



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNOLOGIE STAVEBNÍCH HMOT A DÍLCŮ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF TECHNOLOGY OF BUILDING MATERIALS AND COMPONENTS

MECHANICKÁ A CHEMICKÁ POVRCHOVÁ ODOLNOST POLYMERNÍCH MATERIÁLŮ, ZKOUŠENÍ A MOŽNOSTI ZLEPŠENÍ JEJICH VLASTNOSTÍ

MECHANICAL AND CHEMICAL SURFACE ENDURANCE OF POLYMERS MATERIALS, TESTING AND
POSSIBILITIES FRO IMPROVEMENTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ŠTĚPÁN VANÍČEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. VÍT PETRÁNEK, Ph.D.

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607R020 Stavebně materiálové inženýrství
Pracoviště	Ústav technologie stavebních hmot a dílců

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Štěpán Vaníček
Název	Mechanická a chemická povrchová odolnost polymerních materiálů, zkoušení a možnosti zlepšení jejich vlastností
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Vít Petránek, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2012
Datum odevzdání bakalářské práce	24. 5. 2013
V Brně dne 30. 11. 2012	

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Odpovídající normy ČSN

Drochytka R. Dohnálek J. Bydžovský, Pumpr V.: Technické podmínky pro sanace betonových konstrukcí II.

Firemní literatura firem Lena Chemical s.r.o. a Morfico s.r.o., STO s.r.o.

Bareš, R. Příčiny poruch polymerbetonových podlahovin

Drochytka, R. Plastické látky ve stavebnictví. CERM, 1998

<http://www.google.research.cz>

<http://www.science.direct.com>

<http://www.knovel.com>

Zásady pro vypracování

Práce se bude zabývat mechanickou a chemickou povrchovou odolností polymerních materiálů používaných pro interierové i exteriérové podlahy. Bakalář zahrne do práce stručný úvod do polymerních materiálů používaných pro podlahy a zhodnotí dostupné informace o minimálních požadavcích na jejich povrchovou odolnost. Bakalář provede porovnání různých druhů materiálů - rozpouštědlové, bezrozpouštědlové, vodouředitelné a dále různé kombinace složení podlahových systémů (penetrace, stěrka, nátěr). Na závěr bakalář uvede teoretické možnosti pro případné zlepšení povrchové odolnosti materiálů. Práce by měla být zpracována v rozsahu kolem 40 stran.

Předepsané přílohy

.....
Ing. Vít Petránek, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt:

Mechanická a chemická odolnost vícevrstevných polymerních podlah jsou nejdůležitějšími klasifikačními vlastnostmi při hodnocení povrchu a jejich struktury. Zmíněna jsou organická pojiva, kterých se používá pro realizaci matrice. Dále pojednání o způsobu získávání plniv tvořících nosnou složku. Vytvořen byl přehled zkoušených stěžejních mechanických a chemických charakteristik podle platných norem. Teoretickou část uzavírá úvaha nad možnostmi zlepšení povrchové odolnosti syntetických podlah. Praktická část byla orientována na zkoušení pevnosti, odolnosti v rázu a adhezi k podkladní vrstvě. Závěrem je celkové zhodnocení výsledků zkoušek v návaznosti na teoretickou část.

Klíčová slova:

Mechanická odolnost, chemická odolnost, struktura vícevrstevných polymerních systémů, polymerní materiály, plniva, zkoušení povrchové odolnosti, zlepšení vlastností povrchové odolnosti

Abstract:

Mechanical and chemical resistant multilayer polymeric floors are the most important characteristics of classification in the evaluation of surface and texture. Mentioned as organic binders which are used for the realization of the matrix. Further discussion on how to get fillers forming the supporting folder. Created a summary of the key test of mechanical and chemical characteristics according to current standards. The theoretical part is concluded with a reflection on the possibilities of improving the surface resistance of synthetic floors. The practical part was focused on testing the strength, resistance to impact and adhesion to the base layer. Finally, the overall evaluation of the test results in accordance with the theoretical part.

Keywords:

Mechanical resistance, chemical resistance, multi-layer structure of polymer systems, polymer materials, fillers, testing surface resistance, improve surface properties of resistance

Bibliografická citace VŠKP

VANÍČEK, Štěpán. *Mechanická a chemická povrchová odolnost polymerních materiálů, zkoušení a možnosti zlepšení jejich vlastností*. Brno, 2013. 70 s., Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technologie stavebních hmot a dílců. Vedoucí práce Ing. Vít Petránek, Ph.D..

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 23.5.2013

.....
podpis autora
Štěpán Vaníček

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Vítu Petránkovi, Ph.D. za odborné rady a informace ke zpracování práce. Rovněž děkuji Ing. Janě Kosíkové za pomoc v praktické i teoretické části práce.

V Brně dne 23.5.2013

.....
Štěpán Vaníček

OBSAH

A ÚVOD	3
B CÍL.....	4
C TEORETICKÁ ČÁST	5
1 Složení podlahových systémů a jejich funkce	6
1.1 Penetrace	6
1.2 Podlahová stěrka	6
1.3 Povrchový nátěr	7
2 Polymerní materiály používané jako pojiva pro technologie povrchové úpravy	8
2.1 Polyuretany.....	8
2.1.1 Polyuretanové licí pryskyřice	8
2.2 Metakrylátové pryskyřice	8
2.3 Chlorkaučuk	9
2.4 Epoxidové pryskyřice	9
2.4.1 Rozpouštědlové	10
2.4.2 Bezrozpouštědlové	10
2.4.3 Vodou ředitelné	11
3 Plniva	12
3.1 Přírodní plniva	12
3.1.1 Křemičitý písek.....	12
3.1.2 Baryt.....	13
3.1.3 Vápenec.....	13
3.2 Průmyslově vyráběná	14
3.2.1 Skelné vločky	14
3.3 Recyklované materiály a druhotné materiály z průmyslových odpadů.....	15
3.3.1 Polyuretany	15
3.3.2 Odpad z výroby balotiny	16
3.3.3 Autosklo	16
3.3.4 Obalové sklo	17
3.3.5 Zářivkové sklo	18
3.3.6 Sklo z obrazovky CRT	19
3.3.7 Fotovoltanické panely	19
3.3.8 Struska	19
3.3.7 Popílek	20
4 Příměsi a přísady	20
4.1 Pigmenty	20
4.1.1 Anorganické pigmenty	20
4.1.2 Organické pigmenty	21
4.2 Aditiva	21
4.2.1 Změkčovadla.....	21
4.2.2 Stabilizátory.....	22
5 Zkoušky povrchové odolnosti polymerních podlahových systémů.....	24

