



VODA ZLÍN 2026

VODOHOSPODÁŘSKÁ KONFERENCE - Interhotel Zlín 12. - 13. 3. 2026

Přehled vývoje a inovací v oblasti litinových potrubí

Ing. Miroslav Pflieger

SAINT-GOBAIN PAM CZ s.r.o.

Abstrakt

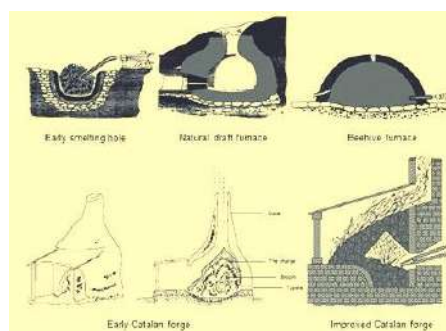
V článku vyzdvihují hlavní milníky v oblasti vývoje a inovací (nejen) spojené s tvárnou litinou a jejím použitím pro vodovody a kanalizace. Kromě několika historických faktů se věnují vývoji materiálu včetně technologických změn souvisejících s odléváním, vyzdvihují postupnou evoluci ochrany trubek nebo jednotlivé typy spojování.

Trocha historie ...

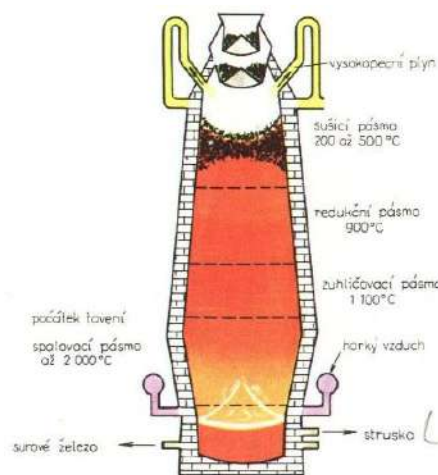
První důkaz o používání železných nástrojů ve starověku pocházejí z Egypta z doby 4000 let př.n.l. Ve spáře mezi dvěma kameny v pyramidě byl nalezen železný nástroj. Původ mnoha prehistorických železných nástrojů byl pravděpodobně meteorické železo. Meteorické železo obsahuje 5 % až 26 % niklu, zatímco tavené železo obsahuje pouze stopové množství. Proto lze železné artefakty vyrobené z meteoritů odlišit od předmětů z taveného železa.



Mezi první zmínky o výrobě litiny jsou z Číny někdy z 5. století př.n.l., což je asi o 100 let dříve než první zmínka v Evropě. Číňané vyvinuli vysoké pece schopné dosáhnout teplot nutných k roztavení železné rudy (teploty mezi 1100 a 1200 °C). Následně používali technologii žíhání, aby snížili křehkost materiálu. Litina se používala k masové výrobě zemědělských nástrojů, zbraní a uměleckých předmětů. V Evropě se litina objevovala sporadicky až do 14. století. Dlouho bylo upřednostňováno kované železo vyrobené v dmychadlových pecích, které bylo méně křehké. Kolem 15. století začala výroba litiny v Burgundsku (Francie) a v Anglii, primárně pro odlévání děl a kanonových koulí.



K prvnímu velkému technickému přelomu došlo na začátku 18. století v Coalbrookdale v Anglii, kde Abraham Darby úspěšně nahradil dřevěné uhlí koksem při výrobě surového železa ve vysoké peci. Koks umožnil levnější a efektivnější výrobu velkého množství litiny. V roce 1779 byl postaven slavný Iron Bridge v Shropshire v Anglii, což byl první velký projekt využívající konstrukční litinu. Jednalo se o litinový obloukový most a rozpětím přes 30 metrů, který překračuje řeku Severn. Po počáteční nejistotě ohledně použitého materiálu probíhala stavba po dobu dvou let, přičemž za železné konstrukce byl zodpovědný Abraham Darby III (potomek člověka, který zavedl koks



do výroby litiny). Most byl otevřen v roce 1781 a byl prvním velkým mostem na světě vyrobeným z litiny. Jeho úspěch inspiroval k širokému použití litiny jako konstrukčního materiálu a dnes je most oslavován jako symbol průmyslové revoluce. Most, přilehlá osada Ironbridge a soutěska, přes kterou most vede, tvoří památku světového dědictví UNESCO.



