

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

М. А. БЕЗБОРОДОВ

**МОЗАИЧНЫЕ РЕЗНЫЕ ИЗРАЗЦЫ СРЕДНЕВЕКОВОГО
АНАУ**

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 23 VIII 1945)

Мавзолей в Анау имеет приблизительно 500-летнюю давность⁽¹⁻³⁾. Несмотря на это, принятые до сих пор попытки его изучения носили по преимуществу историко-археологический, искусствоведческий или архитектурный уклон⁽⁴⁻⁸⁾. За последнее время в печати подчеркивалась целесообразность комплексного изучения памятников старины, в котором принимали бы участие строители и технологи, химики и естественники, что неизмеримо расширило бы поле исторических наблюдений и повысило бы их точность⁽⁹⁾.

Опыт изучения технологии строительства и строительных материалов мавзолея в Анау поставлен нами в 1943 г. в Туркменском филиале Академии Наук СССР.

Семенов⁽⁶⁾ сообщает, что глазурная облицовка мавзолея Анау не имеет ни одного поливного кирпича, а состоит из отдельных плит различных размеров и форм, покрытых разноцветной глазурью. Визуальное ознакомление с «мозаичными изразцами»⁽¹⁰⁾ показывает, что они состоят в основном из двух элементов, различных по толщине и структуре. Они представляют собой песчаные плитки, около 15 мм толщиной, слабо сцементированные вяжущим раствором и покрытые тонким слоем цветной или бесцветной глазури менее 1 мм толщиной.

Карелин⁽¹¹⁾ пишет, что мозаика Анау, неизвестная в Европе, представляет собой особую «керамическую и наборную технику». По его мнению, мозаичные изразцы есть «листки обожженного каолина высотой в $\frac{1}{2}$ толщины спички, покрытые прозрачной эмалью, причем эти цветные листки (5 окрасок) прихвачены к алебастровому слою в 2 см толщиной, лежащему на ганче в $1\frac{1}{2}$ вершка толщиной». Следует заметить, что автор не приводит никаких доказательств в пользу своего предположения, основанного, повидимому, лишь на визуальном ознакомлении.

Дудин, изучавший самаркандские изразцы с точки зрения археологии, считает, что масса изразцовых плиток состоит из мелкого, очевидно просеянного песка, с небольшим количеством глины. Масса хрупкая и легко растирается между пальцами. Плитки с нанесенной глазурью были обожжены при «невысокой» температуре. Кусочки изразцов позже выпиливались согласно заданным рисункам и подтачивались напильником⁽¹²⁾. Необходимо отметить, что, повидимому, Симakov впервые высказал мысль о выпиливании изразцов из заранее заготовленных плит на основании изучения мавзолея на могиле Айне-Хане-Эмира-Мусса в Самарканде⁽¹³⁾.

Федотов возражает против теории выпиливания изразцов, подробно изложенной Дудиным⁽¹²⁾ и принятой ныне в археологической лите-

Федотов считает, что изразцы штамповались из сырой массы при помощи шаблонов, затем глазурировались и, наконец, обжигались.

Нами были изучены мозаичные изразцы из Анау, покрытые синей, голубой, фиолетовой, желтой и белой глазурью. Глазурный слой был осторожно отделен от плитки и насколько возможно тщательно освобожден от следов приставшего контактного слоя глазурь — плитка. В табл. 1 даны химические анализы пяти глазури: синей, белой, фиолетовой и голубой с двумя оттенками (*a* и *b*). Весьма характерно, что ни одна из них не содержит окиси свинца (можно игнорировать 0,04 и 0,10% PbO в голубых глазуриях, поскольку здесь она участвует как случайная примесь). Судя по составу, все глазури должны быть отнесены к типу тугоплавких, требующих сравнительно высокой температуры обжига и, соответственно, огнеупорного черепка.