5.1 Zkouška Schopnosti přemostování trhlin	24
5.1.1 Parametry ovlivňující schopnost přemostit trhlinu	26
5.2 Obrusnost	26
5.3 Vodotěsnost	27
5.4 Mrazuvzdornost.....	28
5.5 Chemická odolnost	30
5.6 Soudržnost a přilnavost k podkladu	31
5.7 Tvrdost povrchu	34
5.8 Požární odolnost	35
5.8.1 Šíření plamene po povrchu	35
5.8.2 Hořlavé kapaliny-třída nebezpečnosti.....	36
5.8.3 Požární klasifikace	37
5.9 Odolnost vůči UV záření	39
5.10 Teplotní odolnost	39
5.11 Pevnost	40
5.12 Oděruvzdornost.....	41
5.13 Skluznost povrchu	42
6 Příklady častých pochybení při aplikaci podlahy.....	44
7 Teoretické zlepšení povrchové odolnosti	45
7.1 Mechanická odolnost.....	45
7.1.1 QS Systém	45
7.1.2 Tloušťka vrstvy	46
7.2 Chemická odolnost	46
7.2.1 Vhodně zvolené plnivo.....	46
7.3 Estetické požadavky	47
7.3.1 Použití vodou ředitelných hmot.....	47
D Praktická část	48
8 Použité vstupní suroviny.....	48
8.1 Lena Chemical P 102.....	48
8.2 Lena Chemical P 128.....	49
8.3 Plniva.....	50
9 Provádění zkoušky.....	51
9.1 Zkouška soudržnosti s podkladem	51
9.2 Zkouška rázové odolnosti	58
9.3 Zkouška pevnosti tahu za ohybu a pevnosti v tlaku	60
9.4 Diskuze k výsledkům praktické části	64
E Závěr	66
Zdroje:.....	67
10 Seznam obrázků.....	69
11 Seznam grafů.....	69
12 Seznam tabulek	70

A ÚVOD

Řešení povrchové úpravy betonové plochy mohou být velice rozmanitá, jako vhodná volba se nabízí využití polymerních hmot. Tyto moderní materiály, aplikované ve formě nátěru na betonový povrch, nazýváme polymerní podlahou.

Využití polymerních podlah má ve stavebnictví vysoké uplatnění z důvodu poměrně snadné realizace, příznivých vlastností a v neposlední řadě funguje jako primární ochrana betonu. Oblíbené jsou zejména pro vysokou odolnost vůči mechanickému zatížení a solidní chemické odolnosti. Z těchto základních charakteristik vyplývá, že podlahy můžeme bez obav provádět v průmyslových a provozních oblastech, jako jsou automobilní a chemické závody či garáže. Ovšem odolnost proti mechanickým a chemickým vlivům není jediná přednost polymerních podlah. Kvalitním provedením u nich lze docílit rovného a lesklého povrchu. Podlahy se probarvují různými odstíny barevných pigmentů. Získáním vizuálních vlastností se naskýtají další možnosti využití například v administrativních prostorách, školách nebo restauracích.

Všeobecně platí, že polymerní podlahy jsou bezpečné, snadno čistitelné, nenasákavé a hygienicky nezávadné.

B CÍL

Bakalářská práce je zaměřena na podlahy na bázi polymerních materiálů. Práce se věnuje mechanické a chemické odolnosti vytvrzených povrchů z těchto hmot. Zmíněny jsou polymerní materiály a druhy plniv, ze kterých se podlahové systémy skládají. Na tyto povrchy jsou kladeny požadavky v závislosti na prostředí nebo provozu, kterému jsou vystaveny. Těmto požadavkům musí odolávat a to bez omezení jejich funkčnosti. Bezproblémová funkčnost se prokazuje prováděním zkoušek, které mají představovat možnosti skutečných mechanických, nebo chemických zatížení. V návaznosti s tímto jsou popsány zkoušky prováděné podle evropských a českých norem. Na základě získaných informací uvážit možnosti zlepšení vlastností polymerních systémů.

C TEORETICKÁ ČÁST

Polymerní materiály mají ve stavebnictví široké využití. Jedním z nich jsou ochranné povrchové úpravy betonových konstrukcí. Zde jsou polymerní materiály nejčastěji využívány jako podlahová souvrství a běžné i speciální nátěry (např. chemicky odolné). Tyto materiály plní na konstrukci funkci provozní, ochrannou a také estetickou. V první kapitole teoretické části mé práce se zabývám jednotlivými vrstvami systému podlahy, který se nejčastěji skládá z penetrace, stěrky a finálního nátěru. Následně stručně popisují materiály vhodné pro výrobu polymerních podlah. Tyto materiály jsou složeny ze směsí polymerních pojiv na bázi epoxidových pryskyřic, polyuretanů nebo metylmetakrylátů, společně s aditivami, která slouží k úpravě jejich vlastností. V další části se věnuji plnivům, která tvoří nosnou složku výsledného povrchu. Patří sem plniva přírodní, uměle vyráběná a plniva z recyklovaných materiálů či průmyslových odpadů.

Polymerní podlahy se pro svou mechanickou a chemickou odolnost v dnešní době ve velké míře využívají do potravinářského nebo automobilového průmyslu, uplatnění nachází rovněž v podzemních i nadzemních garážích. Dalším bodem mé práce je popis normových zkoušek týkající se zejména mechanické a chemické odolnosti polymerních podlah. Závěr teoretické části byl věnován možnosti zlepšení vlastností vytvrzených povrchů podlah.