Co u nás?

Na území dnešní České republiky patřili Salmovské železářny v Blansku v 19. století k absolutní špičce a byly největším výrobcem litiny v tehdejší Rakousko-Uhersku. Rozkvět železáren nastal poté, co nad nimi v roce 1806 převzal správu starohrabě Hugo František Salm-Reifferscheidt. Byl to osvícený šlechtic a průkopník průmyslové revoluce, který do Blanska přivedl moderní technologie a odborníky. Železářny prosluly zejména uměleckým litím. Vyráběly sochy (např. pro Hradní bránu ve Vídni), náhrobky, kříže, ale i užitkové umění v různých stylech od klasicismu po secesi. Kvalitou byly tehdy srovnávány s nejlepší anglickou litinou. Blansko dodávalo litinové prvky pro významné stavby po celé monarchii. Z jejich dílen pocházejí díly pro nádražní haly, litinové pavilony, lázeňské kolonády (např. v Mariánských Lázních) nebo zábradlí mostů ve Vídni.



Zajímavostí je, že zde působil jako ředitel Karel von Reichenbach, který objevil parafín (tehdejší revoluční náhrada loje při výrobě svíček) nebo kreosot (prostředek k impregnaci dřeva nebo v té době k nakládání masa i když známější poté jako látka, která vznikala v komínech při pálení vlhkého dřeva a byla příčinou mnoha požárů). Salmovské železářny se později staly součástí koncernu ČKD Blansko.

Významným producentem litiny pro výrobu potrubí byly železářny v Králově Dvoře u Berouna. Původní huť byla založena roku 1346 králem Karlem IV. Lobkovicové povolali roku 1595 do Králova Dvora francouzského hutního odborníka, rytíře Jindřicha Kašpara ze Sarthu, který zde nechal vystavět první vysokou pec v Čechách. V 19. století nastaly velké změny, byly zavedeny vysoké pece na koks, byla vystavěna nová slévárna s modelárnou, mechanické dílny a další provozy. Huť dostala název Karlo – Emilova. Od roku 1880 se začíná používat název Královodvorské železářny. Technický rozvoj pokračoval, závod byl elektrifikován, postaveny patnáctitunové Siemens-Martinovy pece, Thomasova ocelárna, dvě další vysoké pece, ale i závodní hotel a závodní nemocnice. V roce 1905 byla dokončena válcovna na tenké plechy, byla vystavěna budova ředitelství, vodovod, další byty pro zaměstnance atd. Roku 1909 huť opět změnila majitele. Stala se jí Pražská železářská společnost, která již vlastnila kromě jiného hutě a uhelné doly na Kladně a vápencové lomy v blízkém okolí. Ta také vybudovala po roce 1911 lanovku na dopravu železné rudy od dolů Krušná hora a Hrouda.



Po 2. světové válce Pražská železářská společnost zanikla a všechny její podniky, včetně Královodvorských železáren, byly zestátněny. V roce 1953 byla uvedena do provozu slévárna odstředivě litých trub, v roce 1963 byla zahájena výroba v nové slévárně tvarovek a v roce 1968 výroba plynule litých litinových profilů. Tradiční výrobní program – surové železo a plechy válcované za tepla – byl v 80. letech zastaven, postupně byl omezován i trubní program, až byl

v roce 1994 také definitivně ukončen. Postupně byly demontovány i vysoké pece a trať na skládku strusky. Poslední odpich vysoké pece byl proveden v roce 1987. V dalších letech sice probíhala vnitřní transformace na skupinu společností, dnes tento závod již neexistuje.

170 let výroby v Pont-à-Mousson

Pro vznik sléváren ve světě byl často jednou z důležitých podmínek dostupnost vstupního materiálu primárně železné rudy. To byl i důvod vzniku francouzských sléváren v městečku Pont-à-Mousson ve východní Francii – Lotrínsku. Při stavbě železnice mezi městy Nancy a Méty podél řeky Mosely (délka řeky je přes 540 km, pro srovnání Vltava je dlouhá 430 km) byl nalezen zdroj železné rudy a uhlí. To v kombinaci s nově budovanou železnicí vedlo ke strategickému rozhodnutí o vzniku sléváren. Velkou podporou byla doba – průmyslová revoluce a potřeba trubního materiálu pro v té době preferovanou infrastrukturu vodovodů a plynovodů. V roce 1856 byly založeny slévárny „Pont-à-Mousson vysoké pece a slévárny, akciová společnost“, které se po francouzsko-pruské válce v roce 1871 již plně věnovali odlévání trubek a dalších součástí pro vodovody. V té době začali i první exporty odlitků do světa.



