

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

34 642

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

E01C 7/14 (2006.01)

E01C 7/18 (2006.01)

E01C 7/34 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2020-37509**

(22) Přihlášeno: **05.05.2020**

(47) Zapsáno: **08.12.2020**

(73) Majitel:
Skanska a.s., Praha 8, Karlín, CZ
prof. Ing. Rudolf Hela, CSc., Brno, CZ
Petr Herka, Brno, Žebětín, CZ

(72) Původce:
prof. Ing. Rudolf Hela, CSc., Brno, CZ
Petr Herka, Brno, Žebětín, CZ
Ing. Bohuslav Slánský, Lipník nad Bečvou, Lipník
nad Bečvou I-Město, CZ

(74) Zástupce:
A. Holas & partner, Patentová a známková
kancelář, Ing. Mgr. Hana Holasová, Křížová 105/4,
603 00 Brno, Staré Brno

(54) Název užitého vzoru:
Kompozitní kryt vozovky

Kompozitní kryt vozovky

Oblast techniky

5

Technické řešení se týká oprav stávajících asfaltových nebo cementobetonových vozovek pomocí tenké cementobetonové vrstvy.

10

Dosavadní stav techniky

V současné době se v České republice provádí opravy stávajících asfaltových nebo cementobetonových vozovek několika způsoby.

15

Opravy asfaltových vozovek odfrézováním její horní obrusné vrstvy a nahrazením vrstvou novou. Tento způsob ovšem není optimální, pokud podkladní vrstvy nejsou požadované kvality. Tento způsob také není vhodný pro místa, kde se vyskytují stojící těžká nákladní vozidla, jako jsou např. velkoplošná parkoviště, dálniční odpočívky, průmyslové areály. V asfaltových vrstvách dochází k trvalým plastickým deformacím pod koly vozidel, případně v jízdních stopách.

20

Opravy cementobetonových vozovek se provádí fragmentací neboli rozbitím stávající cementobetonové vrstvy a překrytí dvěma asfaltovými vrstvami. Tento způsob má nevýhodu v tom, že je nutné zvýšit niveletu vozovky o dvě nové asfaltové vrstvy. Dále se segmentací ztrácí poměrně vysoká zbytková únosnost cementobetonové vrstvy.

25

Opravy asfaltových a cementobetonových vozovek úplným odstraněním vozovkových vrstev a jejich náhrada novými asfaltovými hutněnými vrstvami nebo cementobetonovým krytem v plné tloušťce, běžně 240 až 300 mm. Tento způsob sice eliminuje nevýhody předchozích typů oprav, ale je ekonomicky a časově velmi nákladný a při nedostatku finančních prostředků u správců komunikací se buď opravy vozovek odsunují v čase, nebo se volí ne úplně optimální způsob oprav.

30

Jak je uvedeno, uvedené běžně používané způsoby opravy vozovek nejsou pro všechny případy úplně optimální. Pro některé případy je vhodnější použít pro opravu tenkou cementobetonovou obrusnou vrstvu. Princip spočívá v tom, že se odstraní horní část poškozené vrstvy vozovky, ať už asfaltová nebo cementobetonová, a nahradí se novou cementobetonovou obrusnou vrstvou přibližně stejné nebo mírně větší tloušťky, extrémně 50 až 160 mm, běžně 100 až 150 mm. Zbývající vrstva původní konstrukce vozovky ať asfaltová, či betonová zůstává v původním provedení. Nová tenká cementobetonová obrusná vrstva se pak napeře na pravidelné rozdilované desky, aby se snížilo riziko vzniku smršťovacích trhlin.

40

Výhody tohoto řešení jsou, odstranění poruch původní obrusné vrstvy vozovky jako jsou vyjeté koleje, některé druhy trhlin, nevhodná textura povrchu, a jiné, zlepšení užitných vlastností původní asfaltové vozovky lepší odolností proti trvalým deformacím, snadná a rychlá aplikovatelnost, zachování původních konstrukčních vrstev a nivelety vozovky, a snížení doby omezení dopravy.

45

Nevýhody jsou, že je pojižděná vrstva s větším množstvím řezaných spár a oproti asfaltovým technologiím obtížnější řešení konstrukčních detailů a relativně složitější opravitelnost lokálních poruch během doby životnosti.

