

ỨNG DỤNG CÁC PHƯƠNG PHÁP KHOA HỌC TỰ NHIÊN NGHIÊN CỨU

KHUÔN ĐÚC TRỒNG ĐỒNG LUY LÂU.

*Lê Cảnh Lam, ** Trương Đắc Chiến

*: Viện Khảo cổ học, **: Bảo tàng Lịch sử Quốc gia Việt Nam.

I. Giới thiệu mẫu

1.1. Sơ tập mẫu và bố trí thí nghiệm.

Qua hai lần khai quật năm 2014,2015 tại Luy Lâu do Bảo tàng Lịch sử Quốc gia khai quật, đã phát hiện được tổng số 923 mảnh khuôn đúc trống (đợt 1: 37 mảnh; đợt 2: 886 mảnh). Số lượng, loại hình và vị trí của các mảnh khuôn được thể hiện qua bảng sau:

Bảng phân loại mảnh khuôn đúc trống đồng

Loại hình Vị trí	Khuôn ngoài				Khuôn trong				Không xác định	Tổng
	Mặt	Tang	Thân	Chân	Mặt	Tang	Thân	Chân		
Số lượng	37	17	27	2	47	75	56	52	610	923
Tổng	83				230				610	

Trong đợt phân tích này chúng tôi phân tích 3 mẫu bao gồm 2 mảnh khuôn ngoài và 1 mảnh khuôn trong. Mảnh khuôn đúc có 2 màu khác nhau nữa lớp vỏ và lớp lõi, do vậy chúng tôi cạo tách riêng đất gốm theo màu sắc để tiến hành phân tích, xem xét có sự khác nhau giữa lớp vỏ và lõi hay không?

Chúng tôi sử dụng 4 phương pháp phân tích để nghiên cứu bao gồm: 1: Phân tích thành phần hóa học –ICPMS; 2: phân tích nhiệt vi sai TG; 3: Phân tích thành phần khoáng vật – XRD; 4: Phân tích cấu trúc hạt và khoáng vật- Thạch học lát mỏng. Cụ thể bố trí thí nghiệm như sau:

Bảng bố trí thí nghiệm

Mẫu	Phân tích thành phần hóa học ICP-MS	Phân tích nhiệt vi sai TG	Phân tích thành phần khoáng vật XRD	Thạch học lát mỏng
1. Khuôn ngoài K1				
K1A vỏ màu đỏ	X	X	X	X
K1B lõi màu xám	X	X	X	X
2. Khuôn trong K4				

K4A vỏ màu trắng	X	X	X	X
K4B lõi màu xám	X	X	X	X
3. Khuôn ngoài K2				
K2A vỏ màu đỏ	X		X	

1.2. Khảo tả mẫu

- Mẫu khuôn ngoài K1:



Mảnh khuôn ngoài K1

Mẫu khuôn ngoài K1 có kích thước dài 6cm, rộng 6cm, dày 3cm. Mẫu khuôn có trang trí các đường chỉ chạy song song của hoa văn phần thân trống đồng. Mẫu khuôn ngoài K1 còn 1 mặt tiếp xúc với trống đồng, mặt bên ngoài bị vỡ nên không biết rõ độ dày và hình thù toàn bộ của mặt ngoài khuôn ra sao. Khuôn ngoài có màu sắc tách biệt giữa mặt tiếp xúc với trống màu đỏ và phía trong màu xám. Chúng tôi phân thành K1A vỏ màu đỏ và K1B lõi màu xám. Giữa phần màu đỏ và màu xám không có sự tách lớp mà chỉ khác nhau về màu sắc và độ mịn. Phần K1A vỏ màu đỏ đất mịn hơn so với phần K1B lõi màu xám. Độ dày của phần K1A vỏ màu đỏ khoảng 0,6cm. Độ dày phần K1A lõi màu xám hiện còn còn 2,5cm (còn dày hơn nữa vì bị vỡ nên chưa xác định được phần lõi xám dày bao nhiêu).