1 Složení podlahových systémů a jejich funkce

Podlahový systém se skládá z jednotlivých vrstev, z nichž každá plní svoji specifickou funkci a tím zaručují dostatečnou soudržnost podlahy s podkladem, její odolnost vůči vlivům zatížení a v neposlední řadě trvalý neměnný vzhled povrchu.

1.1 Penetrace

Penetrační nátěr slouží pro zvýšení soudržnosti s podkladem a vytváří vaznou vrstvu pro savé povrchy, jakým je například beton. Tyto hmoty mohou být například na bázi bezrozpouštědlových epoxidových pryskyřic, které se pro zvýšení přilnavosti další vrstvy mohou posypat čistým křemičitým pískem jemné frakce. Penetrační hmotu, lze rovněž plnit pískem a to maximálně do 10-ti hmotnostních % (aby nedošlo k prokreslení zrn písku na uzavírací nátěr). Dokonalá adheze penetrace a betonu je zaručena proniknutím penetrace do pórů betonu a jejím zakotvením v pórech. Aplikace penetrace se provádí na perfektně očištěný a upravený povrch (např. broušením, tryskáním) a je nezbytné, aby zbytková vlhkost betonu byla maximálně 4 %. Minimální přilnavost penetrace k podkladu se běžně pohybuje okolo 3 MPa. Pevnost v tlaku penetrace by měla být nejméně stejná jako pevnost betonu, jedině tak může být maximálně využita.

1.2 Podlahová stěrka

Stěrka může tvořit finální nášlapnou vrstvu podlahy (pokud není opatřena pečeticím nátěrem) a právě na ní jsou kladeny požadavky mechanické a chemické odolnosti nebo požadavky estetického charakteru. Stěrka se aplikuje v různých vrstvách, rozhodující faktor ohledně tloušťky vrstvy je předpokládané budoucí zatížení - čím bude zatížení větší, tím větší je tloušťka stěrky. Probarvovací pigment se přidává například ve formě pasty, povrch podlahy musí vykazovat stálý lesk. Nevýhodou lesklého povrchu jsou dobře viditelné stopy po oděru. V provozu, kde může dojít k tomuto typu namáhání je lepší matný povrch.

Možnost dalšího provedení je polymerní pojivo s využitím předem probarveného křemičitého písku práškovým pigmentem. Důležité je, aby se stěrka nanášela na povrch prostý nečistot, kdy by mohly nečistoty porušit adhezi k penetraci. Pevnost v tlaku stěrky musí být nejméně stejná jako pevnost v tlaku betonu, aby byla maximálně využita. Pokud se provádí na stěrku povrchová finální úprava, musí tato vykazovat dostatečnou mechanickou i chemickou odolnost.

1.3 Povrchový nátěr

Povrchový nátěr je finální úprava, od které je očekávána chemická i mechanická odolnost a architektonické vlastnosti. Nátěr je kapalina na polymerní bázi pigmentovaná nebo transparentní, která může být vhodná pro interiérové i exteriérové použití. U exteriérového použití musí nátěr splňovat odolnost vůči vnějším vlivům, především proti UV záření, které na povrch podlahy dopadá prostřednictvím slunečního záření. Pro interiérové i exteriérové aplikace musí vždy platit minimální požadavek na přilnavost a to 1,5 MPa. Potřebné tloušťky nátěru se dosáhne jeho vrstvením, přičemž adheze mezi vrstvami se dosáhne přebroušením té poslední nebo prosypáním velmi jemnou frakcí písku. Nátěr se nanáší stříkáním nebo válečkem na povrch zbavený veškerých nečistot, které by mohly narušit adhezi mezi nátěrem a podkladem.

[9]



Obr. 1: Struktura polymerní podlahy [36]

2 Polymerní materiály používané jako pojiva pro technologie povrchové úpravy

Použitím vhodného pojiva do podlah na bázi polymerů docílíme spolu s plnivovou složkou kompaktního systému, který se po vytvrzení vyznačuje vysokou povrchovou odolností, přídržností k podkladu a vyhovuje i nej přísnějším estetickým požadavkům. Tyto vlastnosti nahrávají jeho širokému využití například v průmyslovém provozu, podzemních i nadzemních garážích nebo administrativních prostorách.

2.1 Polyuretany

Vytvrzování PUR probíhá polyadicí, což je výhodné (neodštěpuje se voda). Při polyadici vzniká reakce mezi diizokyanátem a dvouvazným alkoholem. Polyadicí vzniklé produkty jsou materiály s výbornou adhezí a dobrou chemickou odolností. Na bázi polyuretanů se vytváří kvalitní nátěry a lepidla.

2.1.1 Polyuretanové licí pryskyřice

U licí pryskyřice je nepřipustné i stopové množství vody v bezrozpouštědlových kapalných složkách, již při 0,1 % vody v polyové složce se uvolňuje velké množství CO_2 , které způsobí napěnění na dvojnásobný objem (toto je vhodné při výrobě PUR pěny). Z tohoto důvodu je nutné používat látky schopné vázat vodu. Většinou se využívá zeolitů, které mají vysokou afinitu k vodě. Zeolity jsou schopny odstranit vodu z reakční směsi a tím zajistit nerušenou vytvrzující reakci. Polyuretanové licí pryskyřice jsou dvousložkové. Isokyanátová složka je surový diisokyanatodifenylmethan, jež lze pro nízký tlak par používat i v otevřeném prostředí. Pojivová složka určuje zda bude povrch tvrdý nebo měkký. Tyto směsi lze dobře plnit všemi plnivy a uplatňují se při zhotovování podlahovin. [1]

2.2 Metakrylátové pryskyřice

Methylmetakrylát je reaktivní pryskyřice, která se vyrábí polymerizací akrylové a metakrylové kyseliny esteru. Methylmetakrylátová pryskyřice je velmi

rychle tuhnoucí materiál, obvykle tuhne méně než jednu hodinu. [2] Další vlastnosti vzniklého polymermetakrylátu jsou vynikající transparentnost (průhlednost) a bezbarvost i v poměrně tlustých vrstvách. Dobře se barví a je velice odolný proti povětrnostním vlivům. U mechanických vlastností se vyznačuje dobrou odolností vůči nárazu, avšak nižší tvrdostí.[3]