50

Tenké cementobetonové obrusné vrstvy pro opravy asfaltových nebo cementobetonových vozovek jsou ve světě známy jako „white-topping“, zkráceně WT. V České republice nebyla zatím tato technologie použita hlavně z důvodů, že návrh vozovkového souvrství je poměrně složitý a vyžaduje specifický výpočetní postup. Postupy podle stávajících předpisů TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací nejsou pro tuto skladbu vozovky použitelné, návrh receptury tenké vozovkové vrstvy vyžaduje zvláštní přístup s ohledem na specifické chování tenké

55

cementobetonové vrstvy a způsob provádění včetně detailů vyžaduje zvláštní opatření, aby funkce kompozitního souvrství fungovala podle předpokladů návrhu

5 Podstata technického řešení

Řešením je komplexní návrh tenké cementobetonové obrusné vrstvy pro opravy a/nebo zesílení konstrukcí vozovek tvořící v kombinaci se původní ponechanou asfaltovou nebo cementobetonovou vrstvou kompozit, podle tohoto technického řešení, jehož podstata spočívá zejména v tom, že tloušťka tenké cementobetonové obrusné vrstvy je v rozmezí 100 až 200 mm se vzdáleností řezaných spár 12 až 20násobek této tloušťky a tloušťka původní ponechané asfaltové nebo cementobetonové vrstvy je v rozmezí 70 až 120 mm. Betonová směs pro tenkou pojižděnou vrstvu nové vozovky sestává na 1 m³ z kameniva o objemu 0,610 až 0,660 m³, aktivní příměsi o objemu 0,015 až 0,050 m³, cementu o objemu 0,095 až 0,140 m³, plastifikační nebo superplastifikační přísady o hmotnosti 2,8 až 6,0 kg, provzdušňovací přísady o hmotnosti 0,25 až 0,80 kg, a vody o objemu 0,150 až 0,180 m³. Jako výhodné se jeví použití protismršťovací přísady o hmotnosti 3 až 12 kg.

Tloušťka tenké cementobetonové obrusné vrstvy, vzdálenosti řezaných spár a složení betonové směsi vyplývá z výpočtového modelu, který zohledňuje chování vozovkového souvrství jako kompozitu, provozní zatížení, stávající stav podkladních vrstev.

Technické řešení znamená vyřešit všechny tři níže uvedené fáze, které zajišťují úspěšné použití tohoto produktu při realizaci staveb.

1) Metodika a způsob výpočtu kompozitní vozovky a stanovení tlouštěk jednotlivých vrstev vozovkového souvrství a vzdálenost řezaných spár v závislosti na únosnosti stávajícího souvrství a typu zatížení a hustoty provozu

2) Návrh optimální receptury betonové směsi pro tenkou cementobetonovou obrusnou vrstvu

3) Pravidla pro realizaci kompozitní vozovky, tenké cementobetonové obrusné vrstvy, včetně návrhu dilatačních celků

Komplexní vyřešení všech těchto tří fází umožní průmyslové využití tohoto produktu pro opravy, případně zesílení stávajících vozovek novým ekonomickým a efektivním způsobem.

1) Metodika a způsob výpočtu využívá toho, že nová horní tenká cementobetonová obrusná vrstva je provedena tak, aby spolupůsobila se původní ponechaná spodní vrstvou (asfaltovou nebo cementobetonovou) a působila jako dvouvrstvý kompozit. K tomu je potřeba zjistit mechanicko-fyzikální vlastnosti všech podkladních vrstev diagnostickým průzkumem a nové tenké cementobetonové obrusné vrstvy laboratorními zkouškami. Pro návrh odpovídající tloušťky vozovky se vychází z teorie vícevrstvého systému podloží a následného návrhu cementobetonové desky na elastickém podkladu.

Základem tohoto návrhu je výpočet konstanty „k“ modulu podloží, tato konstanta závisí na modulu pružnosti jednotlivých vrstev a vlastní konstantě „k“ podkladní vrstvy podloží a poměru modulu pružnosti jednotlivých vrstev skladby vozovky. Pro výpočet se využívá vztahů odvozených pro jednotlivá umístění zatížení na ploše desky podle Westergaarda a jejich rozšíření podle Eisenmanna, Leykaufa. Pro stanovení hodnoty konstanty podloží „k“ je využito modelu vícevrstvého systému, vycházejícího z modulů pružnosti a tloušťky jednotlivých vrstev.

Tento model zohledňuje účinné spojení horní tenké cementobetonové obrusné vrstvy s dolní původní ponechanou asfaltobetonovou nebo cementobetonovou vrstvou a je stanovena

ekvivalentní tloušťka vrstvy „ h_{II} “ a následně vypočtena elastická délka „ l_{II} “. Tímto způsobem se následně stanoví optimální tloušťka horní tenké cementobetonové obrusné vrstvy.

