

ON THE TECHNOLOGY OF THE CONSERVATION AND RESTORATION
OF ANCIENT MUD BRICK WALLS.

ZAVENE HATSAGORTSIAN^X

summary

In Institute of the stone and silicates has been accomplished experiments for impregnation of the mud-brick samples from the fortress Erebooni and Teishebaini (VII-VIII centuries B.C.). Has been impregnated the soluble glass with the addition of fluosilicate of sodium, the silicoorganic silicate (a new binding), the resins epoxide and polyester. The best results has been obtained with the impregnation of the silicate silicoorganic in case the absence of gypse in the brique composition. For mud-brick restauration, that is for moulding of imitating bricks with sufficient stability, has been investigated diverse compositions, including the sand of tuff, cement, metylsiliconate of sodium. It is recommended the optimal ingredients proportion. Has been accomplished an experimental brickwork.

(x) Chef du laboratoire de l'institut de pierre et silicates,
membre du Comité Soviétique de l'ICOMOS.

CONSERVATION

Les murs des bâtiments anciens en briques ou blocs crus, qui sont conservés sous l'épaisseur du sol, se détériorent rapidement après l'ouverture au cours des fouilles archéologiques. C'est pourquoi la question de leurs conservation et restauration est de grande actualité.

Jusqu'à présent il n'y a pas une technologie effective et universellement admise de la conservation des murs en briques crues, ainsi que leur restauration de longue durée.

En U.R.S.S. on a élaboré une technologie de traitement des murs en briques crues par les rayons infra-rouges, qui, au fait, frittent les briques jusqu'à une certaine profondeur, augmentant leurs résistance et stabilité/Fridman, 1980/. Cependant cette procédure change la coloration et la facture de la surface des briques, ce que n'est pas tolérable.

Il est plus effectif d'imprégner les briques crues par les liants liquides qui restent transparents après le durcissement.

A l'Institut de pierre et des silicates nous avons expérimenté sur l'imprégnation des échantillons des briques crues, prises des forteresses ourartéennes Erébouni et Teichébaini (VII-VIII siècles av.J.-C.). Pour l'imprégnation on a utilisé le verre soluble du sodium avec l'addition du fluosilicate du sodium, le silicate silicoorganique (liant nouveau, préparé du verre soluble et tetraoxisilic), les liants polyéster et époxide.

Les expériences ont montrés qu'après l'imprégnation par le verre soluble des efflorescences sont inévitables, ce qui gêne l'apparence des murs; les liants polyéster et époxide éliminent l'efflorescence, mais la couleur de la brique devient un peu sombre, en même temps il existe le danger d'exfoliation de la croûte qui se forme à la surface (surtout quand on imprègne le liant époxide), puisque elle est imperméable et que la formation des dépôts de sels derrière la croûte est bien possible.

On a obtenu le meilleur effet après imprégnation par la solution du silicate silicoorganique. En ce cas la brique se consolide sans changement de la couleur et sans efflorescence. A cause de la structure poreuse du liant la perméabilité du matériau est bien conservé.

Tels sont les résultats des expériences en cas de l'absence du gypse dans la composition de la brique.

Quand la brique contient une quantité de gypse, on voit l'efflorescence abondante à sa surface après l'imprégnation par le silicate silicoorganique. Pour la prévention de ce phénomène nous cherchons le moyen pour neutraliser le gypse dans la composition de la brique.

En voilà les résultats des essais sur l'échantillon des briques imprégnées. On a déterminé la résistance à la compression, la stabilité à l'action alternative de l'eau, du gel et de la solution du sulfate du sodium.

On voit de cette table: que l'imprégnation de la brique par le silicoorganosilicate augmente brusquement sa résistance et longévité. C'est pourquoi on peut recommander l'utilisation de cette procédure pour consolider les murs anciens en briques crues, quand elles ne contiennent pas de gypse. Or, il est désirable d'ajouter d'une petite quantité de hydrophobisateur à la solution imprégnante.