2.3 Chlorkaučuk

Jako výchozí surovina pro výrobu chlorkaučuku se používá syntetický polyisopren. Chlorace se provádí ve smaltovém reaktoru a během ní odpadá chlorovodík a nadbytečný chlor a rozpuštěný chlorovodík se odstraní zahříváním. Dále chlorkaučuk obsahuje slabě vázaný chlor, který se odstraní promýváním vodným roztokem uhličitanu sodného. Výsledný chlorkaučuk se pak získá odpařením rozpouštědla za sníženého tlaku. Do chlorkaučuku se pro dosažení konečné stability přidávají stabilizátory, například stearany (mleziva). Stearany nebo kyselina stearanová, která působí jako účinný emulgátor, jež vytvoří stejnorodou stabilní směs.[4] Tento materiál je známý jako chlorkaučukový podlahový nátěr s vysokou chemickou odolností (proti kyselinám, louhům). Uplatnění nachází třeba v chovatelských stanicích.

2.4 Epoxidové pryskyřice

Epoxidové pryskyřice jsou za normální teploty kapalné až pevné látky. Patří mezi velmi hodnotné termosety (reaktoplasty) s velice dobrými mechanickými vlastnostmi, vysokou rozměrovou stálostí a přilnavostí k podkladu. Epoxidové systémy se skládají ze vzájemně reagujících molekul pryskyřice a tvrdidla. Epoxidové pryskyřice se musí s tvrdidlem mísit v přesném stechiometrickém poměru, jak tvrdidla, tak i pryskyřice jsou totiž nejrůznějšími chemickými sloučeninami. Nejdůležitějšími pryskyřicemi jsou bisfenol A a novolakové pryskyřice. Nepodléhají velkému smrštění, pouze 2-5%, jež vzniká převážně v kapalně fázi. Další charakteristickou vlastností epoxidových pryskyřic je chemická odolnost, jež je závislá na druhu tvrdidla (aminy-odolné proti alkáliím, anhydrity-proti kyselinám). [5] Epoxidové pryskyřice se využívají jako nátěrové hmoty lepidla a tmely.

2.4.1 Rozpouštědlové

Film vzniká chemickou reakcí po smísení dvou roztoků reaktivních látek krátce před použitím, spolu s odpařením rozpouštědla. [6] Rozpouštědlo má funkci snížit viskozitu materiálu. Až 50 % odpar z materiálu nejčastěji ve formě xylenu nebo butylacetátu je bohužel podmínkou polymerace podlahového materiálu a je nutné intenzivní větrání v prostorech aplikace nátěru. Jejich výhodou je nízká cena a výrazně tak zmírňují pořizovací náklady. [20]

Výsledné filmy, z epoxidových nátěrových hmot obsahující organická rozpouštědla se vyznačují velice dobrými mechanickými vlastnostmi. Z těch nejvýznamnějších je to tažnost, odolnost proti rázu a elasticita. [7]

Průmysl výroby těchto nátěrových hmot a procesy jejich zpracování se podílí na znečišťování ovzduší exhalacemi rozpouštědel. Snahou je zamezení těchto exhalací a zaměření se na výrobu nátěrových hmot s nízkým obsahem organických rozpouštědel nebo úplně bez nich (vodou ředitelné, bezrozpouštědlové). [8]

2.4.2 Bezrozpouštědlové

Z bezrozpouštědlových podlahových hmot se při jejich aplikaci nic neodpařuje, a pokud ano tak pouze v mírném množství, neboť se k úpravě viskozity hmoty používají speciální ředidla. [20] Celá jejich hmota zůstává zachována ve filmu. Nátěrové hmoty jsou vytvrzované radiačním zářením, které způsobuje schnutí materiálů. U epoxidových pryskyřic s aminovými tvrdidly (aminy jsou dusíkaté deriváty uhlovodíků a snadno reagují) dochází adiční reakci (z jedné dvojné vazby vznikají dvě jednoduché a na násobnou vazbu jedné molekuly se aduje molekula druhá), což má za následek nepórovité jednovrstvé povlaky. Výhoda adiční reakce spočívá v tom, že se při ní neodštěpují těkavé reakční zplodiny. Tvrdidla na aminové bázi (schopnost z kyselin odštěpovat proton, tzn. chová se jako báze) ovlivňují vlastnosti filmů a zpracovatelnost směsi. U přidávání plniv je nutno brát v úvahu alkalickou reakci tvrdidel. [7]

Doba zpracování bezrozpouštědlových systémů závisí na typu použitého tvrdidla, zpravidla to bývá v rozmezí od několika minut do několika hodin.

Bezrozpouštědlové systémy lze nanášet stěrkou, štětcem nebo stříkáním. Vícevrstvé nátěry se nanášejí po 24 hodinách a mechanicky namáhat je lze rovněž po jednom dnu. Bezrozpouštědlové nátěrové hmoty se vyznačují vysokou chemickou odolností a odolností vůči chemicky agresivnímu prostředí z těchto důvodů nachází svoje uplatnění jako povrchová úprava betonových ploch například v potravinářských závodech. [7]

2.4.3 Vodou ředitelné

Technologie systému vodou ředitelných epoxidových pryskyřic se vyznačuje zejména ohleduplností vůči životnímu prostředí. [15]

Ředitelnost epoxidových pryskyřic vodou lze dosáhnout buď solubilizací nebo emulgací. Solubilizace se dosáhne chemickou modifikací - tyto produkty se pak označují jako vodorozpustné pryskyřice. Jako ve vodě rozpustné pryskyřice jsou označena pojiva vyskytující se ve formě polyelektrolytů. Charakteru polyelektrolytů se dosáhne vnesením kyselých karboxylových nebo bazických dusíkových skupin do molekuly epoxidové pryskyřice, které neutralizací vytvoří soli, umožňující rozpustnost ve vodě. Druhá skupina vodou ředitelných epoxidových pryskyřic je dispergována pomocí emulgátorů ve vodě a označují se jako emulze. Tyto nepolární a hydrofobní makromolekuly jsou ve vodě rozptýleny jako diskrétní fáze ve formě jemných kapek nebo částic. [6]

