
Repase a konzervace dveřních zámků

Jan Jeníček, Šárka Msallamová

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Fakulta chemické technologie

Václav Nikendey, Václav Gerstner, Vojtěch Ouřada

Střední uměleckoprůmyslová škola a vyšší odborná škola Turnov

KLÍČOVÁ SLOVA

konzervování – repase – elektrochemie – dveřní zámek – svářková ocel – metalografie – myšákový zámek

KEY WORDS

conservation – remanufacturing – electrochemistry – door lock – wrought iron – metallography

REMANUFACTURING AND CONSERVATION OF DOOR LOCKS

The article deals with the remanufacturing and conservation of two door locks that used to be made from the end of the 19th to the beginning of the 20th century using the methods of swaging, thread cutting and quenching. The so-called “Myšák” locks are left-hand and right-hand, employing a mechanism of the French type. Within the material survey, metallography was carried out to aid in the dating of the locks. The remanufacturing of the locks encompassed cleaning them off the corrosion products – among others with the use of electrolytic cleaning. Missing components were made and added to the locks, while the functionality of the extant parts was restored; tannate and wax layers were applied to conserve them, and the mechanism surfaces of contact were coated with conservation oil to ensure smooth functioning.

Úvod

1 | Václav Kotýška – Vladimír Teyssler (edd.), *Technický slovník naučný: ilustrovaná encyklopedie věd technických*, Praha: Borský a Šulc 1927–1949, 17 sv., s. 520 a 522.

2 | Zdeněk Rásl – Jan Mohr, Černé řemeslo v průběhu staletí, Praha: Národní technické muzeum v Praze 1984, s. 4–36 a 48.

Repasované zámky jsou pravý a levý dveřní zámek, z hlediska zabudování jsou vrchní (neinstalují se zadlabáním do dveří).^[1] Tyto zámky využívají tzv. francouzského mechanismu, který je jedním z hlavních typů mechanismů historických zámků. Je pro něj typické, že klíč v zámku koná plnou obrátku a lze ho vyjmout při odemčené i zamčené poloze; narodil od staršího německého typu, kde po odemčení klíč zůstává v zámku při nedokončeném plném úhlu.^[2] V podstatě jediným bezpečnostním prvkem, kterého repasované zámky využívají, je jejich klíčová díрка prořezávaná do tvaru, který odpovídá profilu zubu jejich klíče. Zároveň jsou tyto zámky označovány jako myšákové. Jedná se o obyčejné a levné zámky používané na jednokřídlové dveře, jež jsou typicky opatřeny západkou, závorkou a zástrčkou.^[1] U těchto repasovaných předmětů lze hovořit o minimální nebo žádné umělecké invenci. Taková strohost se u zámků obecně objevuje s nástupem 19. století, kde se jen částečně díky historizujícím slohům vrací zámky umělecky řešené.^[2]

Popis předmětů a použitých metod

Popis předmětů, jejich poškození a technologií jejich výroby

Repasovanými předměty jsou dva dveřní zámky ze soukromého vlastnictví, a to levý [Obr. 1 a Obr. 2] a pravý [Obr. 3 a Obr. 4]. U obou jde o stejný typ, který má dvě kliky, jednu na každou stranu dveří. Na straně vnitřní je klika tvarově složitější a je shora uložena do plechového těla. Ve spodní části tohoto těla je otvor na klíč a ze strany jsou pak viditelné konce západky (což je konec kliky), závorky (ovládané klíčem) a zástrčky. Druhý konec zástrčky, pomocí kterého se posouvá, vystupuje ze spodní strany těla. U levého zámku chyběla vnější klika, zástrčka, štítek, klíčový svod a klíčová díрка byla poškozena (zřejmě přepilována) z obou stran. K pravému zámku chyběl klíč, u levého se dochoval [Obr. 5]. Mechanismus zámků byl nefunkční a oba byly pokryty souvislou vrstvou mastnoty, prachu a dalších nečistot (zejména u levého zámku); pod touto vrstvou následovala vrstva nesoudržných korozních produktů hnědých až oranžových odstínů. Při výrobě zámků bylo užito zápustkového (při něm je materiál formován do tzv. zápustky – formy s tvarem, který odpovídá tvaru výkovku) i volného kování u klik a zástrčky. Jednotlivé součásti jsou zde nýtovány ke krabici zámku. Dále bylo použito vrtání, pilování, řezání závitů, ohýbání, kalení pružin a lisování konce klíčového svodu do klíčové dírky zadního krytu zámku. [Obr. 1–5]

