực hiện theo tài liệu [2] như sau:

1. Mẫu hà bám được lấy ngẫu nhiên từ bề mặt ống thép chân đế giàn khoan ở các độ sâu 1m, 5m, 10m, 30m, 48,5m so với mực nước biển (tài liệu [4]). Các vị trí lấy mẫu hà bám được thực hiện dọc theo ống đứng của chân đế giàn khoan, đường kính ống thép là 1330mm. Vùng lấy mẫu hà bám là hình chữ nhật có kích thước chiều rộng bằng  $1/4$  chu vi ống thép ( $\pi D / 4$ ) và chiều cao là 50mm.

2. Từng tập mẫu ở các độ sâu khác nhau được đưa lên khỏi mặt nước để phân loại như trình bày trong bảng 1.

3. Đo chiều dày phần cứng của mẫu hà bám  $h_g$ . Chiều cao phần mềm của hà bám (chiều cao của hà bám nhô ra khỏi phần cứng)  $x_i$  được tính theo biểu thức sau:

$$x_i = h_i - h_g \quad (1)$$

Bảng 1: Giá trị tập mẫu khảo sát số lượng hà bám

Số TT	Khoảng chiều cao (cm)	Giá trị TB ( $h_i$ )	Số lượng hà bám ( $m_i$ ) trong mẫu khảo sát				
			$z = 1$	$z = 5$	$z = 10$	$z = 30$	$z = 48,5$
20	11.5-12.0	11.75	0	1	0	0	0
19	11.0-11.5	11.25	2	4	1	2	0
.....	.....	.....					
3	3.0-3.5	3.25	4	2	7	4	7
2	2.5-3.0	2.75	1	1	2	2	2
1	2.0-2.5	2.25	0	0	0	0	0
	$n = \sum m_i$		63	92	102	66	54

4. Giá trị trung bình mẫu hà bám ở từng độ sâu khác nhau, được tính theo biểu thức sau:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum m_i x_i \quad (2)$$

5. Phương sai thực nghiệm là ước lượng của phương sai mẫu hà bám ở từng độ sâu khác nhau, được tính theo biểu thức sau:

$$\sigma'^2 = \frac{1}{n-1} \sum m_i (x_i - \bar{X})^2 \quad (3)$$

Phương sai thực nghiệm  $\sigma'^2$  được sử dụng để biểu thị độ tập trung hay phân tán của chiều cao hà bám (là đại lượng ngẫu nhiên) xung quanh giá trị trung bình mẫu (kỳ vọng toán học) của nó. Nếu  $\sigma'^2$  càng bé thì các thể hiện của đại lượng ngẫu nhiên (chiều cao hà bám) càng tập trung quanh kỳ vọng (giá trị trung bình mẫu) của nó, và ngược lại nếu  $\sigma'^2$  càng lớn thì các thể hiện của đại lượng ngẫu nhiên càng bị phân tán.

6. Độ lệch chuẩn thực nghiệm mẫu hà bám ở từng độ sâu khác nhau, được tính theo biểu thức sau:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma'^2} \quad (4)$$

7. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, đại đa số các đại lượng ngẫu nhiên thường gặp trong thực tế là tuân thủ theo luật phân phối chuẩn:  $X \sim N(a, \sigma^2)$ . Ở đây:

- $\bar{X}$  là đại lượng ngẫu nhiên tuân thủ theo luật phân phối chuẩn
- $a$  là trung bình tổng thể (kỳ vọng) của đại lượng ngẫu nhiên  $X$
- $\sigma^2$  là phương sai của đại lượng ngẫu nhiên  $X$

Trong trường hợp này, ước lượng trung bình tổng thể (kỳ vọng)  $a$  của đại lượng ngẫu nhiên  $X$  được tính theo biểu thức:

$$a = \bar{X} \pm z_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

Trong đó:

- $n$  là tổng số phần tử của tập mẫu khảo sát
- $\bar{X}$  là giá trị trung bình của tập mẫu khảo sát
- $\sigma^2$  là phương sai của đại lượng ngẫu nhiên  $X$ . Nếu chưa biết  $\sigma^2$ , thì có thể thay thế bằng phương sai thực nghiệm  $\sigma'^2$

Ta tìm được  $z_\alpha$  từ biểu thức tính độ tin cậy  $\gamma$  của đại lượng ngẫu nhiên  $X$  tuân thủ theo luật phân phối chuẩn như sau:

$$\gamma = P(|\bar{X} - a| < \varepsilon) = 2\Phi(z_\alpha) \quad (6)$$

Với: Hàm  $\Phi(\dots)$  là tích phân Laplace

Với các số liệu đã thu thập, ta có thể đánh giá được sự phát triển của sinh vật biển trong điều kiện thềm lục địa Việt Nam. Tuy nhiên, để tìm được quy luật phân phối tổng thể, các thông tin về hà bám vẫn thường xuyên được thu nhập trong các lần khảo sát chân đế giàn khoan.