Vodou ředitelné pryskyřičné hmoty lze snadno plnit různými plnivými, jejich výhodou je že po smísení složek A a B jsou neomezeně ředitelné vodou (není možno ředit vodou nejprve složku A a pak přidat složku B, v tomto případě hmota vůbec nevytverdne). Nanášejí se jak tenkovrstvé, tak v silnějších vrstvách, pro možnost aplikace v provozu s vysokým mechanickým zatížením. [20]

Porovnání vlastností jednotlivých epoxidových systémů:

Velká nevýhoda rozpouštědlových epoxidových pryskyřic, oproti vodou ředitelným a bezrozpouštědlovým, je v odpařování rozpouštědla do ovzduší, které se jeví velice neekologicky a dnes je jejich používání v systémech podlah značně omezeno. Bezrozpouštědlové hmoty mají odpary z rozpouštědel nepatrné, jejich struktura je nepórovitá, nicméně při aplikaci na vlhký povrch (vlhkost vyšší než 4 %) bývají problémy s jejich přilnavostí a je nutné použít

penetraci na vlhký povrch. Vodou ředitelné pryskyřice vytvářejí strukturu s drobnými póry a jejich přilnavost k vlhkému povrchu je lepší než u bezrozpouštědlových nátěrů, rovněž vykazují minimální odpařování těkavých rozpouštědel VOC (volatile organic compounds). [20]

3 Plniva

V úpravě betonových povrchů na bázi polymerních pojiv má primární vliv na výsledné vlastnosti této úpravy typ použitého plniva, který tvoří její nosnou část. Plnivo je složka, která ve struktuře podlahy zaručuje odolnosti vůči mechanickým zatížením. Principiálně lze plniva rozdělit do třech základních skupin přírodní, průmyslově vyráběná a získávaná jako odpadní nebo recyklované suroviny.

3.1 Přírodní plniva

Přírodní plniva, která se používají do polymerních podlah jsou na anorganické bázi a různě se upravují (drcení, mletí, propírání, atp.). V dnešní době přírodních plniv stále ubývá a hrozí jejich plné vyčerpání, zároveň rostou jejich ceny.

3.1.1 Křemičitý písek

Nejpoužívanější plniva pro aplikaci polymerních podlah jsou přírodní křemičité písky, které se těží a následně suší. Mají přibližně kulatý tvar zrna a jsou bez nečistot. Písky se směšují v odstupňovaných zrnitostech. Podle potřebné tloušťky povrchu se ve směsi písků vyskytuje široká škála velikosti zrn plniva, čím větší tloušťka, tím větší zrno. Smísením frakcí se dosáhne vyšší hustoty při použití s pryskyřicemi než při použití jednotlivé frakce. Tím se sníží množství spotřebované pryskyřice a zvýší pevnost, rovněž dochází k usnadnění aplikace (roztírání). [9]



Obr. 2: Křemičitý písek [37]

3.1.2 Baryt

Baryt - chemickým označením BaSO_4 je kosočtverečný minerál, který se vyznačuje svojí vysokou hustotou. Má nízký specifický povrch a další jeho kladnou vlastností je odolnost vůči absorpci olejů. [10] Používá se hlavně na aplikace, kde se vyžaduje vysoký lesk, kterým se baryt vyznačuje nebo se případně bělí kyselinou sírovou. Má schopnost tvořit husté povlaky a díky své vysoké měrné hmotnosti může být používán do prostorů s velkým mechanickým zatížením. Dále se vyznačuje svojí odolností vůči alkáliím a kyselinám. [11]

3.1.3 Vápenec

Vápence jsou sedimentární horniny a jejich barva má nejčastěji našedivělý nebo bílý odstín, mohou být i načervenalé. [4]

Jako plnivo se využívají mleté vápence, jež se připravují hlavně jako mikromleté. Výroba probíhá suchým způsobem (velikost zrna od 5 do 30 μm) a mokřím způsobem (velikost zrna 1,5 až 2,5 μm .) Modifikační prostředky jsou převážně na bázi kyseliny stearové a jejích solí, silanové prostředky a organické sloučeniny titanu (titanoderiváty organických kyselin). Volbu těchto prostředků je nutno pečlivě zvážit podle aplikačního účelu plniva.

Významnou důležitou vlastností je bělost mikromletých plniv –dle třídy:

bílé – bělost 80 %

velmi bílé – bělost 85 %

super bílé – bělost 90 %

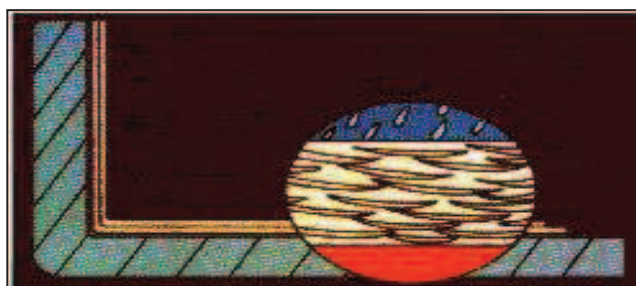
Na vápenec jsou kladeny vysoké požadavky na jeho vlastnosti jako např.: odolnost proti obrusu, chemická a tepelná stálost, atd.. Je využíván speciálně pro podlahoviny, kde hruběji mletý vápenec se nachází v podkladní a jemnější v povrchové vrstvě. [18]

3.2 Průmyslově vyráběná

Jsou to materiály vyráběné průmyslovou výrobou, která zajišťuje přesný technologický postup, jímž lze docílit klíčových vlastností výsledného produktu.

