

ZKUŠENOSTI A POZNATKY Z CHOVÁNÍ DLOUHODOBĚ EXPONOVANÝCH MOSTŮ Z PATINUJÍCÍCH OCELÍ V ČESKÉ REPUBLICĚ

EXPERIENCES AND KNOWLEDGE FROM LONG-TERM EXPOSURES OF BRIDGES FABRICATED FROM WEATHERING STEELS IN THE CZECH REPUBLIC

Vít Křivý¹, Lubomír Rozlívka², Kateřina Kreislová³

ABSTRACT

In this paper, attention is paid to a description of the specific properties of bridge structures fabricated from weathering steels. Some typical failures of patina layers forming are more closely specified in this paper, the causes of these failures are examined and the influence on structure reliability is assessed. The potential for present and future usage of weathering steels for design and realization of bridges in the Czech Republic is briefly indicated in the proposed paper as well.

1. ÚVOD

Patinující oceli se pro realizaci různých typů venkovních nosných konstrukcí ve stavu bez protikorozní povrchové úpravy používají ve světě (USA, Japonsko, Německo, Francie, Švédsko, ...) i v České republice již asi 40 let. Pro silniční i železniční mosty je použití patinujících ocelí poměrně výhodné z řady technických, ekonomických, ekologických a časových důvodů.

Velká většina mostů z patinujících ocelí byla vyrobena ve vítkovických mostárnách v Ostravě a ve Frýdku-Místku. Od menších ověřovacích konstrukcí v 70. létech minulého století se tyto oceli již od 80. let velmi rychle prosadily i pro velké a významné městské mosty a následně pro řadu velkých dálničních mostů. Přitom byly formulovány a prakticky ověřeny důležité konstrukční zásady a výrobní postupy, nutné pro zajištění jejich dlouhodobé životnosti a spolehlivé funkce.

2. STRUČNÝ PŘEHLED MOSTNÍCH KONSTRUKCÍ

Mezi první ověřovací konstrukce vyrobené z patinujících ocelí patří obslužná lávka na přehradě ve Slušovicích, silniční mosty v Žalmanově a ve Dvoře Králové a železniční mosty v Brně, Krnově a v Praze. Všechny tyto konstrukce jsou doposud provozně využívány, v rámci řešení výzkumného projektu Ministerstva průmyslu a obchodu FT-TA5/076 je korozní stav těchto objektů kontrolován.

¹ Vít, Křivý, Ing. Ph.D., IOK s.r.o., Beskydská 235, 738 01 Frýdek-Místek a VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební, L. Poděštné 1875, 708 33 Ostrava - Poruba, vit.krivy@vsb.cz

² Lubomír, Rozlívka, Ing. CSc., IOK s.r.o., Beskydská 235, 738 01 Frýdek-Místek, rozlivka@iok.cz

³ Kateřina, Kreislová, Ing. Ph.D., SVÚOM s.r.o., U měšťanského pivovaru 934, 170 00 Praha, kreislova@svuom.cz

V 80. letech byly uvedeny do provozu velké městské mosty v Ostravě přes nádraží ČD ve Svinově a ve Frýdku-Místku přes řeku Ostravici, které v té době patřily k největším konstrukcím z patinujících ocelí v ČR i v Evropě. Hmotnost soustavy městských a tramvajových mostů v Ostravě-Svinově je vyšší než 3000 t. Další městské mosty z patinujících ocelí byly také v tomto období postaveny v Brně a několik menších konstrukcí také v Plzni.

Na základě příznivých zkušeností s uplatněním a dlouhodobou dobrou funkcí velkých mostů z patinujících ocelí, realizovaných na Moravě v 80. letech minulého století, přijalo Ředitelství silnic a dálnic Praha – závod Brno zásadní rozhodnutí, že tato materiálová koncepce bude využita i pro realizaci velkých ocelových mostů na dálnici D47. V současné době již je většina těchto mostů zcela dokončena a výstavba některých dalších, umístěných na navazujících komunikacích k dálnici D47, se realizuje. Jejich mimořádně velký rozsah a význam je možné jednoduše dokumentovat jejich celkovou hmotností, která je větší než 30 000 tun. Jsou to především následující velké mosty:

- dálniční most přes Ostravici;
- dálniční most přes Odru;
- dálniční most přes trať ČD, ulici Polaneckou a rybník Rojek;
- mosty na Opavské ulici přes dálnici D47.

Kromě těchto velkých mostů na dálnici D47 byly již také dokončeny další významné mosty na dálnici D8 do Drážďan (most v Trmicích - Hraniční most).

