

Nejstarší stavební fáze		
skupina	č.vz.	lokalizace v objektu
a	1	vzorek z vnější strany základu jižní zdi presbytáře (k. 900)
	3	vzorek ze základu opěráku severní zdi trojlodí v prodloužení vítězného oblouku (k. 906)
	4	vzorek ze soklu mezi první dvojicí mezilodních pilířů (k. 908)
	10	vzorek ze vnitřní strany základu věže (k. 917)
b	2	vzorek z vnější strany základu gotické sakristie (k. 904)
	9	vzorek z vnitřní strany severního základu vítězného oblouku (k. 915)
	7	vzorek z vnitřní strany základu jižní zdi trojlodí (k. 912)
	8	vzorek z vnitřní strany jižního základu vítězného oblouku (k. 914)
Mladší stavební fáze		
	5	vzorek z reliktu základového zdiva v severní boční lodi (k. 909)
	6	vzorek z reliktu základového zdiva v jižní boční lodi (k. 910)
	13	vzorek malty ze závěru st. Kostela
Nejmladší stavební fáze		
	12	vzorek malty z vnější strany klasicistní sakristie (1803-1805)

Tab. 4 - Rozdělení studovaných malt z kostela sv. Václava v Moravské Ostravě k jednotlivým stavebním fázím.
 Tab. 4 - The classification of studied mortars of St. Venceslav church in Moravská Ostrava within individual construction phases.

Literatura:

- Gregerová, M. - Vlček, R. (1994): Petrografická a geochemická charakteristika malt a omítek kostela sv. Petra a Pavla v Brně. - Geol. Výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 104-105. Brno.
 Hošek, J. - Muk, J. (1990): Omítky historických staveb.- SPN, 143 str. Praha.
 Šujanová, O. (1981): Povrchové úpravy pamiatkových objektov.- Sborník ze semináře SÚPSOP.

VZDUŠNÉ MALTY HISTORICKÝCH STAVEB, JEJICH IDENTIFIKACE, PŘÍČINY DEGRADACE A NÁVRH SANACE

Calcareous mortars and plasters of historical buildings, their identification, causes of degradation and remediation proposition

Miroslava Gregerová

Katedra mineralogie, petrologie a geochemie, PřF, Masarykova universita, Kotlářská 2, 611 37 Brno,
 e-mail: mirka@sci.muni.cz

Key words: *composition, degradation, conservation, building plasters and mortars, replacement, historical structures*

Abstract:

The paper is an overview study oriented on technological classification of mortars and plasters used in various historical epochs in buildings. It summarizes their physical, textural and material parameters that have to be taken into account in remediation. The necessity of such an approach is demonstrated on a case, when the original raw material (limestone) used for lime burning in certain historical era cannot be identified even in case the source area is known. This confirms the presumption that the composition of the current limestone beds differs from the limestone that had been exploited at the same places in the past.

Úvod

Omítky a malty obecně byly na stavbách používány již v dávné minulosti. Chceme-li postihnout druhovou

a typovou rozmanitost maltovin historických objektů a vytvořit předpoklady pro kvalifikované posouzení, případně navrácení původního vzhledu objektu, musíme vyjádřit základní a určující hlediska jejich rozdělení.

Ve stavebně technické praxi vychází toto dělení z hmoty vytvářející tj. z malty, a to z jejího místa, nebo ještě lépe z jejího postavení ve vlastním objektu, ze složení, způsobu nanášení a zpracování ve zdivu. Nejčastěji se malty dělí do tří skupin: ložná malta, venkovní omítka a vnitřní omítka.

Toto dělení je jak pro účely archeologických výzkumů, tak pro památkovou péči velmi obecné a nerepektuje specifickou odlišnost památkových úprav tak, aby napomáhalo určovat historické zařazení objektu případně rozlišení různých stavebních fází (Šefců 1998).

Poněkud více vyhovuje tomuto účelu technologické dělení maltovin založené na materiálech použitých k přípravě malt. Pokud má být technologické rozdělení podkladem pro vypracování "receptury" maltové směsi pro rekonstrukci objektu, musí respektovat druhové rozdíly hlavních složek malt, tj. pojiva a plniva. Současně nelze ani zanedbávat ten fakt, že velká většina historických omítek obvykle obsahuje některou z řady používaných přísad (krev, vaječnou bílkovinu, moč, srst, močovinu, plevy, slámu), které mohly svými modifikačními účinky určovat charakter ložné malty či omítkové směsi.