Materiálový prŕzkum

Abyste určili, zda jsou zámky vyrobeny ze svárkové nebo plávkové oceli, byla vykonána metalografie. Vzorek byl odebrán z těla zámku, byl zalit do epoxidové pryskyřice (*Epoxy 1000 Harz*) kolmo na rovinu tváření plechu a broušen pomocí brusných papírů o hrubosti P400, P800, P1200, P2500 a P4000. Vzorek byl pozorován pomocí

inverzního metalografického mikroskopu (*Olympus PME 3*) v nelep-
taném a pak v leptaném stavu. Leptání bylo provedeno 2% nitalem
(roztok kyseliny dusičné v ethanolu). Také byla stanovena přítomnost
chloridů pro případné odsolování, a to zkouškou pomocí 2% roztoku
dusičnanu stříbrného.

Návrh repase

Zámky byly repasovány a konzervovány s požadavkem na obnovení jejich funkčnosti a jejich následné používání. Proto bylo potřeba zámky rozebrat, zejména pro zjištění příčiny jejich nefunkčnosti. Aby bylo rozebrání zámků snazší a šetrnější, bylo rozhodnuto, že zámky budou nejprve ponořeny do petroleje.

Pro odstraňování korozních produktů bylo zvoleno elektrolytické čištění, které zde bylo vhodné díky dobře zachovalému kovovému jádru a jednoty materiálu, z kterého předměty sestávají. Podmínky elektrolýzy kopírovaly výsledek experimentu, při kterém bylo zkoumáno elektrolytické čištění ocelových předmětů za využití kombinace experimentálních a matematických modelů. Tyto ideální podmínky spočívají v neefektivnějším odstranění korozních produktů bez poškození kovového jádra. Odpovídají 5% (w/v) roztoku hydroxidu sodného v destilované vodě za proudové hustoty 3 A/m² a teploty 40 °C.^[3] Pro odstranění zbylých, rozvolněných korozních produktů bylo zvoleno užití ocelového kartáče.

Je zde vhodné zmínit, že u elektrochemických procesů, jako je tento, dochází k difúzi atomárního vodíku do kovového materiálu a kvůli tzv. vodíkovému křehnutí může docházet až k popraskání materiálu. Materiál repasovaných zámek však nelze považovat za citlivý, protože k vodíkovému křehnutí jsou obecně náchylné oceli s vyšší mezí kluzu (k vodíkovému praskání nedochází ve většině případů vůbec, pokud mez kluzu nepřesahuje 350 MPa).^[4] Měly by být bezpečné i použité podmínky: 3 A/m² po dobu 4 h, při kterých nedojde k vyvinutí a difúzi vodíku do materiálu v takovém množství, které by bylo dostatečné pro poškození vodíkovým praskáním.^[5] I samotné sušení při 100 °C na 30 minut by případné menší množství difundovaného atomárního vodíku mělo z předmětů odstranit.^[6]

Již na první pohled bylo zřejmé, že pro obnovení funkce je zapotřebí doplnit jisté chybějící části. To bylo provedeno z běžné konstrukční oceli za pomoci kovářských a zámečnických technik s použitím nástrojů, jako je soustruh, buchar, propan-butanový hořák, svářecí souprava s ochrannou atmosférou (oxidu uhličitého) a běžné nástroje pro volné kování, stříhání, pilování, vrtání, řezání a řezání závitů.