3.2.1 Skelné vločky

Skelné vločky jsou materiálem vyrobeným ze skla, jehož použitím do polymerních materiálů jakožto plniva, které v kompozitu plní vyztužovací funkci, dosáhneme zlepšení pevností polymerního povrchu. Dále velice účinně zvyšuje chemickou odolnost materiálu, jelikož se při aplikaci v polymeru vločky seskupují do lamel, které odolávají chemickému působení po delší dobu než běžný materiál. Skleněné vločky mají vysoký měrný povrch, což je důležitá vlastnost při aplikaci z hlediska jejich dispergace v nátěrové hmotě. Dalšími specifickými vlastnostmi jsou otěruvzdornost, zvýšení tepelné stálosti, snižuje propustnost a zlepšuje chemickou odolnost. [31]



Obr. 3: Podlaha vyztužená vločkami [38]

Princip výroby skelných vloček tkví v roztavení skelných surovin (např. slída) v peci za následného vzniku vodního skla. Vodní sklo prochází „průchodkou“, která roztavené sklo nafoukne a vytvoří tenkou dutou bublinu (tzv. rozšíření skloviny). Bublina se dále ochlazuje, v důsledku toho tuhne.

Zatuhlé sklo v poslední fázi výroby prochází mezi dvojicí drtících válců, které sklo podrtí. Skleněné vločky jsou odděleny podle velikosti částic mřížkovými filtry. [33]

3.3 Recyklované materiály a druhotné materiály z průmyslových odpadů

Recyklované materiály jsou odpadní materiály, které se druhotně využívají různými způsoby, lze je rovněž začlenit do systému polymerních podlah, ovšem před jejich aplikací je nutno tyto materiály vhodným způsobem předupravit. Dosazením recyklovaných materiálů jako plniva nosné složky systému lze nahradit primární plnivo a případně snížit náklady, další výhodou je ekologičnost z hlediska šetření přírodních zdrojů.

Průmyslové odpady jsou vedlejší produkty vznikající v průmyslové výrobě (například tavení železné rudy) nebo při spalování uhlí pro výrobu elektrické energie (tepelné elektrárny). Tyto druhotné materiály se posléze mohou různým způsobem upravovat. Velké uplatnění mají ve stavebnictví, kde mohou mít funkci plniva nebo pojiva ve formě popílků, strusky, lehkého kameniva a jiné.

3.3.1 Polyuretany

Přidáním recyklátu z polyuretanových odpadů do systémů nátěrů lze upravovat jejich vlastnosti. Získat lze materiály s lepší abrazí a odolností vůči tahu, ohybu a přetržení. Přídavkem těchto recyklátů se zvyšuje i jejich tvrdost, avšak náklady na jejich výrobu se snižují. Z polyuretanu se vyrábí některé části strojů. Polyuretan je jeden z nejdražších polymerů (jeden kilogram se pohybuje v rozmezí 5 až 20 eur).

Recykláty lze rozdělit na měkké a tvrdé, jejich přidáváním ve vhodném procentuálním poměru do systému nátěru lze dosáhnout zlepšení vlastností ve srovnání s nátěrem bez přídavku těchto recyklovaných plniv.

Přídavkem plniv z měkkého recyklátu lze dosáhnout lepší pružnosti povrchu, naopak s přídavkem tvrdého recyklátu se pružnost snižuje. Zvýšením pevnosti v tahu až o 40 % docílíme přídavkem 18 % tvrdého recyklátu, abrazivní opotřebení se sníží o 50% oproti neupravenému nátěru. [12]

3.3.2 Odpad z výroby balotiny

Balotina je abrazivum určené k otryskávání povrchů. Jedná se o skleněné mikrokuličky, které jsou vhodné pro tryskání v uzavřených systémech s možností recyklace abraziva. Balotina umožňuje velmi šetrné tryskání bez poškození materiálu. Může se využít i pro jemné leštění nerezového materiálu, je to chemicky stálý a nehořlavý materiál. [4]

Výroba balotiny:

Balotina vzniká například podrcením odpadního skla na prášek, takto podrcené sklo se nasype do tří až čtyř podlažní pece. Částice prachu jsou foukané v prostředí vysokých teplot. Částice začnou měknout a zaujímají tvar koule. Tyto kulové kapičky jsou ochlazovány v horní polovině pece. Třídění zatuhlých kuliček probíhá přes síto. [34]



Obr. 4: Skleněné balotinové kuličky [39]

3.3.3 Autosklo

Historie autoskla sahá až na počátek rozvoje automobilové výroby a jeho funkcí bylo zvýšení komfortu cestujících. Současná autoskla obsahují pryskyřice, tónovací pokovení a zejména vloženou bezpečnostní fólii, z tohoto hlediska se dělí na dva základní typy, a to na skla s fólií a na skla bez fólie, na základě toho zdali sklo fólii má či ne se roztřídí.

Recyklace autoskla

Čelní skla se nejprve hromadí nejčastěji v otevřených koších. První fází recyklace je dokonalé nadrcení autoskla za pomoci vstupní linky, která je vybavena vysoce funkčním drtičem. Tento drtič je schopný rozdrtit autoskla z osobních a nákladních vozů, autobusů i kamionů. Poté přichází na řadu dopravníky a separátory, které vytrídí kovy, odstraní ochrannou fólii a ostatní příměsi. Drobné střípky jsou dále dopraveny k soustavě optických čidel, s jejichž pomocí se z drti odstraní nečistoty, zbytky autofólie, utěšňovací gumy. Výstupem z linky je směs nadrcených skel. [30] V současné době se zkouší uplatnění skelného recyklátu jakožto alternativní plnivo do syntetických podlah. Odpadní plastový recyklát se používá k výrobě lepidla.

3.3.4 Obalové sklo

Obalové sklo je materiál, který je využíván jako skleněný obal, typickým představitelem obalového skla je skleněná láhev nebo zavařovací sklenice, obalové sklo se také používá i pro některá léčiva (v minulosti se užívaly i pro krevní konzervy a infuzní roztoky), užívá se i pro některé domácí a technické chemikálie (hygienické tekutiny, ředidla).

Recyklace obalového skla

Konečný produkt při recyklaci skla se znovu používá jako druhotná surovina, aniž by sklo ztratilo po procesu recyklace jakoukoliv svoji vlastnost. Výhodou odpadního obalového skla je, že může cirkulovat prakticky do nekonečna a před znovupoužitím nemusí být nijak náročně upravováno.