Odstředivé lití

Obrovským technologickým krokem bylo vynalezení odstředivého lití. První patent získal v roce 1809 Angličan A.G.Eckhardt. Patent však nebyl zaměřen primárně na trubky. V polovině 19. století proběhly v Baltimoru (USA) první pokusy o výrobu litinových trubek odstředivým litím. Realizovala se dodávka trubek DN 75 mm o celkové délce 3,6 km. Za klíčový moment je ale považován rok 1918 (někdy uváděno období 1917–1921), kdy francouzsko-brazílský inženýr Dimitri Sensaud de Lavaud vyvinul a patentoval metodu odstředivého lití do vodou chlazených kovových forem.

Do té doby se trubky odlévaly vertikálně do pískových forem, což bylo pomalé, vyžadovalo to náročnou přípravu forem a trubky měly proměnlivou tloušťku stěny. Navíc se dělaly v kratších délkách, což je vidět například na trubkách dodaných na přivaděč vody z Káraného pro Prahu v letech 1906 až 1913, které měly maximálně 4 metry.

De Lavaudův stroj používal horizontální, rychle rotující kovovou formu – kokilu, která byla z vnějšku chlazená vodou. Do formy se nalila roztavená litina. Odstředivá síla přitlačila kov na stěny formy, čímž vznikla trubka s vysokou hustotou a přesnými rozměry bez nutnosti tvorby vnitřního jádra. Odstředivá metoda umožnila vyrobit trubky tenčí, lehčí, pevnější a odolnější vůči korozi. Celý proces výroby se zrychlil a nová technologie umožnila masovou výrobu trubek.

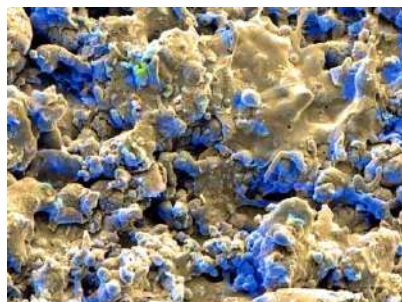


V současné době existují 2 typy odlévacích strojů. V prvním případě je odlévací stroj stabilní a nalévací kanálek se pohybuje uvnitř kokily a dávkuje roztavenou litinu (nejvíce rozšířené u výroby malých DN). U velkých profilů trubek zůstává statický naopak nalévací kanálek a pohybuje se celý stroj.

Přerod šedé litiny do litiny tvárné

Tvárná litina (litina s kuličkovým grafitem) byla vyvinuta někdy kolem roku 1943 v USA. Za objevitele jsou považováni metalurgičtí inženýři Millis, Gagnebin a Pilling, kteří pracovali pro společnost International Nickel Company (Inco). Millis zjistil, že přidání malého množství hořčíku (případně v kombinaci s niklem) do roztavené šedé litiny těsně před odlitím výrobku způsobí, že se grafit při tuhnutí přetvoří do formy kuliček místo obvyklých lupínků. Šedá litina má grafit ve formě lupínků, které působí jako vnitřní vruby a způsobují křehkost. Hořčík odstraní síru a kyslík, což umožní grafitu zformovat se do kuliček. Tyto kuličky umožňují ocelové matici kolem nich deformovat se, což materiálu dává pevnost a tvárnost.

Průmyslová výroba a masové rozšíření, zejména pro trubky, tvarovky, armatury a další zejména strojírenské součástky, začalo až po 2. sv. válce. Od 70. let minulého století většina světových producentů trubního materiálu vyráběla již čistě z tvárné litiny, u nás se ale tyto výrobky dostali na trh až po roce 1989.