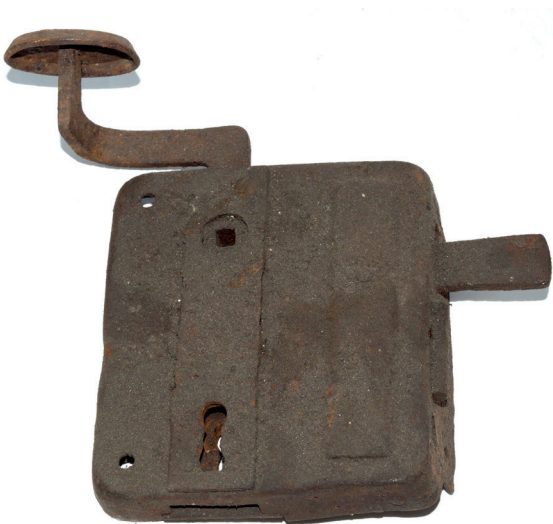
Pro stabilizování bylo zvoleno tanátování pomocí roztoku taninu (120 g taninu, 150 ml ethanolu a 1 l destilované vody), a to u všech částí zámek včetně těch doplňovaných. Tanátování je zde vhodné,

3 | Santiago R. Urréjola – Javier Lora Garcíaís – Rosa Devesa-Rey, Optimization of Electrolytic Cleaning of Low Carbon Steels, *European Journal of Sustainable Development*, vol. 5, no. 3, 2016.

4 | David Hardie – Alasdair Charles – A. H. Lopez, Hydrogen embrittlement of high strength pipeline steels, *Corrosion Science* 48, 2006, s. 4378–4385.

5 | Jong-Lam Lee – Jai-Young Lee, The effect of lattice defects induced by cathodic hydrogen charging on the apparent diffusivity of hydrogen in pure iron, *Journal of materials science* 22, 1987, s. 3939–3948.

6 | A. R. Elsea – E. E. Fletcher – T. P. Groeneveld, *A review of the literature on cleaning, pickling, and electroplating processes and relief treatments to minimize hydrogen embrittlement of ultrahigh-strength steels* (Research report), NASA-CR-80690, 1966.



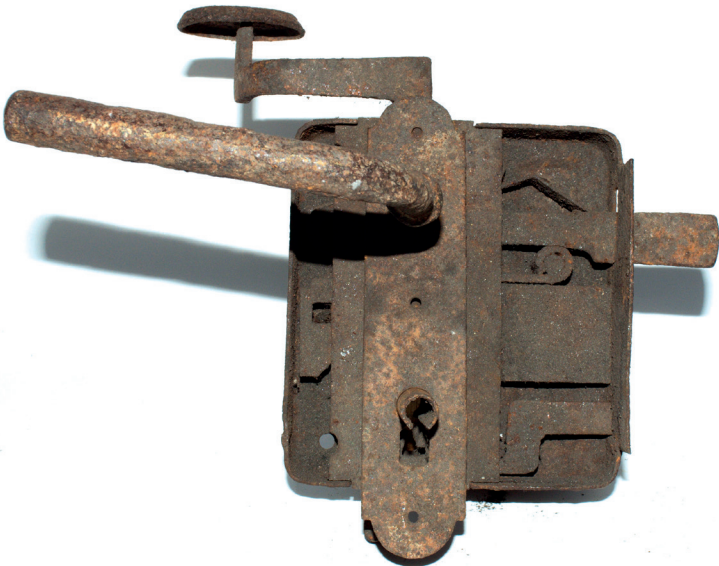
OBR. 1 Levý zámek z přední strany (před repasí).
Foto: Jan Jeníček



OBR. 2 Levý zámek ze zadní strany (před repasí).
Foto: Jan Jeníček



OBR. 3 Pravý zámek z přední strany (před repasí).
Foto: Jan Jeníček



OBR. 4 Pravý zámek ze zadní strany (před repasí).
Foto: Jan Jeníček



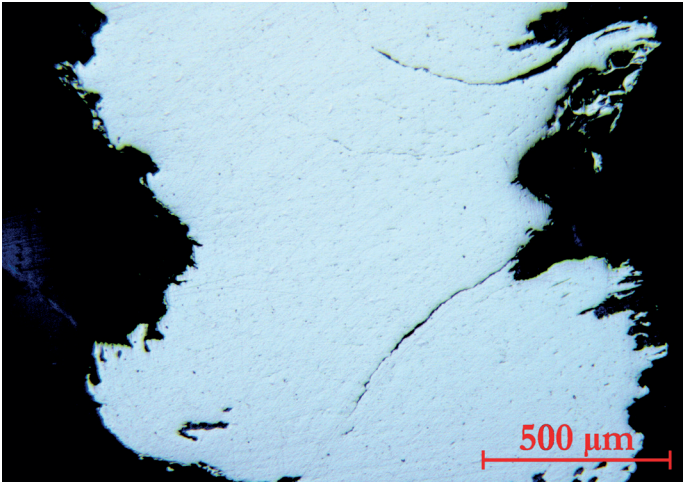
OBR. 5 Klíč k levému zámku (před repasí).
Foto: Jan Jeníček