5 Související vzdálenost řezaných spár (rozměr dilatačního pole) se odvodí od závislosti na celkové tloušťce vrstvy cementového betonu h_1 a asfaltu h_2 a pohybuje se v rozmezí 12 až 18násobku, výjimečně 20násobku tloušťky tenké horní cementobetonové vrstvy.

2) Pro tenkou cementobetonovou obrusnou vrstvu je nutné vyvinout vhodnou recepturu betonu s omezeným smršťováním a zpomalenou vývinem hydratačního tepla. Betonová směs se navrhuje
10 v souladu s technickými předpisy pro cementobetonové kryty, zejména ČSN 206+A1 a ČSN 736123-1. Vodní součinitel se doporučuje hodnotou max. 0,40, pevnostní třída betonu C 30/37 a pevnost v tahu ohybem minimálně 4,5 MPa. Smrštění do stáří 60 dnu maximálně 0,50 mm/m.

15 Pro vyztužení betonu se může navrhnout rozptýlená výztuž polymerními nebo skleněnými vlákny (ocelová vlákna není vhodné používat). V tomto případě je potřeba přiměřeně prodloužit dobu míchání, aby se vlákna v betonové směsi rovnoměrně rozptýlila. Při použití vláken je potřeba také zkontrolovat prostorové rozložení vzduchových pórů. Vlákna zhoršují zpracovatelnost, a proto je potřeba upravit dávkování vody a superplastifikačních přísad.

20 V případech, kdy se rozměry desek blíží nebo dokonce přesahují limitní hodnoty, je vhodné doplnit přísady snižující smršťování betonu nebo využít jiných typů cementů či kombinace portlandských cementů s vybranými aktivními příměsemi. Dále smršťování omezit vhodným technologickým opatřením (vlhčení betonu, typ cementu, užití aktivních příměsí atd.) a betonáží za vhodných
25 klimatických podmínek. Možné je také použití polymerních přísad zvyšujících duktilitu betonu. V těchto případech je potřeba na zkušebním úseku ověřit zpracovatelnost v čase, tixotropii, rychlost nárůstu pevnosti apod.

Maximální zrna kameniva musí být menší než 1/3 tloušťky vrstvy WT. Při použití technologie
30 s obnaženým kamenivem je potřeba použít drcené kamenivo frakce 4 až 8 mm dle ČSN 736123-1. Obecné principy návrhu receptury betonu spočívají v dodržení požadavků na cementobetonové kryty CB I, včetně odolnosti proti působení mrazu a chemických rozmrazovacích látek a obrusuvzdornosti. Zvýšený požadavek je na redukci objemových změn a zajištění přídržnosti k podkladní vrstvě. Snížení smrštění pod hodnotu 0,50 mm/m souvisí i se snížením vývoje
35 hydratačních teplot tak, aby teplota při betonáži v jádru vrstvy WT nepřekročila 45 °C. Maximální zrna kameniva se odvíjí od finální textury povrchu vozovky a může se pohybovat v rozmezí od 8 do 22 mm. V pojivové složce je nutné využívat aktivní příměsi do betonu typu II, účinné superplastifikační přísady a přísady redukující smrštění betonu. Příklady vhodných receptur betonu jsou uvedeny v kapitole Popis příkladného uskutečnění.

40 3) Aby byly zajištěny parametry realizované tenké vrstvy vozovky je potřeba zajistit základní technologická opatření, a to že by minimální tloušťka podkladní původní ponechané asfaltové nebo cementobetonové vrstvy měla být aspoň 70 až 90 mm, podle technického stavu určeného diagnostikou, aby bylo možné na ní provozovat staveništní dopravu a pojezd finišeru pro novu
45 pokládku WT a aby mohla staticky spolupůsobit s vrstvou WT. Pokud je potřeba upravit sklonové poměry nové vozovky, je nutné dodržet výše uvedené tloušťky v nejnižších místech. V případě výskytu hlubokých vyjetých kolejí, je potřeba diagnostikou prověřit, zda je dostatečná únosnost podkladních vrstev, případně prověřit stav drenážního systému, který může být příčinou zhoršených vlastností podkladních vrstev.