Technologické členění omítkových směsí a malt

Technologické členění omítkových směsí a malt je založeno na určitých kritériích:

Podle druhu pojiva lze rozdělit omítkové směsi a malty na:

hliněné

vápenné a vápnohořečnaté

nastavované (vápnohlinité, vápnosádrové, vápnocementové, vápnostruskové)

hydraulické (cementové, sádrové a trasové)

polymerní (vápnolatexové, cementpolymetové, silikátopolymerové)

Podle druhu plniva:

s říčním pískem

s kopanými písky

se smíšeným plnivem (směs obou druhů písků, směs písku s drcenou horninou, s drcenou horninou, eluviem atd.)

s druhotnými odpadními hmotami (cihlová drť, popílek, struska, sláma, plevy aj.)

Další hledisko rozdělení podle plniva pak přihlíží k velikosti částic a dělí malty na:

hrubé (velikost zrn nad 6 mm)

ostré (zrna 2-6 mm)

střední (0,5-2 mm)

jemné (0,2-0,5 mm)

štukové (velikost zrn do 0,2 mm)

Podle druhu přísad:

s urychleným nebo prodlouženým tvrdnutím

plastifikované

provzdušněné

hydrofobní

Takto rozdělené malty tj. i z hlediska současných technologií, však nemohly být v minulosti na historických

objektech používány. Vzhledem k tomu, že na řadě památkových objektů byly při jejich několikanásobné obnově v některých případech novodobé materiály již použity, je nutno při posuzování celkového stavu brát zřetel i na ně a provést kvalifikované odlišení původních stavebních fází, dostaveb dílčích částí v posuzovaném objektu od novodobých restaurátorských zásahů (tj. těch, které byly prováděny v závěru 19. a ve 20. století.).

Sama skladba malty může být ale jen zřídka brána jako určující při periodizaci. Pro kvalifikované posouzení se zdá být jako nejvýstižnější způsob opírající se o druh pojivové složky, její rekrystalizaci a látkové složení plniva.

Hlavní složky historických malt

Hlavním pojivem historických malt je vzdušné vápno, které ve formě hydroxidu vápenatého způsobuje, že směs je plastická a dobře aplikovatelná. V minulosti se téměř výhradně používalo vyhašené, kusové, vzdušné vápno. Aby vápno získalo dobré technologické vlastnosti a poskytovalo kvalitní povrchovou úpravu, je nutné jeho dokonalé vyhašení a uležení. Obvykle se traduje, že nejkratší doba jeho zrání byla tři týdny, ale pro významné stavby se vápno po vyhašení zakopávalo do země (aby bylo chráněno před vymrznutím) i na řadu let (Hošek - Muk 1990). Rovnánková, Gregerová, Krmíčková (1999) uvádí 7 a více let.

Zásadní rozdíl mezi vápnými vyráběnými v historických dobách a vápnými současnými spočívá především v teplotě výpalu. Dříve připravovaná vápna byla pálena při teplotách okolo 1000°C, tj. byla měkce pálena. Současná vápna se pálí při teplotách 1150-1250°C a jde o tvrdě (nebo podle některých autorů např. Hošek, Muk 1990) o ostře pálená vápna. Ještě vyšší teplota výpalu pak může vést k pomalé a nedokonalé hydrataci.

Pro zachování přirozeného vzhledu objektu je třeba znát nejen látkové složení a zpracování malty tak, aby co nejlépe kopírovala složení a vzhled malty historické, ale aby plnila i další funkce, a to estetickou a zejména ochrannou.

Jde o posouzení struktury, barevnosti, látkového složení a velikosti zrn plniva. Fyzikálními a chemickými metodami v kombinaci s mikropetrografickými rozbory lze zjistit nejen složení malty, ale obvykle i odhalit příčinu jejího poškození, a to ať již jde o vliv solí přítomných ve vztlínající vlhkosti, kyselosti ovzduší, či reagentů uvolňujících se z použitého plniva apod.

Při posuzování korozivních vlivů a reagentů je velmi důležitý i odběr vzorků, který by neměl být nahodilý ale cílený. Odebraný vzorek musí být reprezentativní buď pro celý objekt, nebo pro jeho dílčí stavební fáze a popis musí zahrnovat:

lokalizaci malty v objektu (nákres, ložní malta, spárová malta, omítka - vnější, vnitřní, podpovrchová část, soklová část, pod izolací, nad izolací, výška odběru, určení světové strany zdi, kde byl odběr proveden, kontaktní stavební kámen - přírodní hornina - její charakteristika, cihla atd.) pro dosažení reprezentativního výsledku by měly být odebrány vždy alespoň tři vzorky ze stejné hloubkové či výškové úrovně

hmotnost odebraného vzorku by měla být vždy větší než

Hmot. %	Ochoz	Tlumačov	Hranice	Mikulov	Mikulov	Omítka -zámek Mikulov	Omítka z hradu Cimperk
Ztr. žiháním	43,82	27,67	43,62	43,18	46,18	9,87	19,56
Podíl nerozp. v HCl	0,09	33,25	0,43	0,67	0,16	71,78	55,02
CaO	55,96	33,05	55,02	54,82	36,03	13,69	20,47
MgO	0,11	0,72	0,02	0,7	16,69	0,78	2,03
Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	0,08	4,85	0,4	1,22	0,37	36832	2,69
SO ₃	0,02	0,07	0,04	0,19	0,01	1,56	0,18

Tab. 1 - Chemické složení vápenců z historicky využívaných lokalit pro výrobu vápna a složení omítky z hradu Cimperku a zámku v Mikulově (Líbal, Muk 1984, Rovnaníková, Gregerová, Krmíčková 1999).