Trường hợp chưa xác định được quy luật phân phối tổng thể của hà bám trong điều kiện biển Việt Nam, ở đây kiến nghị sử dụng bất đẳng thức Chebyshev để ước lượng giá trị trung bình mẫu của tổng thể hà bám như sau:

$$P(|\bar{X} - a| \leq k\sigma_{\bar{X}}) \geq 1 - \frac{1}{k^2} \quad (7)$$

Cho độ tin cậy  $\gamma = 1 - \frac{1}{k^2}$ , ta tìm được  $k$ . Giá trị ước lượng trung bình mẫu của tổng thể hà bám được tính theo biểu thức sau:

$$a = \bar{X} \pm k\sigma_{\bar{X}} = \bar{X} \pm k \frac{\sigma'}{\sqrt{n}} \quad (8)$$

Trong ví dụ khảo sát hà bám, ta lấy độ tin cậy  $\gamma = 95\%$  và xác định được giá trị  $k = 4,472$ . Giá trị ước lượng trung bình tổng thể  $a$  của mẫu hà bám được tính toán và trình bày trong bảng 2.

8. Tổng hợp số liệu và lập báo cáo kết quả xử lý hà bám trên bề mặt ống thép trình bày trong bảng 2.

Bảng 2: Kết quả xử lý hà bám trên bề mặt ống thép

STT	Các đặc trưng	Các giá trị đặc trưng theo từng độ sâu lấy mẫu				
		1m	5m	10m	30m	48,5m
1	Độ sâu lấy mẫu (m)	1m	5m	10m	30m	48,5m
2	Tổng số hà bám, $n$	63	92	102	66	54
3	Độ tin cậy, $\gamma$ (%)	95%	95%	95%	95%	95%
4	Giá trị $k$	4,472	4,472	4,472	4,472	4,472
5	$\sigma' = \sqrt{\sigma'^2}$	2,295	2,117	2,117	1,883	1,479
6	$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum m_i x_i$	4,282	5,370	3,667	2,871	2,500
7	$a = \bar{X} \pm k \frac{\sigma'}{\sqrt{n}}$	5,575	6,358	4,604	3,908	3,400
8	$t = a + h_g$ (cm)	8,075	8,858	7,104	6,408	5,900
9	$D$ (cm)	133	133	133	133	133
10	$D_t = D + 2t$ (cm)	149,15	150,72	147,21	145,82	144,8
11	$e = \frac{a}{D_t}$	0,037	0,042	0,031	0,027	0,023

### 3. Ví dụ tính toán (sử dụng phần mềm Mathcad)

3.1. Số lượng hà bám trong mẫu khảo sát ở các độ sâu khác nhau

z1    z5    z10    z30    z48 , 5

m :=

	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0	0
2	1	1	2	2	2
3	4	2	7	4	7
4	2	1	13	12	...

htb :=

	1
1	2.25
2	2.75
3	3.25
4	...

3.2. Tổng số hà bám trong mẫu khảo sát

$$i := 1.. 20 \quad j := 1.. 5 \quad n_j := \sum_{i=1}^{20} m_{i,j}$$

$$n^T = (63 \quad 92 \quad 102 \quad 66 \quad 54)$$

3.3. Chiều dày phần cứng hà bám

$$hg := 2.5 \quad (\text{cm})$$

3.4. Chiều cao hà bám phía mặt ngoài ống thép htb (nhập ở trên)

3.5. Chiều cao phần mềm hà bám

$$x_i := htb_i - hg \quad (\text{cm})$$

3.6. Giá trị trung bình mẫu hà bám

$$X_j := \frac{1}{n_j} \cdot \sum_{i=1}^{20} (m_{i,j} \cdot x_i)$$

$$X^T = (4.282 \quad 5.37 \quad 3.667 \quad 2.871 \quad 2.5)$$

3.7. Phương sai thực nghiệm

$$\sigma_j := \frac{1}{n_j - 1} \cdot \sum_{i=1}^{20} [m_{i,j} \cdot (x_i - X_j)^2]$$