Таблица 1

Химические анализы цветных глазури мавзолея Анау*

Окислы	Синяя	Белая	Голубая		Фиолетовая
			<i>a</i>	<i>b</i>	
SiO ₂	74,47	75,10	71,14	76,31	76,34
TiO ₂	0,04	Сл.	0,05	Сл.	0,05
Al ₂ O ₃	3,02	2,38	1,22	2,91	1,12
B ₂ O ₃	Не опр.	Не опр.	Нет	Не опр.	Нет
Fe ₂ O ₃	2,84	0,43	0,53	0,46	0,53
CaO	4,44	5,14	4,04	3,74	4,14
MgO	2,38	3,68	3,04	2,41	2,63
PbO	Нет	Не опр.	0,04	0,10	Нет
ZnO	Не опр.	Не опр.	Нет	Не опр.	Нет
CuO	Не опр.	Не опр.	1,84	0,58	Нет
CoO	0,33	Не опр.	Нет	Не опр.	Нет
NtO	0,03	Не опр.	Нет	Не опр.	Нет
Mn ₃ O ₄	0,10	Не опр.	Нет	Не опр.	1,39
As ₂ O ₃	0,15	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.
Sb ₂ O ₃	0,14	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Следы
SuO ₂	Не опр.	0,08	Не опр.	Не опр.	Не опр.
K ₂ O	2,73	3,03	2,88	3,24	2,93
Na ₂ O	9,51	10,25	14,49	10,27	9,96
P ₂ O ₅	Не опр.	Нет	Не опр.	Не опр.	Не опр.
SO ₃	Не опр.	0,48	0,48	0,45	0,47
F	Не опр.	Нет	Не опр.	Не опр.	Не опр.
Σ	100,18	100,57	99,75	100,47	99,56

Обычная легкоплавкая глина оказалась бы для этой цели непригодной. Химические анализы плиток, несущих глазури, даны в табл. 2.

Пористость плиток, определенная по методу водопоглощения, оказалась равной 43—45%.

Таким образом, плитки (изразцы), несущие глазури, представляют собой пористые пластинки, характеризующиеся весьма высоким содержанием SiO₂ (78,48—86,57%), а также некоторым количеством окиси кальция и глинозема; все остальные компоненты имеют подчиненное значение (MgO, Fe₂O₃, SO₃ и щелочи).

Для микроскопического изучения мозаичных изразцов, выполненного В. П. Петровым, были изготовлены поперечные шлифы. Микроскопическое исследование показало, что все глазури (кроме желтой) состоят из двух слоев. Граница между наружным и внутренним слоем

* Анализы выполнены Н. Лихницкой в 1944—1945 гг.

Таблица 2

О к с л ы	Образец А	Образец В	Образец С (из-под белой глазури)	Образец D (из-под синей глазури)
SiO ₂	82,74	78,48	86,57	86,44
TiO ₂	} 4,75	0,08	} 5,34	5,97
Al ₂ O ₃		5,15		
Fe ₂ O ₃	0,28	0,53	0,04	0,17
Mn ₂ O ₄	Не опр.	0,06	Не опр.	Не опр.
CaO	6,67	5,78	4,60	3,92
MgO	3,06	1,02	0,66	0,46
K ₂ O	} Не опр.	0,74	} Не опр.	Не опр.
Na ₂ O		1,99		
SO ₃	1,48	2,65	0,68	0,64
Потеря при прокал.	1,01	3,68	2,40	2,27
Σ	100,70	100,16	100,29	99,87
Аналитик	Г. Маслова (1943)	Н. Лихниц- кая (1945)	Н. Зайцева (1945)	

всегда весьма резкая, и полоска Бекке видна достаточно хорошо. Светопреломление изученных глазурей более или менее постоянно и колеблется от 1,529 до 1,534. Внутренний слой глазури имеет больший показатель преломления и отличается более основным характером. Разница в светопреломлении между двумя слоями глазури не превышает 0,005. По Винчелу эта разница для обычного известково-натриевого стекла может объясняться разницей в 2—5% SiO₂; более основной характер внутреннего слоя глазури, возможно, своим происхождением обязан ее взаимодействию с плиткой, содержащей известь. Причины наличия в глазури двух слоев, а также разного светопреломления специальному изучению не подвергались.

Черепок плитки, несущий глазурь, под микроскопом имеет строение, напоминающее строение силикатного кирпича. В плитке можно различить два слоя, неодинаковых по толщине и структуре. Один из них, более толстый, составляет главную массу черепка плитки; другой слой, более тонкий, непосредственно прилегает к глазури и носит на себе следы ее влияния при обжиге. Плитка в целом сложена из мелкозернистого песка и цементирующего вещества, заключенного между его зернами.