V souhrnu je možné konstatovat, že soustava velkých dálničních mostů je z hlediska optimálního uplatnění patinujících ocelí řešena koncepčně správně a progresivně, což vytváří dobré předpoklady pro jejich dlouhodobou spolehlivou funkci s minimálními nároky na jejich nutnou údržbu. Při porovnání se stavem v 70. a 80. letech minulého století jsou současné podmínky pro používání patinujících ocelí bez protikorozní ochrany ve výstavbě mostů i v dalších typech venkovních ocelových konstrukcí (tj. pro dosažení příznivého vzhledu a ochranné funkce korozní vrstvy) výrazně příznivější zejména z následujících základních a všeobecných důvodů:

- projektanti a konstruktéři mají dostatek konkrétních a ověřených poznatků a zkušeností (dobrých i špatných) z dlouhodobé funkce dříve realizovaných staveb. Patinující oceli tedy mohou navrhovat jen s minimálním rizikem nevhodného řešení a naopak plně využívat technické, ekonomické, ekologické a vzhledové výhody, které tato materiálová koncepce umožňuje;
- moderní hutní technologie výroby plechů s minimem povrchových defektů a všeobecně pro výrobu konstrukcí používané tryskání povrchu materiálu vytváří velmi dobré předpoklady pro rychlé a rovnoměrné vytvoření vzhledově příznivé vrstvy korozních produktů s dostatečnou ochrannou funkcí;
- při snížení korozní agresivity atmosféry na území ČR v období po roce 1990 jsou v regionálním smyslu podmínky pro vznik a vlastnosti ochranné vrstvy korozních produktů obecně příznivé.

3. TYPICKÉ VADY A PORUCHY DLOUHODOBĚ EXPONOVANÝCH KONSTRUKCÍ Z OCELI ATMOFIX

Jak již bylo uvedeno v předchozí kapitole jsou nově navržené konstrukce z patinujících ocelí jsou z hlediska příznivého vývoje ochranné vrstvy patiny navrženy koncepčně správně, čímž jsou vytvořeny předpoklady pro jejich dlouhodobé spolehlivé fungování (za předpokladu pravidelných kontrol a údržby). Při kontrolních prohlídkách mostů na dálnici D47 nebyly

zjištěny žádné významné poruchy tvorby patiny, které by měly významný vliv na spolehlivé fungování těchto konstrukcí [1].

U starších mostních objektů z oceli Atmosix je situace poněkud odlišná. Přestože je většina ploch chráněna příznivě vyvinutou patinou, na mostních konstrukcích se vyskytují místa či detaily s poruchami vývoje patiny, která mohou významně ovlivňovat spolehlivé fungování nosné konstrukce mostu. Obecně lze konstatovat, že příčiny těchto poruch jsou dvojí, přičemž obě příčiny se často doplňují:

- poruchy vyplývající z nevhodně navrženého konstrukčního uspořádání či detailu;
- poruchy vyplývající z provozu a z nedostatečné údržby mostní konstrukce.

Dva vybrané příklady typických vad a poruch konstrukcí z patinujících ocelí (včetně příčiny defektu a jejich možných důsledků na spolehlivé fungování konstrukce), jsou uvedeny v následujících částech kapitoly. Více informací lze nalézt v [1].

3.1. Příklad 1: Železniční most přes řeku Opavici v Krnově - porucha tvorby patiny na příčnicích, podélnicích a dolních pasech hlavních nosníků příhradového mostu

Příhradový železniční most přes řeku Opavici byl postaven v roce 1979 a je tedy 30 let starý. Konstrukce mostu již byla opakovaně kontrolována a hodnocena odborníky IOK a SVÚOM v letech 1983, 1995 a 2004 a 2008. V roce 1997 došlo při povodni k zaplavení mostu až k úrovni mostovky. Výsledky prohlídek opakovaně poukazují na nepříznivý vývoj patiny na příčnicích, podélnicích a dolních pasech hlavních nosníků příhradového mostu s nedostatečnou údržbou, viz obr. 1.