Těsnící, jištěné a přírubové spoje

Do 30. let 20. století se hrdlové spoje litinových trubek tradičně utěšňovaly konopným provazcem a zalávaly olovem. U nás se tato metoda spojování objevovala ještě dlouho po 2. sv. válce. První pokusy s využitím gumy jako těsnícího materiálu se objevily již ve třetí čtvrtině 19. století v Anglii. Mechanický spoj využívající gumové těsnění byl vyvinut kolem roku 1921.

Gumové spoje (těsnění) u litinového potrubí se začaly ve větší míře aplikovat a vyvíjet od 30. let 20. století (Austrálie a USA), přičemž k jejich masovému rozšíření došlo v polovině 50. let 20. století. Tzv. rychlé spoje (push-on joints) s gumovým těsněním, jak je známe dnes, byly vyvinuty někdy kolem roku 1955. Tyto spoje umožňují rychlejší montáž a nevyžadují speciální dovednosti a nástroje. S rozvojem syntetických elastomerů (jako např. EPDM) po 2. sv. válce se zvýšila odolnost těsnění, což dále podpořilo přechod od tuhých spojů k pružným gumovým spojům.

Mezi roky 1920 až 1930 se začaly objevovat první mechanické spoje, které využívaly šroubované přitlačné příruby k stlačení těsnění, což umožnilo přenos axiálních sil. Jištěné "zámkové" spoje, které zajišťují trubky proti vytažení z hrdel, se začaly výrazněji prosazovat s nástupem tvárné litiny v 50. a 60. letech 20. století. První řešení jištění spočívalo ve využití ozubených segmentů, které byly zataveny do gumového těsnícího kroužku. Spojila se tak funkce těsnění a zároveň zajištění proti vysunutí. Jištěné spoje se dále vyvíjeli, pro větší tlaky v potrubí a tím pádem i pro větší tahové síly nebo pro velká DN potrubí byly vyvinuty spoje využívající návarek.

Přírubové spoje mají za sebou daleko delší historii. Před průmyslovou revolucí se objevovali různé „primitivní“ konstrukce, ale krásný příklad technického řešení přírub na litinovém potrubí je přivaděč vody pro celkem 55 fontán a různých nádrží a jezírek Versaillských zahrad z dob krále Ludvíka XIV., který je po více než 350 letech stále v provozu. Přívodní potrubí bylo složeno z litinových přírubových trubek DN 600 délky 1 metr. Těsnění jednotlivých kusů bylo provedeno z koženého pásu vloženého mezi dvojici olovených plátů. Místo šroubů spojily příruby dvojice protisměrných klínových dubových klínů. S rozšířením parních strojů (např. William Murdock) vznikla potřeba spojovat trubky spolehlivěji. V roce 1824 si James Russell patentoval metodu výroby trubek, která vedla k rozvoji spolehlivějších přírubových spojů. V Německu začal DIN (Deutsches Institut für Normung) v roce 1917 standardizovat příruby, aby zajistil jejich kompatibilitu.