- Mẫu khuôn trong K4:



Mảnh khuôn trong K4

Mẫu khuôn trong K4 dài 6cm, rộng 4cm, dày 3cm. Mẫu khuôn trong không có hoa văn, có hình dáng 1 mặt cong vồng, 1 mặt phẳng ứng với vị trí tiếp giáp phía trong giữa tang và mặt trống. Mẫu khuôn trong K4 có phần vỏ ngoài tiếp xúc với đồng màu trắng, phần lõi màu xám. Chúng tôi gọi là K4A vỏ màu trắng và K4B lõi màu xám. Giữa 2 phần K4A và K4B không tạo ra lớp tách biệt mà chỉ có sự khác nhau về màu sắc và độ mịn. Phần K4A vỏ màu trắng thì mịn hơn phần K4B lõi xám. Độ dày của phần vỏ K4A vỏ màu trắng dày 0,3cm, K4B lõi màu xám hiện còn dày 2,7cm (do khuôn vỡ nên chưa xác định được độ dày phần lõi xám).

- Mẫu khuôn ngoài K2

Mẫu khuôn ngoài K2 kích thước dài 4cm, rộng 4cm, dày 2,5cm. Không trang trí hoa văn, mặt hơi cong lõm, là mảnh khuôn ngoài phần thân trống. Mẫu khuôn ngoài K2 có cấu tạo về màu sắc, chất liệu, độ dày phân tách giữa màu vỏ đỏ và lõi màu xám tương tự như mảnh khuôn ngoài K1 đã mô tả ở trên. Với mẫu K2, chúng tôi chỉ lấy phần vỏ đỏ K2A để làm phân tích nhằm mục đích tăng cường độ lặp, bổ sung số liệu cho mẫu khuôn ngoài K1.



Mảnh khuôn ngoài K2

II. Kết quả phân tích và thảo luận.

2.1. Đất làm khuôn

Để đánh giá về loại đất, chất trộn và độ mịn của đất chúng tôi tiến hành phân tích thạch học lát mỏng hai mẫu khuôn ngoài K1 và khuôn trong K4. Mỗi mẫu đều có lớp vỏ và lớp lõi khác nhau về màu sắc được đặc tả và tính toán lượng khoáng vật chứa trong lớp đó kết quả như sau.

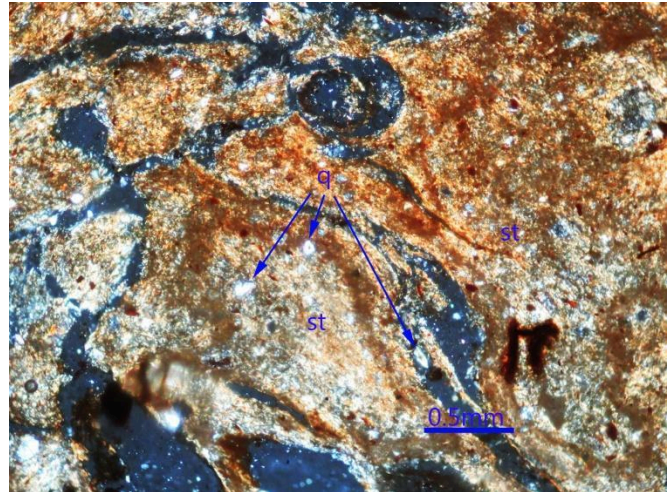
2.1.1. Khuôn ngoài

Thành phần:

Sét	80%-82%
Thạch anh	4%-5%
Hydroxit sắt	4-5%
Lỗ hồng	10%

thành phần chủ yếu là sét dạng vi vảy, vảy nhỏ kéo dài. Xen lẫn trong sét có ít hạt bột thạch anh méo mó kích thước <0,1mm và vài hạt turmalin. Hydroxit sắt dạng keo màu nâu đỏ tạo đám, ỏ phân bố không đều.

Lỗ hồng dạng lồi lõm, méo mó



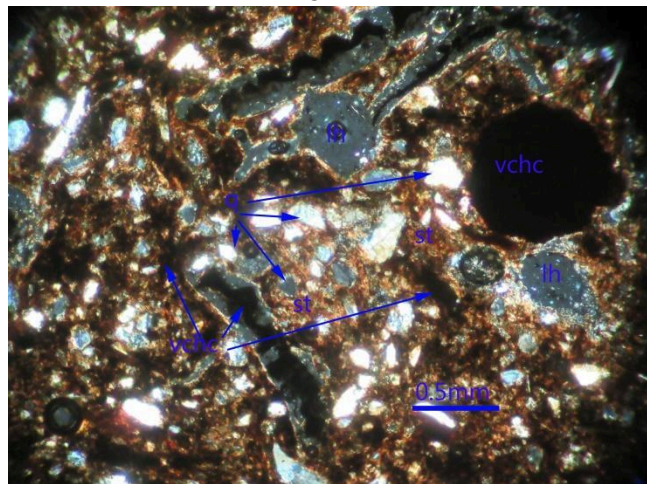
Khuôn ngoài K1A vỏ màu đỏ

Thành phần:

Sét	69%-70%
Thạch anh	10%-11%
Hydroxit sắt	2%-3%
Vật chất than	7%-8%
Lỗ hồng	10%
Turmalin	Vài hạt

thành phần gồm sét dạng vi vảy xen lẫn thạch anh dạng méo mó kích thước cỡ bột, cát dao động từ 0,03-0,3mm và vài hạt turmalin. Hydroxit sắt dạng keo màu nâu đỏ tạo đám, ỏ phân bố không đều. Vật chất than màu đen bản nhiễm khá đều trên bề mặt phần sẫm màu.

Lỗ hồng dạng lồi lõm, méo mó



Khuôn ngoài K1B lõi màu xám
Thạch anh (q), sét (st), vchc (vchc)
Lỗ hồng (lh)

Đất làm khuôn ngoài là loại đất sét nhưng lớp lõi và lớp vỏ có sự khác nhau. Phần lõi là loại đất thô có cỡ hạt lớn từ 0,03mm đến 0,3mm, chứa tới 10% hạt sạn cát thạch anh và trộn thêm 10% vật chất hữu cơ và bị hóa than khi nung khuôn. Hàm lượng sét cũng thấp hơn lớp vỏ chỉ chiếm 69%-70%. Trong khi đó lớp vỏ ngoài được miết láng thêm một lớp sét thuần kích thước hạt mịn nhỏ dưới 1mm, hàm lượng sét 80-82%. Cấu tạo lớp lõi thô để tạo độ cứng cho khuôn còn lớp vỏ mịn để tạo độ nhẵn, dễ khắc hoa văn. Đất làm lõi khuôn được trộn chất hữu cơ để khi đúc chất than này tiếp tục cháy tỏa nhiệt làm nóng khuôn giúp cho việc đúc đồng không bị ngưng tụ do khuôn bị lạnh. Ngày nay ở cả làng nghề đúc đồng chúng ta vẫn thấy khuôn được làm từ đất sét trộn với vỏ trấu.

2.1.2. Khuôn trong

Thành phần:

Sét	81%-82%
Thạch anh	3%-4%
Hydroxit sắt	3%-4%
Lỗ hồng	11% - 12%

thành phần chủ yếu là sét dạng vi vảy, vảy nhỏ kéo dài. Xen lẫn trong sét có ít hạt bột thạch anh méo mó kích thước <0,1mm và vài hạt turmalin. Hydroxit sắt dạng keo màu nâu đỏ tạo đám, ồ phân bố không đều.

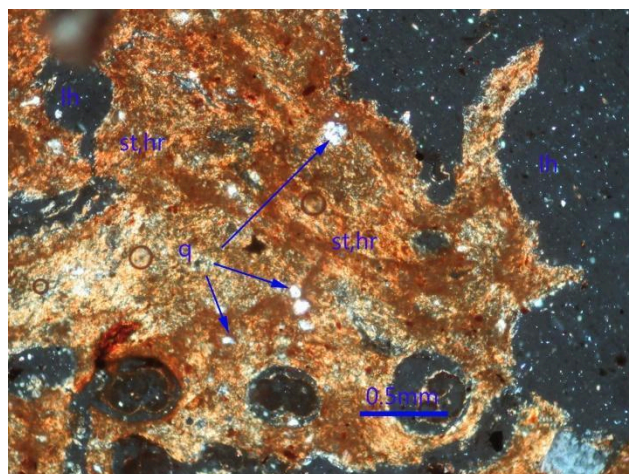
Lỗ hồng dạng lồi lõm, méo mó.

Thành phần:

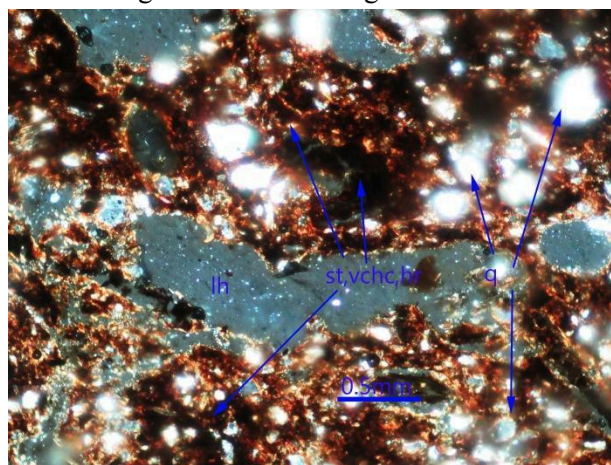
Sét	71%-72%
Thạch anh	10%-11%
Hydroxit sắt	2%-3%
Vật chất than	5%-6%
Lỗ hồng	10%
Calcit	vài hạt