Tab. 1 - Chemical composition of limestones from historically excavated localities used for production of lime and plaster composition of Cimperk and Mikulov Castles (Líbal, Muk 1984, Rovnaníková, Krmíčková 1999).

100g a pokud je to možné, pak jako jeden celek

Pro zjištění stavu a složení malty je potřebné se zaměřit na:
 granulometrii
 porozimetrii
 nasákavost
 vlhkost a zasolení
 chemickou silikátovou analýzu (nebo parciální analýzu)
 DTA a RTG analýzu
 mikropetrografický rozbor plniva
 posouzení biologického napadení
 ve speciálních případech využít elektronovou mikroskopii
 a mikroanalýzu.

Doporučený postup pro náhradu vzdušných maltovin a přípravu směsi

Pro rozborů historických maltovin neexistuje žádný normativní předpis. Normy platné pro současné malty nelze plně použít; často je nutné využít specifických znalostí a zkušeností jak stavebního chemika, tak mineraloga či petrografa pro vytvoření co nejobjektivnějšího a současně reálného obrazu o historické maltovině.

Na základě získaných výsledků granulometrické, silikátové, DTA a RTG analýzy a mikropetrografického rozboru obdržíme souhrn potřebných údajů pomocí nichž lze již s dostatečnou přesností určit výchozí složení malty (omítkové směsi), jejich přísad a druhu kameniva.

Malta, která má doplnit nebo nahradit chybějící části odpadlé nebo poškozené malty či omítky by se svým složením měla co nejvíce přiblížit maltovině historické. Tím je míněn poměr míšení (např. 1 díl hašeného vápna na 3 díly písku), granulometrie a barevnost. Při znalosti granulometrie a látkového složení písečné složky historické malty lze ji velmi dobře napodobit. Poněkud odlišná je situace na úseku pojiv. Pojiva vyráběná v současné době mají, jak již bylo řečeno výše, odlišný charakter od pojiv historických. Vápna se liší především teplotou výpalu (jsou ostře pálená) a chemickým složením. Zatímco v současné době se vyrábějí vápna, která jsou poměrně čistá, historická vápna obsahovala často nedopal a hydraulické příměsi (podle těžby vápence - viz tab. 1). Jak je patrné z přiložené analýzy omítkové směsi z hradu Cimperku a ze zámku v Mikulově, i přes

veškeré dostupné moderní metody umožňující separaci plniva a pojiva, nelze vždy provést jejich stoprocentní oddělení. Chemická analýza industriální suroviny se proto tak výrazně liší od konečného produktu, a to i přes to, že primární surovinu i konečnou fázi představuje chemicky shodný minerál. Toto je velmi dobře patrné na příkladu vápenců z Mikulova a omítky pocházející ze zámku v Mikulově. Pozoruhodné je toto zjištění i proto, že jde o tzv. dvouvrstvou omítku, v níž "krycí omítka" obsahuje plnivo tvořené více než z 90% úlomky karbonátu.

Nelze tak vyhovět častému požadavku pracovníků památkové péče a archeologů o vymezení co nejužšího okruhu zdroje původní suroviny. Mimo to i povaha výchozích industriálních surovin v archivně doložených lokalitách je již často odlišná od partií těžných předchozími generacemi (v souvislosti s délkou těžby, užitými technologiemi atd.). A jak uvádí Winkler (1994) obdobná je situace i v případě užití kvádrového stavebního kamene.

Souhrn

Při návrhu sanační malty je nutno zohlednit všechny zjištěné skutečnosti. Vhodným se jeví např. přidavek malého množství bílého cementu, který zlepší odolnost malty vůči korozi.

Pokud jsou v původní maltě identifikovány přísady anorganického či organického původu, je nutné je respektovat i v sanační směsi. Jde zejména o různé materiály pucolánového charakteru a organické látky, které obvykle zlepšovaly zpracovatelnost směsi nebo se přidávaly pro hydrofobizaci omítky.

Samostatnou část pak tvoří malty, které se aplikují na vlhké zdivo. Zde musí být kladen největší důraz na jejich paropropustnost.