protože vytvoří černou barvu povrchu, která odpovídá podobě historických zámků. Dále bylo navrženo užití přípravku *Revax 30* (disperze mikrokryсталických vosků v benzínu s 1% přídavkem BTA) pro vytvoření hydrofobní vrstvy a na styčné plochy mechanismu aplikovat konzervační olej *Konkor* (směs nasycených uhlovodíků, isobutanu, propanu, sulfonové kyseliny, petroleje, vápenatých solí a butanu) pro podpoření chodu zámkových mechanismů.

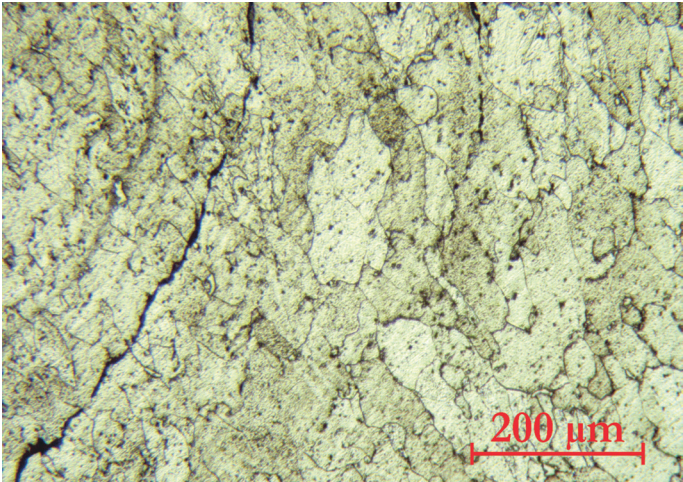
Výsledky a diskuze

Materiálový průzkum

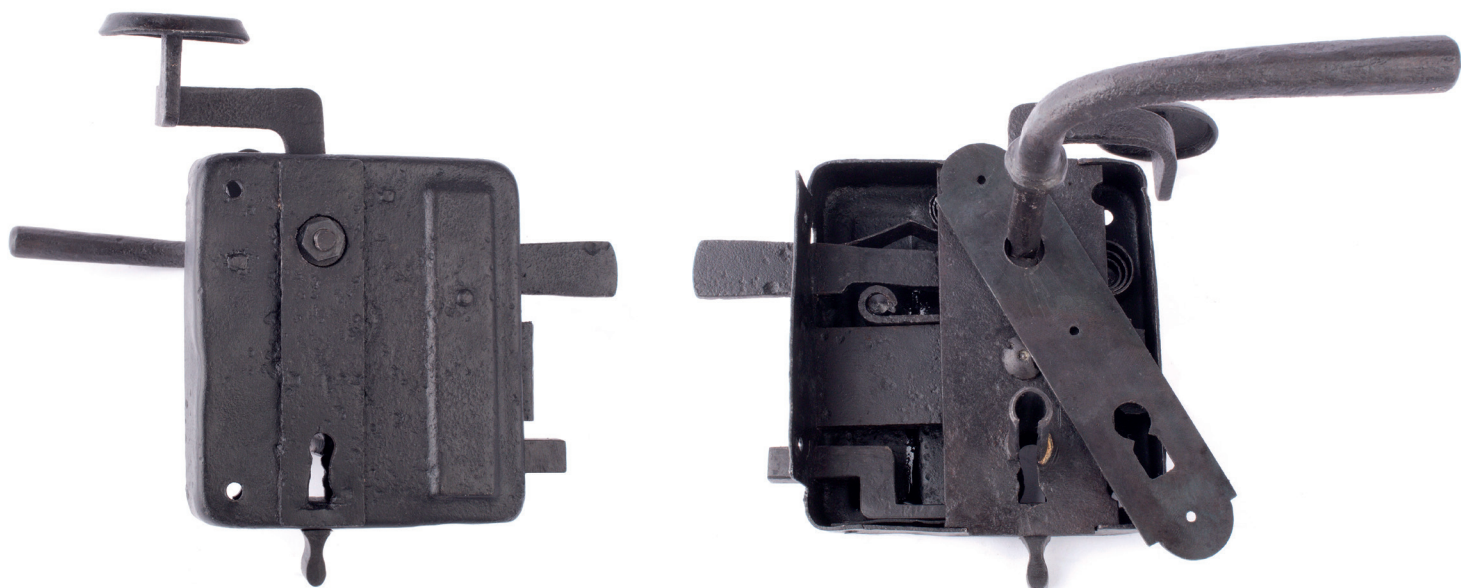
Pomocí metalografického mikroskopu byla pozorována struktura vzorku nejprve v neleptaném stavu [Obr. 6]; zřetelné byly dlouhé pásové dutiny vedoucí od kraje materiálu a zároveň poměrně čistá struktura bez vměstků velkých rozměrů. Po naleptání pomocí 2% Nitalu pak byla pozorována feritická zrna [Obr. 7]. Dutiny jsou zde s největší pravděpodobností důsledkem svařování a struktura obecně odpovídá pudlované svářkové oceli, která byla ke konci 19. století již běžným materiálem, avšak se začátkem 20. století se od její výroby