thành phần gồm sét dạng vi vảy xen lẫn thạch anh dạng méo mó kích thước cỡ bột, cát dao động từ 0,03-0,5mm. Hydroxit sắt dạng keo màu nâu đỏ tạo đám, ồ phân bố không đều. Vật chất than màu đen bản nhiễm khá đều trên bề mặt phân sẫm màu.

Lỗ hồng dạng lồi lõm, méo mó.



Khuôn trong K4A vỏ màu trắng



Khuôn trong K4B lõi màu xám

Thạch anh (q), sét,sericit (st,sc), calcit (cx)

Lỗ hồng (lh)

Đất làm khuôn trong tương tự khuôn ngoài cũng gồm có lớp vỏ trắng được miết láng từ đất sét thuần có cỡ hạt mịn < 1mm còn phần lõi xám có cỡ hạt thô 0,03mm – 5mm. Trong lõi cũng chứa 5%-6% than hóa vậttj chất hữu cơ. Điểm khác là lớp vỏ lõi trắng có phát hiện ra một số hạt Calcit màu trắng. Có thể đã được xoa thêm lớp chống dính bằng bột đá màu trắng. Chính vì vậy mà màu sắc của vỏ lõi khuôn trong màu trắng khác với vỏ lõi khuôn ngoài màu đỏ. Trước đây khi lấy mẫu đất lõi khuôn trong tượng đồng Makara thế kỷ 12 chúng tôi cũng thấy có hiện tượng khi cạo lõi đến sát mặt đồng thì có có một lớp mỏng màu trắng ở mặt của khuôn trong. Có thể đây là kỹ thuật chống dính cổ. Người ta đã xoa một lớp mỏng bột đá Calcit màu trắng lên mặt khuôn trong để khi đúc rót đồng thì đồng dễ chảy và nhả. Ngày nay ở làng nghề đúc đồng truyền thống thì họ dùng muội than grafit màu đen để bôi vào bề mặt khuôn cũng giúp cho đồng dễ chảy, điền đầy hoa văn và khi đập khuôn, mọi lõi khuôn thì dễ tróc khuôn ra khỏi hiện vật đúc.

2.2. Nguồn gốc đất.

Để xác minh nguồn gốc đất xem liệu có sự trao đổi nguyên liệu loại đất miết lán lớp vỏ và loại đất thô trong lõi hay không, chúng tôi tiến hành phân tích thành phần hóa học bằng phương pháp ICP-MS và chú ý xem xét các nguyên tố vi lượng phần triệu (ppm) để xem có sự khác biệt nào đáng kể giữa đất làm lõi và đất miết làm vỏ hay không? Kết quả như sau.

KẾT QUẢ PHÂN TÍCH ICP-MS

Số thứ tự			3	4	5	6	7
Số thí nghiệm			3	4	5	6	7
Kí hiệu mẫu			Mẫu 1A vỏ đỏ	Mẫu 1B lõi xám	Mẫu 2A vỏ đỏ	Mẫu 4A vỏ trắng	Mẫu 4B lõi xám
HÀM LƯỢNG CHỈ TIÊU PHÂN TÍCH							
1	Al ₂ O ₃	(%)	23,09	17,59	21,36	16,86	15,86
2	CaO		1,01	1,17	0,58	1,21	1,95
3	TFe ₂ O ₃		10,35	7,88	9,66	6,13	10,27
4	K ₂ O		3,35	2,11	2,65	1,82	1,96
5	MgO		0,87	0,73	0,89	0,72	0,66
6	MnO		0,04	0,10	0,06	0,04	0,19
	SiO ₂		52,98	61,37	60,83	67,70	57,70
7	P ₂ O ₅		1,27	2,27	0,77	1,25	1,62
8	TiO ₂		1,03	0,87	1,07	1,08	0,91
9	Ag	(p p m)	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
10	As		120,3	< 20	75,4	47,3	96,4
11	B		< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
12	Ba		1.110,5	1.239,7	1.065,2	5.923,4	1.971,4
13	Be		26,1	15,6	24,6	13,0	5,4
14	Bi		< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
15	Cd		< 2	< 2	2,9	37,0	3,9
16	Ce		53,5	44,1	51,2	44,0	41,1
17	Co		36,2	43,4	40,5	45,4	45,7
18	Cr		105,5	102,5	129,0	118,2	104,5
19	Cu		669,3	1.284,8	1.052,4	255,0	2.293,7