Liquide d'imprégnation	Présence du gypse dans la brique	Résistance à la compression Kg/cm ²	Stabilité à l'action alternative, en cycles (jusqu'à la destruction)		
			de l'eau	du gel	de la solution Na ₂ SO ₄
Le verre soluble	-	25	2	2	1
" "	+	20	2	2	1
La silicate silicoorganique	-	48	100	50	25
" "	+	45	100	50	25
Le polyéster	-	50	100	50	25
" "	+	50	100	50	25
L'époxide	-	110	100	50	25
" "	+	120	100	50	25

Table 1

RESTAURATION

Nous avons accomplie aussi les travaux expérimentaux de la restauration des briques crues. On s'est proposé le but de la recherche d'une composition optimale afin de préparer des briques assez résistantes et stables et, en même temps, imitantes les briques anciennes par la couleur et la facture.

Premièrement on a examiné les briques, préparées de la composition argilo-ciment, s'appuyant sur les travaux faits à l'U.R.S.S. aux années trente de notre siècle. Ceux-ci avaient prouvé la possibilité d'obtenir les mortiers argilo-ciment de bonne qualité, si on prépare préalablement un lait d'argile bien dissous. Au but de diminuer les déformations du retrait, nous avons ajouté au mortier argilo-ciment le sable concassé du tuff gris sombre, ce qui a permis la bonne imitation de la couleur générale des briques. Sur la base de cette composition on a préparé les briques expérimentales assez résistante et stable à l'action de l'eau. Cependant, après 30 cycles d'épreuves à l'absorption et séchage alternatives, la surface des échantillons se couvrait d'efflorescence, puisque l'argile utilisé contenait du gypse.

Or, nous avons décidé de nous renoncer l'argile et préparer les briques du mortier tuffo-ciment, ajoutant le liquide hydrophobisateur siliconique (methylsiliconate du sodium). La coloration des briques avait été reproduite par l'utilisation des tuffs de deux couleurs - gris orangeâtre avec l'addition un peu de tuff rouge.

Les résultats des épreuves des compositions diverses de ces mortier sont résumés à la table 2.

Nous avons préparé un nombre de 100 briques de composition N° 7. Après durcissement nous avons impregné la surface des briques par le verre soluble de densité $1,25 \text{ g/cm}^3$. Avec ces briques à la forteresse ancienne d'Erébouni en 1978 nous avons construit un mur expérimental sur le socle ancien de pierres (v. photo). Les observations montrent jusqu'aujourd'hui le bon état de la briquetage expérimentale.

Nous jugeons nécessaire de prolonger et d'élargir les expérimentations sur la conservation et restauration des murs en briques crues.

NN	Composition (par volume) ciment: sable du tuff metil- siliconique du sodium de 3%	Resistance à la compression kg/cm ²			Coefficients		Resis- tance à l'action de la so- lution du Na ₂ SO ₄ (10 cy- cles)
		en état sec	en état d'ab- sorb- tion	après 100 ci- cles de con- gélation	de ram- mol- lis- sement	de résis- tance aux gelées	
1	1:3:0	120	100	98	0,83	0,98	à des- truction sensibles
2	1:4:0	115	90	85	0,78	0,94	"
3	1:5:0	90	60	55	0,68	0,91	"
4	1:6:0	65	42	31	0,64	0,73	"
5	1:3:1	120	110	110	0,91	1,00	sans des- tructions sensibles
6	1:4:1,5	120	105	100	0,87	0,95	"
7	1:5:2	95	80	76	0,84	0,95	"
8	1:6:2,5	70	54	48	0,77	0,88	les micro- fissures

Table 2

REFERENCES

- Fridman O.M. 1980. Konservacia syrcovykh kladok v drevnikh gorodishchakh i poseleniyakh. "Problemy okhrany pamiatnikov arkheologii v naseljonnykh mestakh". Erévan. pp.114-115.