OBR. 6 Neleptaná struktura vzorku. Foto: Jan Jeníček

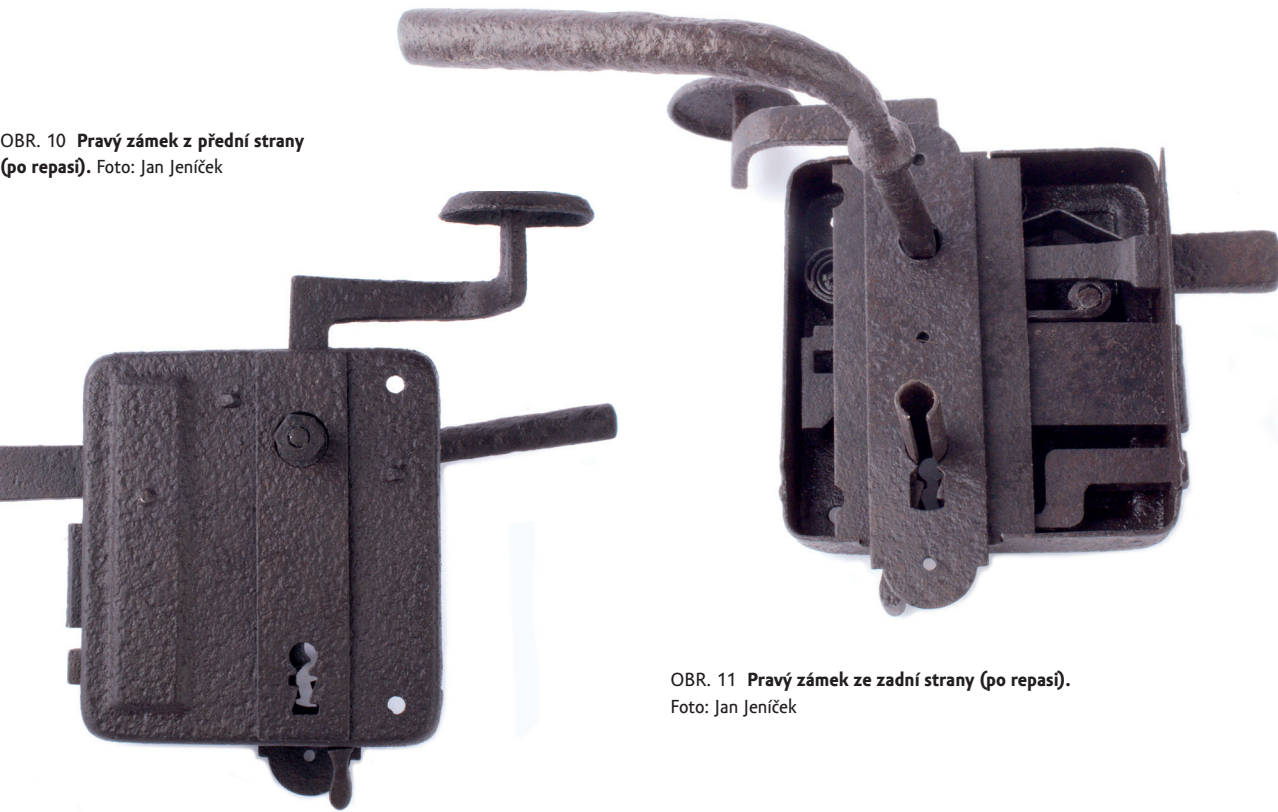


OBR. 7 Vzorek po naleptání. Foto: Jan Jeníček



OBR. 8 Levý zámek z přední strany (po repasi).
Foto: Jan Jeníček

OBR. 9 Levý zámek ze zadní strany (po repasi).
Foto: Jan Jeníček



OBR. 10 Pravý zámek z přední strany
(po repasi). Foto: Jan Jeníček

OBR. 11 Pravý zámek ze zadní strany (po repasi).
Foto: Jan Jeníček

postupně upouštělo kvůli nástupu výroby kvalitnější plávkové oceli.^[7] Pro zjištění přítomnosti chloridů byly při čištění odebrány korozní produkty z obou zámků a následně vylouhovány v destilované vodě při teplotě 100 °C po dobu 30 minut. Po přefiltrování takto vzniklých roztoků na nich byla vykonána zkouška na přítomnost chloridů pomocí roztoku dusičnanu stříbrného. Tato zkouška přítomnost chloridů nepotvrdila. [Obr. 6–7]

Repase

Nejprve byl demontován zadní kryt, byla vyjmuta klika a závorka. Zbylé prvky byly zatuhlé kvůli vrstvě nečistot a korozních produktů a pro jejich vyjmutí byly zámkové mechanismy ponořeny do petroleje po dobu 24 hodin. Dalším krokem bylo čištění a odstraňování korozních produktů. Jednotlivé části demontovaných zámků byly omyty pomocí nylonového kartáče a mýdla (jádrové sodné mýdlo *JELEN*) s destilovanou vodou.

Při elektrolytickém čištění byla každá jednotlivá část obtočena jedním spojitým ocelovým drátkem, a to vždy v místě, kde byla pomocí brusného papíru očištěna od korozních produktů na kovové jádro. Tak bylo zajištěno vodivé spojení předmětů, které byly zapojeny jako katoda, a jako anoda byl použit plíšek z korozivzdorné oceli ČSN 17041. Elektrolýza probíhala po dobu 4 hodin, po vyjmutí z lázně byly všechny části očištěny pomocí destilované vody a ocelového kartáče a sušeny v sušárně na 100 °C po dobu 30 minut.



OBR. 12 Klíč k levému zámku (po repasi). Foto: Jan Jeníček



OBR. 13 Vyrobený klíč k pravému zámku. Foto: Jan Jeníček

7 | Grzegorz Lesiuk – Mieczysław Szata, Kinetics of fatigue crack growth and crack paths in the old puddled steel after 100-years operating time, *Frattura Ed Integrità Strutturale* 9, 34, 2015.
Eugeniusz Hotała – Rajmund Ignatowicz – Maciej B. Lachowicz, Metallographic Testing of 19th Century Steel in an Operating Water Tower, *Materials* 14, 9, 2021, s. 2204.