Obr. 5: Recyklace obalového skla [4]

Recyklace skla probíhá v recyklačních linkách, kdy se nejprve sklo zbavuje hrubých nečistot a následně mechanicky veškerého nežádoucího materiálu a příměsí (papír, korek, plasty). Dále se sklo drtí na malé střípky a optickými metodami se dělí na jednotlivé frakce, případně se sklo dělí laserovými separátory podle barvy a to na sklo čiré, zelené nebo hnědé. Takto zatříděné sklo se ukládá v zásobnících pro další využití. [4]

3.3.5 Zářivkové sklo

Odpadní sklo získané ze zářivek, sestávající se ze skleněných trubic, musíme oprostit od nežádoucích prvků, jež v něm jsou obsaženy. Ve vnitřní části se nachází rtuťové páry, argon a luminoforní látky (látky schopny pohlcovat energii a následně ji vyzařovat ve formě světla). Tyto toxické látky se odstraňují při recyklaci, luminoforním pískováním nebo tlakovou vodou.

Recyklace zářivkového skla

První stupeň recyklace spočívá v roztřídění žárovek dle tvaru, např.: kruhové a lineární tvary. V samotné recyklační lince je podtlakové prostředí, aby nedocházelo k úniku rtuti do ovzduší. Nejprve se oddělí oba konce zářivky a odsaje se luminescenční prášek (obsahuje rtuť), sklo se pak drtí na potřebné frakce a třídí dle kvality. [32]

3.3.6 Sklo z obrazovky CRT

Klasické obrazovky CRT dlouhou dobu sloužily jako zobrazovací zařízení např. televizních přijímačů. V dnešní době představují nebezpečný odpad na jedné straně a potenciál ve zpětném získání drahých kovů nebo skelného recyklátu na straně druhé.

Recyklace CRT skla

Prvním krokem recyklace je nejprve odstranění nebezpečných složek tj. skla a větších kondenzátorů. Ze skleněné části se dále oddělí přední stínítkové sklo, jehož vnitřní strana se zbaví vrstvy luminoforu. Samotné sklo se nařeže a mechanickými drtiči upraví na požadovanou granulometrii. [35]

3.3.7 Fotovoltaické panely

Fotovoltaické neboli solární panely slouží přímé přeměně sluneční energie na elektrickou. Vyloučíme-li mechanické poškození, počítá se s tím, že životnost kvalitních solárních panelů bude 15 až 20 let.

Recyklace fotovoltaických panelů

Recyklace panelů může probíhat více způsoby, jako příklad uvedu nejpokročilejší metodu, termickou recyklaci. Při termické recyklaci jsou celé panely zavezeny do pece, kde jsou vystaveny teplotě 500 °C. Tato teplota je dostatečná pro odpaření plastů a zbylý materiál se odděluje ručně. Vytěžitelnost skla z recyklace se pohybuje okolo 90 %. [16]

3.3.8 Struska

Strusky jsou pevné nekovové doprovodné výrobky hutní výroby, které vznikají roztavením hlušin rudy přísadků struskotvorných látek a minerálních podílů z pevných paliv. Pro potřeby ve stavebnictví se uplatňuje zejména vysokopeční struska, což je ztuhlý roztok neželezných kovů a dalších složek, vznikající při výrobě surového železa. Je využívána jako plnivo pro zlepšení obrusnosti, aniž by byla zhoršena vodotěsnost, mrazuvzdornost, propustnost pro vodní páry a difuzi CO₂. Náhrada přírodního křemičitého písku jemně mletou struskou je velmi výhodná i z ekonomického hlediska.

3.3.7 Popílek

Zájem o využití popílků jako plniva roste z důvodu, že se jedná o recyklovaný materiál a snadno jej lze získat jako druhotnou surovinu při spalování tuhých paliv za vysokých teplot v elektrárnách. Rozeznáváme dva typy popílků a to fluidní nebo vysokoteplotní, přičemž popílek fluidní vzniká při spalování o teplotách okolo 850 °C a vysokoteplotní za teplot vyšších než 1500 °C, tento nachází uplatnění zejména jako náhrada cementu v betonech. Alternativní využití popílku by teoreticky mohlo být jako plnivo do polymerních povrchů, ovšem zde zkušenosti ukázaly, že negativně ovlivňuje barvu povrchu. Popílek nelze barvit a pro nevyhovující estetické vlastnosti postrádá jeho použití smysl.

4 Příměsi a přísady

Chceme-li dosáhnout požadovaných pohledových vlastností povrchu podlahy, tzn. kvalitní a stálé probarvení podlahy, je třeba přimíchávat do nanášené hmoty hodnotné pigmenty. Další faktor ovlivňující úroveň provedení je dostatečná zpracovatelnost a roztíratelnost směsi, kterou zaručíme správným použitím přísad.

4.1 Pigmenty

Pigmenty řadíme mezi příměsi, konkrétně příměsi I. druhu, tzn. příměsi působící při vytvrzování inertně. V praxi máme 2 druhy pigmentů anorganické (častější) nebo organické (méně používané horší vlastnosti). Anorganické pigmenty se vyznačují stálobarevností a dlouhou trvanlivostí. [1]

4.1.1 Anorganické pigmenty

Velikost částic anorganických pigmentů je 100 až 400 mikrometrů, jejich pomocí lze povrch zbarvit do různých odstínů (např. Zelená-oxid chromitý nebo bílá-oxid titaničitý). Tyto pigmenty se vyznačují vysokou tvrdostí a stabilitou vůči působení světla a atmosférických vlivů. Barvy se kvůli snadnější

zpracovatelnosti a dávkování dodávají především ve formě koncentrátu nebo pasty, (prášku). [3]



Obr. 6: Práškový pigment [40]

4.1.2 Organické pigmenty

Organické pigmenty jsou většinou na syntetické bázi, jejich pomocí se oproti anorganickým pigmentům vytváří velké množství barevných odstínů a mají vyšší barvicí sílu, tedy schopnost barvení směsi pigmentem. Nevýhodou některých organických pigmentů je jejich horší stálobarevnost, nižší chemická odolnost a vysoká cena. [21]

Od polymerních podlah požadujeme stálé pohledové vlastnosti, a ty mohou být předmětem reklamace podlahy, proto vzhledem k těmto uvedeným nevýhodám organických pigmentů se do polymerních podlah spíše využívají anorganické pigmenty.