50 Vzdálenosti spár, resp. největší rozměr tenké cementobetonové obrusné desky WT by neměl přesáhnout 12 až 18, výjimečně 20násobek tloušťky desky WT. Pro běžné betony používané pro cementobetonové kryty se doporučuje spíše dolní hranice rozměrů desek, horní hranice je pro betony s vlákny, příp. s přísadami omezujícími smršťování. Optimální je čtvercový tvar desek WT,
55 poměr stran by neměl přesáhnout 1:1,25, výjimečně 1:1,5. Úhel mezi sousedními stranami desky

by neměl být menší než 60°. Spáry by se měly umístit do míst lomu sklonu povrchu vozovky – běžné finišery pro pokládku cementobetonových krytů neumožňují zalomení formy. Spáry by se neměly umísťovat do jízdní stopy kol nebo v jejich těsné blízkosti.

- 5 Vyztužení spár kluznými trny se v běžných případech nepředepisuje. Předpokládá se jen malé otevření řezaných spár, takže přenos zatížení mezi jednotlivými deskami se uskuteční „zaklíněním“ v doprasknuté spáře, která je řezaná jen na část tloušťky desky. Kluzné trny se navrhuji pouze tam, kde není možné se vyhnout umístění spár poblíž jízdní stopy kol nebo kde jsou podélné spáry trvale šikmo přejížděny těžkými nákladními vozidly či autobusy.

10

Spárořez je vhodné navrhnout s ohledem na modulové šířky formy finišerů, které se většinou vyrábí v modulech 250 mm. Spáry v napojení na stávající cementobetonovou vozovku a spáry u obrub a odvodňovačů by měly být řešeny jako prostorové s pružnou vložkou. U napojení na asfaltovou vozovku se provede zesílení cementobetonové vrstvy na celou tloušťku vozovky (tedy

15

až na podkladní vrstvu), obdobně jako u standardního cementobetonového krytu.

Tam, kde vozovka přiléhá k nepravidelným nebo šikmým okrajům, je potřeba tvary desek navrhnout tak, aby splňovaly uvedená kritéria.

- 20 Kompozitní kryt vozovek tvořený tenkou cementobetonovou obrusnou vrstvou a původní ponechanou asfaltovou nebo cementobetonovou vrstvou pro opravy vozovek podle technického řešení tak představuje udržitelné a nákladově efektivní řešení pro lepší správu vozovek včetně obnovy povrchu a rekonstrukce. Mimo to přispívá k udržitelnějším stavebním postupům a produktům tím, že zachovává a zároveň rozšiřuje provozuschopnost vozovek mnoho let po jejich

25

původně navržené životnosti.

Příklady uskutečnění technického řešení

- 30 Kompozitní kryt vozovek tvořený tenkou cementobetonovou obrusnou vrstvou a původní ponechanou asfaltovou nebo cementobetonovou vrstvou podle popisu technického řešení představuje cementobetonové kryty, které na rozdíl od pravidel pro výstavbu běžných dopravních ploch s cementobetonovým krytem, mají menší tloušťku vrstvy a pokládají se na již původní ponechaný podklad z asfaltu nebo cementového betonu. Tloušťku vrstvy lze realizovat v tenčím

35

provedení, kdy je výsledná tloušťka vozovky stejná jako původní nebo v silnějším provedení, kdy je výsledná tloušťka vozovky větší než původní vozovka, čímž lze dosáhnout i zesílení vozovky pro vyšší dopravní zatížení.

- 40 Kompozitní kryt vozovek tvořený tenkou cementobetonovou obrusnou vrstvou a původní ponechanou asfaltovou nebo cementobetonovou vrstvou je efektivní ekonomickou a ekologickou metodou pro prodloužení životnosti vozovek. V principu se jedná o odstranění poškozené vrstvy stávající vozovky a její náhradu tenkou cementobetonovou obrusnou vrstvou vozovky. V případě, kde je možné zvýšit niveletu nové vozovky, je možné novou tenkou cementobetonovou obrusnou vrstvu provést silnější, než je odstraněná vrstva stávající vozovky, případně realizovat WT přímo

45

na stávající vozovku jen s lehkým odfrézováním a srovnáním povrchu (např. horních vln vyjetých kolejí).

V tabulce 1 je uvedeno dávkování typické receptury betonu pro standardní cementobetonové kryty.