U levého zámku bylo přistoupeno k výrobě chybějících částí (vnější klika, zástrčka, štítek, klíčový svod) a u pravého k výrobě klíče. Pro doplnění chybějícího štítku byl překreslen jeho obrys na ocelový plech o síle 1,5 mm, jeho tvar byl vystřižen pomocí pákových a ručních nůžek a byl následně dopilován pomocí plochých a půlkruhových pilníků. Dále byly na tento plech překresleny vnitřní tvary, které byly vyvrtány pomocí sloupové vrtačky, řezány lupénkovou pilkou a pilovány pomocí kruhového, plochého a čtvercového pilníku. Z kruhové tyče o průměru 17 mm byl pomocí bucharu a ručního kladiva vykován a následně vypilován a vybroušen předběžný tvar kliky, zakončený čtyřhranným profilem, jenž sedí do ořechu vnitřní kliky. Tento tvar byl následně za tepla ohnut přibližně do pravého úhlu a takto vzniklá klika byla za tepla torzírována do horizontální roviny. Konec kliky byl vypilován do kruhového půdorysu o průměru 8 mm a opatřen závitem řezaným pomocí metrického vnějšího závitníku o průměru 6,5 mm. Pro výrobu matky jistící kliku byla do ocelového plechu o síle 5 mm vyvrtána díra o průměru 5 mm, následně v ní byl řezán závit pomocí vnitřního metrického závitníku o průměru 6,5 mm. Na plech byl překreslen šestihranný profil z dochované matky a pomocí úhlové brusky s řezným kotoučem vyříznut a plochým pilníkem dopilován výsledný tvar. Z ocelového plechu o síle 7 mm byl pomocí úhlové brusky s řezným kotoučem vyříznut přibližný tvar zástrčky. Ten byl dále vypilován pomocí plochého a kruhového pilníku a pomocí rámové ruční pilky byl vytvořen zářez, do kterého sedí hrana těla zámku. Na závěr byla zástrčka žíhána plamenem pro docílení vzniku oxidové vrstvy.

Chyběla také větší část klíčového svodu. Ta byla vyrobena podélným zářezem do ocelové trubky o vnitřním průměru 8 mm a tloušťce stěny 1,5 mm, která byla následně ohýbáním slícována vůči dochované lisované části. Dochovaná část byla pilníkem očištěna na kovové jádro a mosazí na ni byla připájena vyrobená součást. Z ocelové tyče o průměru 10 mm byl vysoustružen základ klíče. Z ocelového drátu o průměru 5 mm bylo stočeno a odříznuto očko, jenž bylo následně navlečeno a navařeno na vrchní část klíče. Dále byl z ocelové čtyřhranné tyče o profilu 8 mm na 10 mm skován a odseknut 15 mm dlouhý klín, na který byl pomocí papíru přenesen profil klíčové dírky a pomocí plochého a čtyřhranného pilníku vypilován. Takto vzniklý zub byl dopilován na vhodnou délku pro připájení na trn klíče a poté na trn připájen mosazí. Klíč byl poté pilováním a sekáním zbaven přebytečného navařeného a napájeného materiálu a broušením na kameni byly zahlazeny hrany zubu. Na závěr byl klíč žíhán, aby bylo docíleno vzniku oxidové vrstvy.

Tanátovací roztok byl nejprve nanášen v podobě pěny ve větším množství do štěrbin a hůře přístupných míst, poté pečlivě zapracován na plochy dobře přístupné. Po 72hodinovém schnutí první vrstvy byla aplikována druhá vrstva, po stejně dlouhém schnutí druhé vrstvy byl povrch oprášen štětcem a všechny součásti byly sušeny v sušárně po dobu 30 minut na 100 °C. Následně byly ještě teplé štětcem natřeny vrstvou mikrokrytalického vosku *Revax 30*, která byla po zaschnutí vyhlazena pomocí štětce. Po zakonzervování byly mechanismy zámků sestaveny při opatření styčných ploch *Konkorem*, a byly tak uvedeny do funkční podoby.

Závěr

Na základě uměleckohistorického a metalografického průzkumu byla určena přibližná datace vzniku předmětů, a to nejspíše do doby kolem přelomu 19. a 20. století. Zámky [Obr. 8–12] byly očištěny od prachu, mastnoty a dalších nečistot díky jejich rozebrání a omytí, dále byly očištěny od nesoudržných korozních produktů pomocí elektrolytického čištění. Doplněním chybějících součástí levého zámku a doplněním klíče k pravému [Obr. 13] byla obnovena funkčnost. Zakonzervováním pomocí tanátování a opatřením vrstvy vosku u nich byly omezeny korozní procesy, použitím *Konkoru* byl výrazně podpořen chod mechanismů.

Vzhledem k plánovanému používání je potřeba zmínit, že je vhodné zámky použít tam, kde nedochází k prudkým výkyvům teplot, které by vedly ke vzniku kondenzátu na jejich površích. Není tedy ideální je umístit například v blízkosti topidel a vnějších stěn. Při zhoršení chodu jejich mechanismu je vhodné aplikovat *Konkor*. [Obr. 8–13]