Мелкозернистый песок состоит преимущественно из хорошо обкатанных кварцевых зерен размером 0,1—0,2 мм. В промежутках между ними довольно много мелких угловатых кварцевых же обломочков с преобладающим размером 0,01—0,05 мм. Песок цементирован опаловым силикатным цементом, в котором распознаются мельчайшие (до 0,005 мм) кристаллики кальцита. К цементу же приурочены и отдельные кристаллики гипса. Ориентировочный подсчет элементов черепка плитки под микроскопом дал следующие цифры (в объемных процентах): 1) крупные песчинки кварца — 30—40%; то же полевого шпата — 2,5%; 2) мелкие кварцевые обломочки — 10—15%; 3) цементирующее вещество — 10—20%; 4) поры — 35—45%.

На контакте с глазурью находится тонкий слой плитки, отличающийся по структуре от всей ее массы. Здесь цемент представляет собой стеклообразную массу, заполняющую все промежутки между зернами кварца. Обломочки кварца угловатые размером 0,01—0,05 мм. Количество кварца и стекла примерно одинаково. В этом слое поры почти полностью отсутствуют. Слой черепка плитки, пропитанного стек-

Анау имеет разную толщину для глазурей разных цветов и, несомненно, зависит от продолжительности и температуры обжига.

Химико-минералогическое изучение дает нам полное основание представить технологию изготовления мозаичных изразцов мавзолея Анау. Отсеянный, частично мелкодробленый, кварцевый песок, содержащий некоторое количество глинистой фракции, замешивался с известковым раствором, содержащим, может быть, немного гашки. Получившаяся масса подвергалась формовке в виде плит, толщиной около 15 мм. После затвердевания верхний слой плит смазывался такой же известково-песчаной массой, составленной, однако, из более мелкодробленого кварцевого песка. Затем производилось нанесение глазури, после чего следовал обжиг. Обожженные плитки подвергались выглаживанию согласно рисунку и на особом цементе укреплялись на стенах мавзолея.

Выбор средневековыми мастерами песчано-известковой массы для изготовления глазурованных плиток вместо керамических надо считать весьма удачным техническим решением задачи. Огнеупорных глин они не имели, а бессвинцовые глазури требовали высокого огня; песок и известь были, напротив, доступными материалами, изготовленные из них плитки допускали температуру обжига, необходимую для остеклования тугоплавких бессвинцовых глазурей.

Таким образом, химико-технологическое исследование мозаичных изразцов мавзолея Анау позволяет нам высказать предположение, что они представляют собой обожженные песчано-известковые плитки, покрытые цветной или бесцветной (белой) глазурью и выпиленные после обжига согласно заданному рисунку.

Туркменский филиал
Академии Наук СССР

Поступило
23 VIII 1945

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. М. Бачинский, Архитектурные памятники Туркмении, в. 1, М.—Ашхабад, 1939. ² R. P. Shrelly, Exploration in Turkestan, Washington, 1904. ³ А. А. Семенов, Изв. Туркест. отдела Русск. географ. о-ва, XVII, Ташкент, 209 (1924). ⁴ А. Семенов, По закаспийским развалинам, Ташкент, 1928. ⁵ Е. А. Коبرانов, Историческое и культурное значение Анау, Ашхабад-Полторацк, 1927. ⁶ А. Семенов, Развалины мечети близ селения «Анау» в Ахалтекинском оазисе, сб. «Средняя Азия», кн. 1, Ташкент, 1910. ⁷ Д. Букин, Туркменоведение, № 5, 1929. ⁸ В. Воронина, Советские ученые об архитектуре Средней Азии, Ак. архит. СССР, вып. 3, 1943. ⁹ Материалы к Всесоюзному археол. совещанию ин-та ист. мат. культ. АН СССР, 1945. ¹⁰ С. М. Дудин, Изв. Имп. археол. комиссии, вып. 7, СПб., 1903. ¹¹ А. А. Карелин, Обследование состояния, сохранности мечети Анау, Полторацк (Ашхабад), 1926. ¹² С. М. Дудин, Изв. Российск. акад. ист. мат. культ., IV (1925). ¹³ Н. Е. Симанов, Сборник среднеазиатской орнаментики, 1883. ¹⁴ Б. Засыпкин, Архитектурные памятники Средней Азии, 1928. ¹⁵ И. А. Орбели, Мусульманские изразцы, 1923.