Obr.1 Nepříznivý vývoj patiny na prvcích železničního mostu přes řeku Opavici

Nepříznivý vývoj patiny na příčnicích a podélnicích je způsoben hromaděním vrstev rzi a nečistot na dolních pásnicích I průřezů, které zadržují vlhkost a výrazně tak zvyšují dobu ovlhčení ocelových povrchů pod nimi a na přilehlých částech stojin. Obdobná situace je i na horní pásnici truhlíkového průřezu dolních pasů hlavních nosníků, kde dochází k tvorbě neochranných vrstev rzi především v částečně uzavřených prostorách ohraničených styčnickovými plechy. Hlavní příčinou způsobující hromaděním vrstev rzi a nečistot je zanedbaná údržba mostní konstrukce - především potřebné očištění (např. po velké povodni v roce 1997). Ve vrstvě úsad odebraných z horní plochy dolní pásnice při různých prohlídkách (1993, 2008) byl stanoven i obsah celkového železa, 26,2 resp. 29,5% hmot, tj.

vrstva obsahuje i velký podíl dalších složek – nečistot. K nepříznivému vývoji patiny přispívá také konstrukční uspořádání příhradového mostu s velkým počtem nosných prvků, spojů, koutů a částečně uzavřených prostor, kde snáze dochází ke kumulaci nečistot.

Důsledky zjištěných vad a poruch na spolehlivé fungování konstrukce je potřeba vyhodnotit především na základě měření korozních úbytků poškozených prvků a spojů (měření plánováno v rámci projektu FT-TA5/076) a jejich následném statickém vyhodnocení. Předběžná měření korozních oslabení a absence poruch vyplývajících z možného přetížení oslabených prvků naznačují, že poškozené prvky nebude potřeba zesilovat či nahrazovat, i když orientačně změřené úbytky tloušťek na některých plochách překračují korozní úbytky odvozené ze směrných hodnot dle ČSN ISO 9224. Poškozené plochy však bude nutné uvést do stavu umožňujícího přijatelný vývoj ochranné vrstvy patiny. Další spolehlivé fungování mostu je však vždy podmíněno pravidelnou údržbou a zajištěním potřebné čistoty povrchu konstrukce, což plně platí i pro plochy opatřené dodatečným nátěrem.

3.2. Příklad 2: Silniční mosty v Ostravě – nepříznivý vývoj patiny pod netěsnými mostními závěry a dilatacemi

Silniční mosty v Ostravě - Svinově jsou důležitými objekty na ulici Opavská, kterou převádějí přes kolejiště železniční stanice Ostrava - Svinov. V podélném směru mají mosty celkovou délku 144 m, rozpětí polí je 35,5 + 73,0 + 35,5 m. Staticky konstrukce působí jako gerberův nosník, délka vloženého pole je 52 m. Mostovka je navržena jako ortotropní. Mosty byly postaveny v roce 1983. Hlavní poruchy ve vývoji patiny souvisejí s netěsnými mostními závěry a dilatacemi, viz obr. 2.



Obr.2 Nepříznivý vývoj patiny pod netěsnými mostními závěry a dilatacemi na silničních mostech přes trať ČD v Ostravě - Svinově

Výše uvedené poruchy souvisí především se zanedbáním potřebné údržby mostní konstrukce. Netěsnými mostními závěry a dilatacemi (původní závěry jsou 26 let staré) stéká voda (v zimním období s rozpuštěnými rozmrazovacími látkami) z mostovky přímo po povrchu konstrukce a následně také do vnitřních prostor komorových průřezů. Podle klasifikačního systému pro vizuální hodnocení patiny [2] byl na nejvíce poškozených místech povrch konstrukce zařazen do nejméně příznivého stupně 1 (tj. velmi objemná a odlupující se vrstva korozních produktů tloušťky > 800 μm , vysoké korozní úbytky). Vliv poruchy tvorby patiny na spolehlivost konstrukce bude možno posoudit až po podrobném zmapování a statickém

vyhodnocení korozních úbytků. Měření zbytkových tloušťek plechů se plánuje v rámci projektu FT-TA5/076.

Poznámka 1: Kromě lokálního oslabení vnějších povrchů komorových průřezů pod netěsnými mostními závěry a dilatacemi dochází k výraznému koroznímu oslabování také ve vnitřních natřených plochách komory. Závažnost těchto defektů dokumentuje obrázek 3.



Obr.3 Koroze vnitřních natřených částí komorového průřezu mostu

Poznámka 2: Zajímavé je porovnání technického stavu posuzovaných silničních mostů z patinujících ocelí přes trať ČD s mosty přes řeku Odru, které jsou stejně staré, prakticky totožného konstrukčního uspořádání a jsou součástí stejné komunikace. Jediný zásadní rozdíl je v tom, že mosty přes Odru jsou navrženy z běžné uhlíkové oceli chráněné nátěry. Srovnávací vizuální prohlídka ukázala, že poruchy popsané u mostu z patinující oceli se ze stejných příčin a v obdobné míře vyskytují také na konstrukci opatřené nátěrem, viz obr. 4.