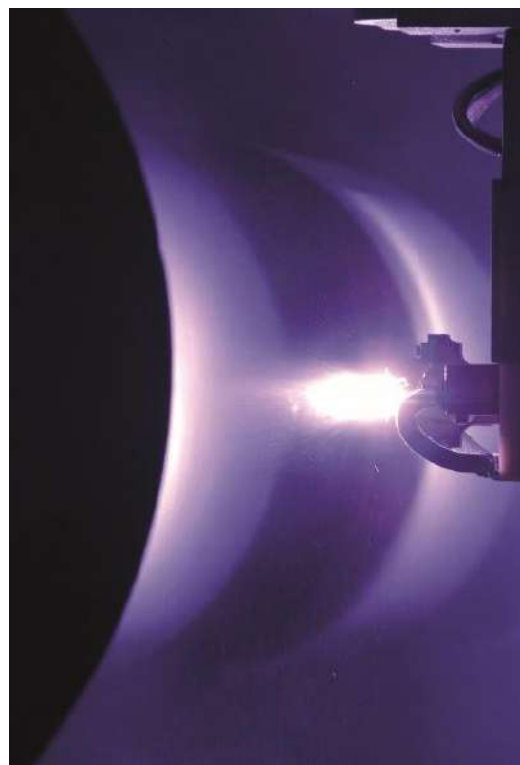
Pozinkování jako aktivní ochrana

V roce 1742 popsal francouzský chemik P.J. Malouin poprvé metodu nanášení roztaveného zinku na železo. Pozinkování železných a litinových materiálů se začalo průmyslově rozvíjet v první polovině 19. století. Francouzský inženýr S. Sorel získal patent na metodu žárového zinkování. Nicméně masové využívání pozinkovaných trubek pro rozvody vody a kanalizace nastalo až koncem 19. století. Pozinkované ocelové a litinové trubky se staly standardem pro vnitřní rozvody studené vody a odpadů, přičemž nahrazovaly starší materiály, jako bylo olovo.

Pozinkování povrchu litinových trubek plní přímou funkci dlouhodobé protikorozní ochrany, která výrazně prodlužuje životnost potrubí. Zinek vytváří na povrchu litiny aktivní ochrannou vrstvu, která zabraňuje přístupu vlhkosti a kyslíku k základnímu kovu. Zinek je méně ušlechtilý než železo, takže v případě poškození povrchu (škrábnutí) „koroduje“ zinek přednostně a tím chrání samotnou litinu. Zabraňuje vzniku vnější koroze, která je častou příčinou selhání kovových potrubí. Pozinkovaná vrstva je pevná a odolává oděru během instalace. U tvárné litiny zinkový povlak spolu s finálním nátěrem chrání trubku před agresivními vlivy půdy a okolního prostředí, čímž životnost prodlužuje na 100 i více let.

U trubek z tvárné litiny se používá žárové stříkání zinkové vrstvy v kombinaci s ochranným nátěrem, což je standardní ochrana pro vodovodní i kanalizační litinové trubky. Během posledních 60. let se vývoj ochranného pozinkování vyvíjel jednak v navyšování hmotnosti nanášeného zinku a i vývoji složení slitiny:

- 120 g/m² zinku u prvních ochráněných trubek
- 200 g/m² zinku, která se používala nejdéle až do přelomu století
- 400 g/m² slitiny Zn/Al s nebo bez jiných kovů



Zesílené ochrany

V roce 1958 byla instalována v Louisianě v USA první inženýrská síť (vodovod) s použitím polyetylenové ochrany. Jednalo se ale o tzv. volný obal což laicky řečeno spočívalo v navlečení PE „pytle“ okolo trubky. Je zajímavé, že tato ochrana se u nás aplikovala ještě v 90. letech minulého století. Zároveň v době první aplikace PE obalu proběhly v USA i experimentální instalace extrudovaného polyetylénu na vnější povrch litinových trubek. Postupně se od volných návleků přešlo k modernější extrudaci (vytlačování) polyetylénu, který poskytuje lepší mechanickou odolnost a přilnavost. Vnější vytlačovaný polyetylén se stal základem zvýšené ochrany litinového potrubí proti agresivitě zeminy či podzemní vody a proti agresivním bludným proudům.

Polyuretanový PUR nástřík se na vnější povrch litinových trubek začal intenzivněji aplikovat a prosazovat jako špičková protikorozní ochrana od 80. let 20. století, kdy se hledaly odolnější alternativy k tradičním nátěrům jako byl dehet nebo asfalt. V 90. letech se PUR nátěry staly běžnějšími, zejména pro potrubí v agresivním prostředí.

Obalování litinových trubek cementovou maltou se začalo výrazněji aplikovat a standardizovat přibližně od 20. do 30. let 20. století. V USA byly první trubky s cementovou ochranou (vnitřní i vnější) instalovány kolem roku 1922. Cementová malta na vnějším povrchu vytváří vysoce alkalické prostředí ($\text{pH} > 10$), které chrání litinu před korozi v agresivním prostředí. Zároveň se tato ochrana stala ideální mechanickou ochranou potrubí např. při bezvýkopových technologiích instalace potrubí.



Závěr

Potrubí z tvárné litiny přináší díky svému vývoji kombinaci moderního materiálu se zcela jinými mechanickými vlastnostmi, propracovaným systémem odolných těsnících a jistěných spojů a širokou paletou základních a zvýšených/speciálních ochranných materiálů určených pro výstavbu trvanlivých a bezpečných vodovodů a kanalizací.