$$\sigma^T = (5.265 \quad 4.491 \quad 4.481 \quad 3.547 \quad 2.186)$$

3.8. Độ lệch chuẩn thực nghiệm

$$\sigma_j := \sqrt{\sigma_j}$$

$$\sigma^T = (2.295 \quad 2.119 \quad 2.117 \quad 1.883 \quad 1.479)$$

3.9. Ước lượng trung bình tổng thể (kỳ vọng)

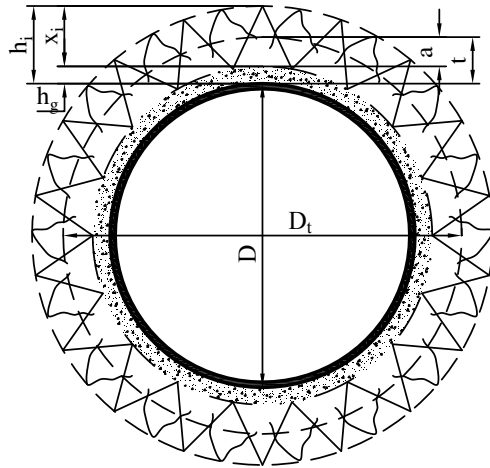
$$a_j = X_j + k \cdot \frac{\sigma_j}{\sqrt{n_j}}$$

Giá trị k được xác định từ độ tin cậy

$$\gamma = 1 - \frac{1}{k^2}$$

Cho giá trị độ tin cậy ( $\gamma = 95\%$ ) sẽ tính được giá trị k

$$\gamma := 0.95 \quad k := \sqrt{\frac{1}{1 - \gamma}} \quad k = 4.472$$



Hình 2: Mặt cắt ống thép có hà bám

$$a_j := X_j + k \cdot \frac{\sigma_j}{\sqrt{n_j}} \quad a^T = (5.575 \quad 6.358 \quad 4.604 \quad 3.908 \quad 3.4) \quad (\text{cm})$$

3.10. Chiều cao trung bình hà bám

$$t_j := a_j + hg \quad t^T = (8.075 \quad 8.858 \quad 7.104 \quad 6.408 \quad 5.9) \quad (\text{cm})$$

3.11. Đường kính trung bình của ống thép có hà bám

$$\text{Đường kính ngoài của ống thép} \quad D := 133 \quad (\text{cm})$$

$$Dt_j := D + 2t_j \quad Dt^T = (149.149 \quad 150.715 \quad 147.208 \quad 145.816 \quad 144.8) \quad (\text{cm})$$

3.12. Độ nhám tương đối của bề mặt ống thép có hà bám

$$e_j := \frac{a_j}{Dt_j} \quad e^T = (0.037 \quad 0.042 \quad 0.031 \quad 0.027 \quad 0.023)$$

#### 4. Kết luận

Kết quả xử lý số liệu hà bám theo lý thuyết xác suất thống kê ở trên là cơ sở cho việc tính toán một cách hợp lý các hệ số  $C_D$  và  $C_M$  trong công thức tính tải trọng sóng Morrison. Qua đó sẽ áp dụng cho việc tính toán mỗi kết cấu chân đế giàn khoan biển cố định trong điều kiện thềm lục địa phía Nam Việt Nam. Phần mềm Mathcad là một phần mềm tính toán mạnh, kiến nghị tiếp tục nghiên cứu ứng dụng phần mềm Mathcad để tính toán các hệ số  $C_D$ ,  $C_M$  và tuổi thọ mỗi của giàn khoan biển cố định.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. API (American Petroleum Institute), *Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms*, 2000.
- [2]. Tổng Đình Quý, *Giáo trình xác suất thống kê*, NXB Giáo dục, 1999.
- [3]. Nguyễn Việt Trung, Vũ Văn Toàn, Trần Thu Hằng, *Tính toán kỹ thuật xây dựng trên Mathcad*, NXB Xây dựng, 2004.
- [4]. Viện Thiết kế công trình Biển, *Số liệu khảo sát hà bám*, 2008.

---

**Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Văn Ngọc**