2 0	Ga		< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
2 1	Ge		< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
2 2	La		44,7	36,9	43,2	38,7	34,3
2 3	Li		43,1	65,8	42,5	27,4	38,7
2 4	Mo		< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
2 5	Nb		< 5	< 5	< 5	7,3	< 5
2 6	Ni		60,8	71,9	59,8	51,6	52,7
2 7	Pb		476,6	124,4	375,7	514,3	377,2
2 8	Sb		169,6	265,9	242,1	102,7	104,5
2 9	Sc		26,8	19,6	24,1	18,7	14,8
3 0	Sn		243,6	155,8	252,3	229,3	152,5
3 1	Sr		107,1	148,0	91,9	247,5	227,5
3 2	Ta		< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
3 3	V		108,3	102,1	103,3	99,8	115,6
3 4	W		224,5	235,4	441,4	516,8	151,8
3 5	Y		25,8	24,1	25,6	25,8	24,0
3 6	Zn		209,0	214,2	295,8	290,0	240,5

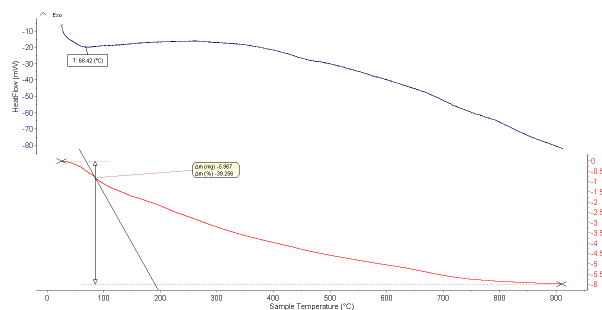
Các nguyên tố vi lượng phần triệu của cả 5 mẫu khác nhau không nhiều và tương đồng như nhau, điều đó cho thấy đất sét được lấy cùng một nguồn. Lớp vỏ thì là đất sét thuần còn phần lõi thì được trộn thêm chất hữu cơ, sạn sỏi thạch anh.

2.3. Nung khuôn

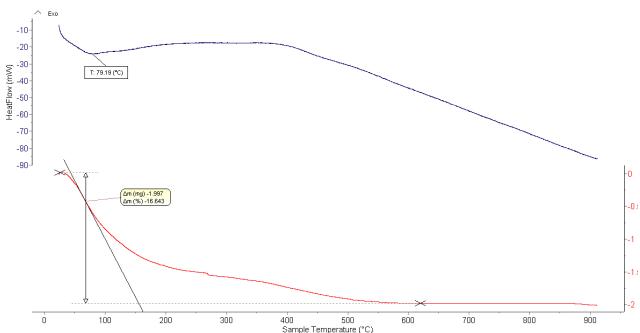
Để xác định nhiệt độ nung khuôn chúng tôi dùng 2 phương pháp nhiệt vi sai để theo dõi quá trình thu/tỏa nhiệt và sự tăng/giảm trọng lượng khi khuôn được đưa nóng từ nhiệt độ phòng lên 900°C. và phương pháp phân tích thành phần khoáng vật XRD để xem các loại khoáng vật đã được hình thành trong mẫu khuôn.