Obr.4 Poruchy nátěrového systému a koroze pod netěsnými mostními závěry a dilatacemi na silničních mostech přes řeku Odru v Ostravě

Údaje uvedené v poznámkách pouze potvrzují zkušenosti, že konstrukce z uhlíkové oceli s aplikací povrchových úprav nejsou obecně „lépe“ chráněny než konstrukce z patinujících ocelí bez povrchové ochrany. Je mylné se domnívat, že aplikací nátěru na plochy, na kterých se dostatečně nevyvinula patina, je konstrukce dostatečně chráněna. Vždy je potřeba hledat a následně odstranit především příčinu poruchy a o způsobu opravy pak rozhodnout na základě reálného stavu konstrukce a posouzení vlivu oslabení nosných prvků na spolehlivé fungování mostu.

V těchto souvislostech je potřebné upozornit na nevhodnost TP 197, schválených Ministerstvem dopravy ČR, které obsahují celou řadu technicky nesprávných, zavádějících, účelových a ekonomicky nepřijatelných tvrzení a požadavků. Některá ustanovení těchto TP

proto vytvářejí zbytečné překážky účelnému využívání patinujících ocelí v nosných konstrukcích mostů.

4. ZÁVĚR

Při kontrolních prohlídkách dlouhodobě exponovaných konstrukcí různých typů, postavených před více léty z oceli Atmofix bez povrchové úpravy se opakovaně potvrdilo, že majitelé a provozovatelé těchto konstrukcí často podceňují nebo zcela zanedbávají jejich potřebnou kontrolu a údržbu. Rovněž se často projevuje výrazně škodlivý vliv zimního solení vozovek v nesprávně řešených detailech mostních uzávěrů a dilatací. Názory, že pravidelná kontrola a údržba mostů není potřebná vzhledem k vyšší korozní odolnosti patinujících ocelí, je nutné jednoznačně odmítnout, protože špatná kontrola nebo nedostatečná údržba může i u konstrukcí z patinujících ocelí významně omezit jejich spolehlivost i životnost, protože v takových případech a detailech není možné zvýšenou odolnost patinujících ocelí proti korozi vůbec využít.

Při kontrole a údržbě konstrukcí z patinujících ocelí je proto nutné respektovat všeobecná ustanovení dosavadní ČSN 73 2601 a ČSN 73 2603, i když nároky na rozsah údržby se v těchto případech v porovnání s údržbou konstrukcí z běžných ocelí výrazně zmenšují. Prakticky zcela odpadá nutnost oprav a obnovy klasických systémů ochrany konstrukce (nátěry, metalizace), protože postačuje pouze zajistit potřebnou čistotu povrchu konstrukce a těsnost spojů jednotlivých prvků.

Zásady provozní kontroly a údržby konstrukcí z patinujících ocelí nejsou v technických normách (ČSN ani EN) konkrétně určeny, některá obecná pravidla je možné čerpat z různých technických prospektů a podkladů výrobců válcovaného materiálu a konstrukcí z patinujících ocelí, např. z vítkovické podnikové normy VN 73 1466 z roku 1995 [3]. Použití současných TP 197 není z mnoha objektivních důvodů možné.

Pro objektivní posouzení a zhodnocení dlouhodobého působení mostů (případně i dalších typů nosných konstrukcí) z patinujících ocelí v České republice proto může být přínosem řešení na tyto komplexní otázky orientovaného výzkumného projektu FT-TA5/076 Ministerstva průmyslu a obchodu ČR. Jeho výsledky umožní doplnit, modernizovat a sjednotit různé stávající směrnice nebo technické podmínky, dosud používané pro navrhování, výrobu a údržbu nosných konstrukcí a mostů z patinujících ocelí v České republice. Taková modernizovaná směrnice zřejmě bude potřebná a užitečná také pro zabezpečení provozní kontroly a údržby starých i nových mostů z patinujících ocelí, uvedených v tomto příspěvku.

Příspěvek byl zpracován s finanční podporou MPO v rámci řešení projektu FT-TA5/076 Výzkum vlastností stávajících a nově vyvíjených patinujících ocelí z hlediska jejich využití pro ocelové konstrukce.

LITERATURA

- [1] ROZLÍVKA L., KREISLOVÁ K., et. al., Diagnostický průzkum ocelových konstrukcí, zpráva projektu FT-TA5/076, 2008
- [2] Application of Weathering Steel to Bridges, The Japan Iron and Steel Federation and the Japan Bridge Association, 2003
- [3] VN 73 1466 Nosné konstrukce z patinujících ocelí (podniková norma), Vítkovice, a.s., Ostrava, 1995.