Omítka dotváří na jedné straně výtvarný charakter stavby a na straně druhé malta má plnit i funkci ochrannou. Proto podmínkou úspěšné sanace či rekonstrukce musí vždy být určitý kompromis mezi požadavky na její technické vlastnosti a požadavky na zachování původního stavu a minimalizaci změn v látkovém složení a celkovém vzhledu objektu na nichž obvykle trvají pracovníci památkové péče.

Literatura:

- Hošek, J. - Muk, J. (1990): Omítky historických staveb.- SPN, 143 str. Praha.
- Líbal, D. - Muk, J. (1984): Středověká stavební technika a technologie.- In: Archaeologia historica 9, str. 239. Brno.
- Šefců, O. (1994): Význam složení omítek v památkové péči.- Ročenka STOP, str. 85-87.
- Rovnaníková, P. - Gregerová, M. - Krmíčková, N. (1999): Composition and replacement of historical building plasters.- XI. Mezinárodní vědecká konference, 18.-20. října 1999. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, str. 157-160. Brno.
- Winkler, E. M. (1994): Stone in Architecture.- Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg.

GEOCHEMICKÁ CHARAKTERISTIKA CHALKOPYRITU Z BRONZOVÉHO DEPOTU OD BOROTÍNA

Geochemical characterization of chalcopyrite
from the bronze hoard of Borotín

Karel Malý

Muzeum Vysočiny, Masarykovo náměstí 55, 586 01 Jihlava, e-mail: muzeum.vysociny@post.cz

(24-14 Boskovice, 24-21 Jevíčko)

Key words: bronze hoard, trace elements, stable isotopes

Abstract:

A piece of chalcopyrite found together with bronze hoard has been analysed - the content of trace elements and isotopic composition of sulphur has been determined. Chalcopyrite from hoard does not originate from the nearest locality with Cu-mineralization (i.e. Borovec near Štěpánov nad Svratkou).

Informaci o nálezu úlomku měděné rudy v bronzovém depotu od Borotína podali Přichystal - Obr (1986). Úlomek je tvořen převážně limonitem a malachitem, v centrální části vzorku byl zachován masivní chalkopyrit; zástoupen je i křemen a karbonát. Autoři provedli podrobné mineralogické zhodnocení rudy a semikvantitativní spektrální analýzy chalkopyritu, malachitu a limonitu a na základě zjištěných faktů se pokusili určit provenienci rudy. Z lokalit v okruhu do několika desítek kilometrů od místa nálezu depotu přicházel vzhledem k charakteru rudy v úvahu pouze Borovec u Štěpánova nad Svratkou (zde jsou známy křemen-baryt-karbonátové žíly s Cu-zrudněním). Autoři však podle obsahu stopových prvků v analyzovaném chalkopyritu dospěli k závěru, že ruda z depotu z Borovce nepochází.

Semikvantitativní spektrální analýza je však jen velmi přibližnou analytickou metodou. Navíc byl chemismus boroveckých minerálů nově zkoumán (Kráčmar 1987, Malý et al. 1994) a s ohledem na tyto nové výsledky již nebylo možné Borovec jako zdroj rudy v depotu jednoznačně vyloučit. Proto byl chalkopyrit z depotu znovu analyzován moderními metodami a výsledky srovnány se známými údaji o boroveckém chalkopyritu.

Stanovení stopových prvků

V chalkopyritu z depotu byly stanoveny Zn, Ag, Ni, Pb, Cd, Bi a Mn - tj. prvky, jejichž zvýšenými nebo sníženými obsahy je borovecký chalkopyrit odlišný od chalkopyritu z jiných lokalit v ČR (Cambel - Jarkovský 1974). Výsledky jsou shrnuty v tabulce 1: chalkopyrit z depotu a z Borovce si dobře odpovídají v obsazích Zn, Pb a Cd; s přihlédnutím k malému počtu analýz a metodě stanovení i v obsazích Ni a Bi. Značný rozdíl je v obsazích Ag (jehož zvýšené obsahy jsou pro Borovec typické) a v neobvykle zvýšeném obsahu Mn v rudě z depotu. Nově provedené analýzy boroveckého chalkopyritu potvrzují uvedené údaje - patrný je zejména zvýšený obsah Zn a Ag. Zároveň je však zřejmé, že obsahy minoritních prvků mohou značně kolísat (např. Ag) - viz tab.2.

Izotopová analýza síry chalkopyritu

Pro sulfidy z rudních výskytů v okolí Štěpánova nad Svratkou je typický zvýšený obsah izotopu ^{34}S : hodnota $\delta^{34}\text{S}$ chalkopyritů z Borovce je průměrně 9,5 (průměr z osmi analýz, směrodatná odchylka 0,5). Hodnota