2.3.1. Khuôn ngoài.

Giản đồ khảo sát nhiệt vi sai mẫu khuôn ngoài K1



Khuôn ngoài vỏ màu đỏ K1A



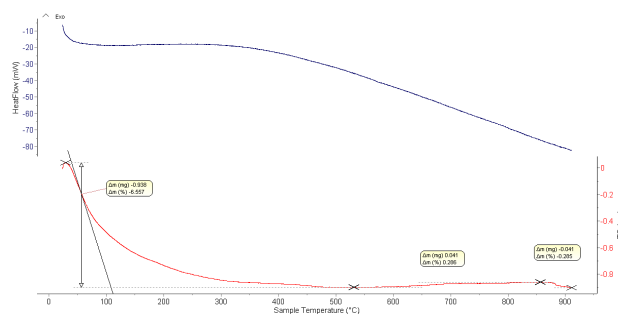
Khuôn ngoài lõi màu xám K1B

Theo như giản đồ nhiệt vi sai TG thì cả lớp vỏ và lõi khuôn đều chỉ có hiệu ứng giảm trọng lượng ở khoảng 68°C – 79°C là sự thoát hơi ẩm nước do gôm hấp phụ. Còn lại không có hiệu ứng nhiệt nào xảy ra cho đến 900°C. Điều đó chứng tỏ khuôn gôm trước đây đã được nung kỹ trên 900°C. Các hiệu ứng nhiệt đã xảy ra hoàn toàn trong quá khứ từ khi đúc đồng cho nên bây giờ nung lại thì không có hiệu ứng nào xảy ra nữa. Đường cong hiệu ứng giữa phần vỏ màu đỏ và lõi màu xám tương tự nhau chứng tỏ cả lõi và vỏ đều được nung trên 900°C. Khi không còn hiệu ứng gì xảy ra thì khuôn gôm sẽ không có phản ứng gây co ngót, biến dạng khuôn. Khuôn được nung ở nhiệt độ cao như vậy giúp cho khuôn không bị co ngót khi đúc rót đồng. Điều đó giúp cho người xưa có thể đúc trống to và thành tang trống mỏng chỉ khoảng 0,15mm – 0,2mm mà không bị sai lệch do co ngót khuôn làm dính khuôn trong và khuôn ngoài, dẫn đến bị thiếu, thủng mảnh đúc trống.

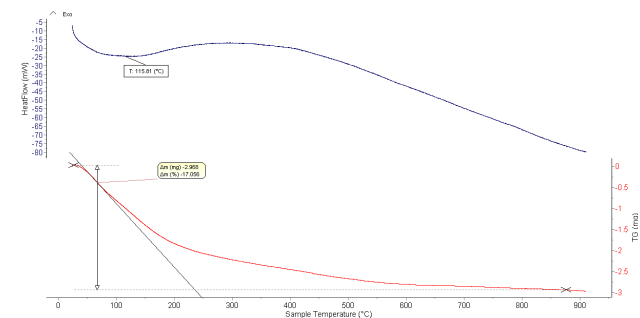
Với mẫu khuôn ngoài K1A vỏ màu đỏ độ giảm trọng lượng $\Delta m = -39,2\%$, mẫu K1B lõi màu xám giảm trọng lượng $\Delta m = -16,6\%$. Sự chênh lệch này do lớp vỏ màu đỏ chứa nhiều sét (80%-82%) còn phần lõi màu xám chứa ít sét hơn (69%-70%).

2.3.2. Khuôn trong

Giản đồ khảo sát nhiệt vi sai mẫu khuôn trong K4



Khuôn trong vỏ màu trắng K4A



Khuôn trong lõi màu xám K4B

Khuôn trong phần vỏ màu trắng K4A và phần lõi màu xám K4B có hiệu ứng nhiệt khác nhau một ít chứng tỏ khuôn sau khi nung đã được xoa thêm một ít chất Calcit vào mặt vỏ khuôn trong. Nhiệt độ nung của khuôn trong cũng trên 900°C.

Với khuôn trong vỏ ngoài màu trắng ta thấy có 2 hiệu ứng nhiệt xảy ra với mức độ nhỏ. Tại khoảng 530°C có hiệu ứng tăng trọng lượng $\Delta m = + 0,28\%$, tại 850°C-900°C có hiệu ứng giảm trọng lượng $\Delta m = - 0,28\%$.

Hiệu ứng nhiệt tăng trọng lượng của khi + thêm với oxy của không khí. xảy ra ở khoảng 530°C theo phản của quặng hematit xảy ra theo phản ứng $FeO + O_2 = Fe_3O_4$. Như vậy thì lớp bột xoa chống dính cho khuôn trong sẽ là hỗn hợp của cả đá calcit và hematit. Quặng hematit thường chứa khoảng 75%-80% Fe và 20% Si. Lượng Si được bổ sung thêm vào bề mặt gốm giúp cho dễ tạo men chống dính hơn.

Hiệu ứng giảm trọng lượng tại 850°C- 900°C là của phản ứng phân hủy đá calcit cho khí CO_2 thoát ra. Theo phản ứng $CaCO_3 = CaO + CO_2 \uparrow$.