Tabulka 1

složka betonu – horní vrstva cementobetonového krytu	rozpětí dávkování na 1 m ³ betonu	typické dávkování na 1 m ³ betonu
přírodní kamenivo frakce 0/2 mm	0,175 až 0,200 m ³	0,188 m ³
přírodní kamenivo frakce 4/8 mm	0,400 až 0,475 m ³	0,810 m ³
cement CEM I 42,5 R sc	0,110 až 0,125 m ³	0,117 m ³
plastifikační přísada	2,5 až 3,5 kg	3,0 kg
provzdušňovací přísada (koncentrovaná)	0,15 až 0,35 kg	0,2 kg
voda	0,150 až 0,190 m ³	0,168 m ³

- 5 V tabulce 2 jsou uvedeny příklady receptury betonu pro tenké cementobetonové obrusné vrstvy pro opravy vozovek s maximální velikostí zrna 16 mm.

Tabulka 2

složka betonu	rozpětí dávkování na 1 m ³ betonu	typické dávkování na 1 m ³ betonu
přírodní kamenivo frakce 0/4 mm	0,210 až 0,300 m ³	0,237 m ³
přírodní kamenivo frakce 4/8 mm	0,085 až 0,130 m ³	0,102 m ³
Přírodní kamenivo frakce 8/16 mm	0,275 až 0,330 m ³	0,292 m ³
cement CEM I 42,5 R sc	0,095 až 0,115 m ³	0,106 m ³
Aktivní příměs	0,015 až 0,050 m ³	0,030 m ³
Superplastifikační přísada	2,80 až 6,0 kg	3,5 kg
Protismršťovací přísada	3 až 12 kg	5,5 kg
provzdušňovací přísada	0,25 až 0,80 kg	0,25 kg
voda	0,150 až 0,180 m ³	0,170 m ³

- 10 V tabulce 3 je uveden příklad receptury betonu pro tenké cementobetonové obrusné vrstvy pro opravy vozovek s maximální velikostí zrna 8 mm.

Tabulka 3

složka betonu	rozpětí dávkování na 1 m ³ betonu	typické dávkování na 1 m ³ betonu
přírodní kamenivo frakce 0/4 mm	0,175 až 0,220 m ³	0,194 m ³
přírodní kamenivo frakce 4/8 mm	0,385 až 0,495 m ³	0,438 m ³
cement CEM I 42,5 R sc	0,095 až 0,115 m ³	0,106 m ³
Aktivní příměs	0,015 až 0,050 m ³	0,030 m ³
Superplastifikační přísada	2,80 až 6,0 kg	3,5 kg
Protismršťovací přísada	3 až 12 kg	5,5 kg
provzdušňovací přísada	0,25 až 0,80 kg	0,25 kg
voda	0,150 až 0,180 m ³	0,170 m ³

Průmyslová využitelnost

- 5 Kompozitní kryt vozovek tvořený tenkou cementobetonovou ohrusnou vrstvou a původní ponechanou asfaltovou nebo cementobetonovou vrstvou pro opravy vozovek podle popisu technického řešení je obecně využitelná pro opravy všech typů vozovek asfaltových i cementobetonových. Výhodná je zejména pro vozovky a plochy s vysokým zatížením těžkými nákladními vozidly, a zvláště pro prostory se stáním těžkých nákladních vozidel nebo pomalým pojezdem. Principiálně tam, kde hrozí trvalé plastické deformace asfaltových vrstev, tzv. vyjíždění kolejí.
- 10

NÁROKY NA OCHRANU

- 5 1. Kompozitní kryt vozovky, tvořený tenkou cementobetonovou ohrusnou vrstvou a původní, ponechanou asfaltovou nebo cementobetonovou vrstvou, pro opravy a/nebo zesílení vozovky, **vyznačující se tím**, že tloušťka tenké cementobetonové ohrusné vrstvy je v rozmezí 100 až 200 mm, se vzdáleností řezaných spár odpovídající dvanácti až dvacetinásobku této tloušťky, a tloušťka stávající asfaltové vrstvy je v rozmezí 70 až 120 mm.
- 10 2. Kompozitní kryt vozovky podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že tenká cementobetonová ohrusná vrstva je vyrobena z betonové směsi, která sestává na 1 m³ zhuštěného betonu z kameniva o objemu 0,610 až 0,660 m³, aktivní příměsi o objemu 0,015 až 0,050 m³, cementu o objemu 0,095 až 0,140 m³, plastifikační nebo superplastifikační přísady o hmotnosti 2,8 až 6,0 kg, provzdušňovací přísady o hmotnosti 0,25 až 0,80 kg a vody o objemu 0,150 až 0,180 m³.
- 15 3. Kompozitní kryt vozovky podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že betonová směs je doplněna o protismršťovací přísadu o hmotnosti 3 až 12 kg na 1 m³ zhuštěného betonu.