Việc đưa $CaCO_3$ vào mặt khuôn nhằm tạo hạ nhiệt độ thiêu kết dạng bán men Ca-Si-Al-O (Calcium Aluminate Silicate) sang dạng men SiO_2 (Silicon Oxide Quartz) dễ hơn và giúp nhả li giảm khả năng thấm hút giúp cho việc đúc rót đồng được trơn chảy điền đầy hoa khuôn. Kết quả phân tích thành phần hóa học cũng cho thấy hàm lượng Si ở vỏ khuôn trong màu trắng K4A cao hơn nhiều so với lõi màu xám K4B. Hàm lượng Si ở K4A là 67,70% còn ở K4B chỉ là 57,70%.

Kết quả phân tích thành phần khoáng vật XRD cho kết quả như sau:

Mẫu	SiO_2 (%)	$FeO(OH)$ (%)	Ca-Al-Si-O (%)
K1A vỏ màu đỏ	1,61	2,11	0,86
K1B lõi màu xám	1,76	2,22	0,86
K4A vỏ màu trắng	2,51	2,72	
K4B lõi màu xám	1,32	1,51	0,64
K2A vỏ đỏ	1,32	1,84	0,8

Ta thấy lượng hàm lượng men SiO_2 trong mẫu K4A vỏ trắng là 2,51% cao nhất và cách xa với các mẫu còn lại trong khoảng 1,32%- 1,76 %. Lượng $FeO(OH)$ trong mẫu K4A vỏ trắng cũng cao nhất 2,72% trong khi các mẫu còn lại trong khoảng 1,51% -2,22%. Lượng Ca-Al-Si-O của mẫu khuôn trong vỏ trắng K4A không có trong khi các mẫu còn lại là trong khoảng 0,64% -0,86%. Điều đó chứng tỏ việc xoa thêm hỗn hợp bột quặng sắt Hematit + Calcit $CaCO_3$ đã giúp thúc đẩy phản ứng phản ứng tạo men chuyển từ Ca-Si-Al-O sang men SiO_2 để chống dính. Hàm lượng sắt cũng tăng lên đồng thời bổ sung thêm Si từ quặng sắt. Cũng có thể chất cho thêm vào là Quặng sắt hoặc bột xi luyện quặng sắt chứa nhiều Si.

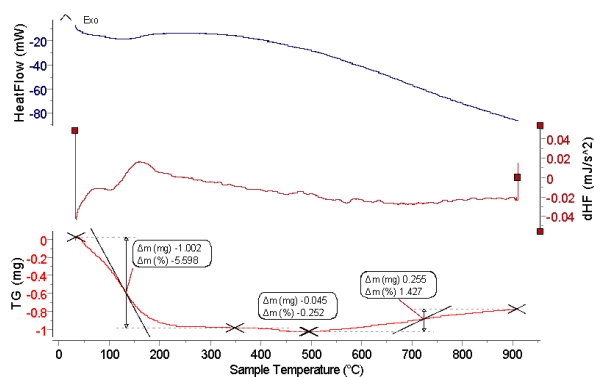
Ta có thể nhìn thấy khuôn trong K4 đều có độ hút ẩm thấp hơn so với khuôn ngoài K1. Độ hút ẩm thể hiện trên giản đồ khảo sát nhiệt vì sai mẫu khuôn trong K4 giảm trọng lượng tại vùng nhiệt dưới 100°C bay hơi ẩm tự do $\Delta m = -6,55\%$ với K4A vỏ màu trắng và $\Delta m = - 17,0\%$ với K4B lõi màu xám. Trong khi với khuôn ngoài K1A vỏ màu đỏ là $\Delta m = -39,2\%$ còn K1B lõi xám $\Delta m = -16,6\%$. Như vậy phần lõi của khuôn ngoài và khuôn trong thì có độ hút ẩm gần như nhau nhưng phần vỏ màu trắng khuôn

trong K4B thì hút ẩm thấp hơn rất nhiều so với vỏ đỏ khuôn ngoài K1A. Đây là một bí quyết giúp cho đồng rót vào khi chạm mặt khuôn trong thì chảy trượt còn khi điền đầy chạm thối khuôn ngoài thì ôm nét hoa văn.

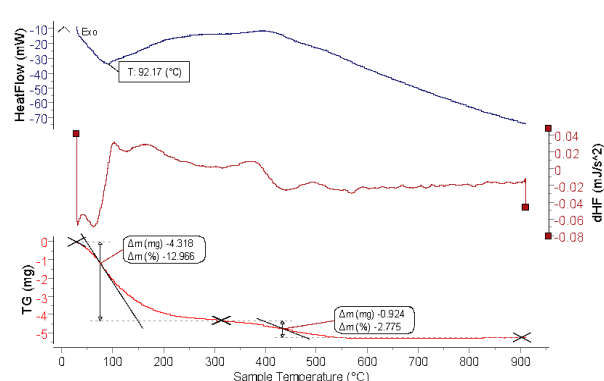
Điều này cũng cho thấy cách lắp dựng khuôn 3 mang theo tư thế thẳng đứng, chân ở dưới, mặt ở trên và đúc rót đồng từ trên mặt chảy xuống. Hoàn toàn phù hợp với việc tìm thấy khuôn đúc có vết mờ đậu rót ở chính tâm ngôi sao trên mặt trống.

So sánh về nhiệt độ nung khuôn trong nghiên cứu này với những khuôn đúc trống phát hiện ở Luy Lâu năm 2014 trong một nghiên cứu gần đây của nhóm tác giả Nguyễn Thơ Đình- Lê Cảnh Lam trong bài đăng tạp chí khảo cổ học “Góp thêm tư liệu nghiên cứu các mảnh khuôn đúc trống đồng phát hiện tại Luy Lâu Bắc Ninh”. Nhóm khuôn này có nhiệt độ nung 408°C-448°C với gián đồ nhiệt vì sai còn rất nhiều hiệu ứng nhiệt ở vùng nhiệt độ 408°C- 448°C. Mặt tiếp xúc với đồ đúc sau khi được đúc thì khuôn được nung nóng cao lên thành 500°C – 700°C. Những khuôn nung ở nhiệt độ thấp này thì thường bị co ngót nên chỉ có thể đúc những đồ đồng có độ dày lớn, hoa văn đơn giản.

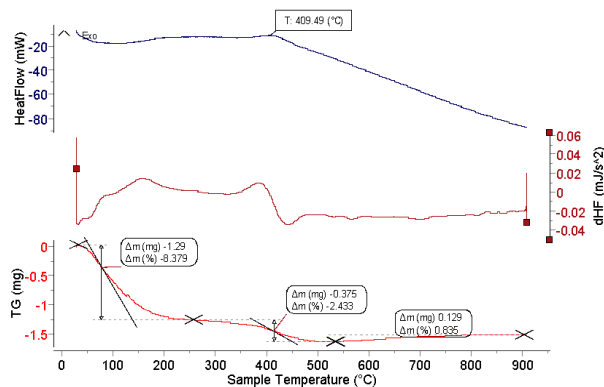
Mẫu LL.2014.H2.L8



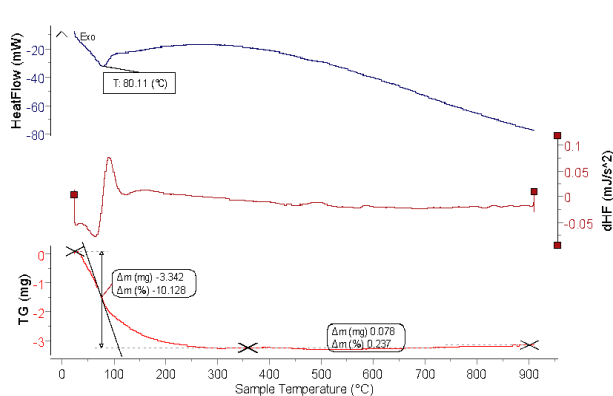
Mẫu LL.2014.H2



Khuôn trong mặt ngoài. Độ nung: 500-700°C



Khuôn thân mặt ngoài độ nung: 430°C



Khuôn trong mặt trong: Độ nung 409°C

Khuôn thân mặt trong: độ nung 500°C-700°C

Những mảnh khuôn năm 2014 có cấu trúc giống cả khuôn trong và ngoài đều có màu đỏ-xám không phải loại khuôn ngoài màu đỏ-xám, khuôn trong màu trắng- xám như ở nghiên cứu này. Như vậy 2 bộ khuôn có thể có 2 khoảng niên đại khác nhau hoặc dùng để đúc cho 2 loại hình hiện vật khác nhau.

Tài liệu tham khảo.

1. Trương Đắc Chiên, Về những mảnh khuôn đúc trống đồng phát hiện tại thành cổ Luy Lâu (Thuận Thành, Bắc Ninh), *Khảo cổ học*, số 3-2020. tr 44-56.
2. Nguyễn Thơ Đình, Lê Cảnh Lam, Góp thêm tư liệu nghiên cứu các mảnh khuôn đúc trống đồng phát hiện tại Luy Lâu Bắc Ninh