4.2 Aditiva

Aditiva přidáváme k polymerním materiálům pro zlepšení jejich požadovaných vlastností, kterých by bez jejich použití nebylo možné dosáhnout. Vnesením aditiv do systému získáme vyšší chemickou a tepelnou odolnost, požadované barvy a vzhled.

4.2.1 Změkčovadla

Jsou to látky, které snižují tuhost, křehkost, tvrdost, ale zároveň zlepšují zpracovatelnost polymerů, neboť snižují teploty nutné pro jejich tváření. Jako změkčovadla se využívá fosfátů nebo esterů mastných kyselin.

Změkčování polymerů

Změkčování zlepšuje schopnost pružné deformace i při nižších teplotách, od povrchových filmů vyžadujeme určitou ohebnost a tvrdost v co nejširším rozmezí teplot.

Při změkčování dochází ke změnám:

- a) snižuje se tuhost při normální nebo snížené teplotě,
- b) snižuje se teplota, při které lze uskutečnit podstatné deformace poměrně malými silami,
- c) zvětšuje se míra protažení do přetržení
- d) zvyšuje se houževnatost a snižuje se křehkost,
- e) snižuje se teplota měknutí.

Nejčastěji se využívá teploty skelného přechodu T_g , tzv. zesklenní. Zesklenní je teplota, při které přechází amorfní polymer do křehkého sklovitého stavu. Při T_g se více nebo méně mění všechny fyzikální vlastnosti. Změkčení polymeru se dosáhne snížením vnitřních a mezimolekulových vazeb v polymeru zavedením atomových skupin, které zvětší odstup jednotlivých řetězových molekul. Jsou-li tyto atomové skupiny vázány na polymer hlavními valencemi, jedná se o vnitřní změkčování (flexibilizaci). Naopak jsou-li atomové skupiny vázány na polymer jen vedlejšími vazbami (změkčujícího efektu se dosáhne cizími látkami), jde o vnější změkčování (plastifikaci).

Vnitřní změkčování trojrozměrně zesíťovaných reaktoplastů:

U reaktoplastů se jedná o nejvýznamnější způsob změkčování. Vnitřní změkčování probíhá záměnou tuhých elementů za elementy ohebné a snížením hustoty prostorové sítě (vsunutím delších alifatických řetězců-organické sloučeniny tvořeny atomy uhlíku s vodíkem, sírou SH větveny do řetězců - mezi místa sesíťování). Tím se zlepší odolnost materiálu vůči mechanickým, tepelným nárazům a vláčnost povrchových filmů. [8]

4.2.2 Stabilizátory

Stabilizátor je aditivum, jež se přidává do polymeru z důvodu zaručení odolnosti proti působícím vnějším vlivům. Jedním z hlavních faktorů ovlivňujících

vizuální charakter polymerní podlahy je dlouhodobé působení UV záření, jehož zdrojem jsou sluneční paprsky dopadající na její povrch. Záření může způsobit žloutnutí nebo vyblednutí podlahy - s tímto typem namáhání se setkáváme zejména u povrchu nacházející se v exteriéru, jedná se třeba o nadzemní garáže. Vhodným stabilizátorem lze ovlivnit i odolnost proti zvýšeným teplotám, uplatní se v konkrétním provozu, kde je podlaha vystavená zvýšeným teplotám (potravinářský průmysl).

Stabilizace vůči UV záření

Stabilizace polymerů vůči UV záření se zajistí přidavkem stabilizátorů a tato stabilizace může probíhat různými procesy.

1) Reflexe

K polymeru se přidá pigment, který zamezí hlubšímu proniknutí UV záření tak, že dříve než stačí záření proniknout hlouběji do polymeru, tak je odraženo. Přidává se bílý pigment, protože bílá barva lépe odráží sluneční záření. V praxi se využívá TiO_2 (titanová běloba).

2) Absorpce

Některé pigmenty mají schopnost značně absorbovat sluneční záření. Nejúčinnější anorganický absorbér je oxid zinečnatý ZnO , který je vysoce účinný od vlnové délky záření 240 nm až do viditelné oblasti. Využívá se pro pigmentaci barev hlavně v čistém prostředí (např. v průmyslu plastů), pro znečištěné prostředí je vhodnější oxid železitý, má poměrně vysokou chemickou netečnost. Absorbované záření se vlivem pigmentu nedostane do nižších sfér nátěru, avšak může poškodit pojiva v blízkosti pigmentu. Avšak účinnější ochrana je při použití tmavých pigmentů. [8]

Tepelné stabilizátory

Zvyšují tepelnou stálost polymerů, a tím zmenšují jejich náchylnost k rozkladu za zvýšených teplot, kterým jsou polymery vystaveny například při tváření. Jako tepelné stabilizátory se využívají některá anorganická tepelně stálá plniva.

5 Zkoušky povrchové odolnosti polymerních podlahových systémů

Konečné mechanické a chemické vlastnosti syntetických podlah zjišťujeme pomocí zkoušek, jež provádíme na hotovém povrchu nebo na vytvořených zkušebních tělesech dle příslušné české nebo evropské normy. Ověřováním hlavních znaků povrchu podlahy dokážeme její vhodnost do určitého provozu. Na základě znalosti prostředí, kterému bude sledovaný povrch vystaven, ho podrobíme zkouškám, jež budou simulovat jeho reálné mechanické zatížení, chemickou nebo požární odolnost.

Povrchová odolnost závisí do značné míry na působnosti vstupních složek hmoty sestávající se z plniv a aditiv. Plnivo není nositelem pouze mechanických charakterů, ale volíme ho i s ohledem na chemickou odolnost (např. použití skelných vloček) a jeho teoretické selhání by vedlo k celkové degradaci podlahy.

Druhou vstupní surovinou jsou syntetické polymerní hmoty, jejichž vlastnosti lze vylepšit dostatečně účinným aditivem. Pro dobrou zpracovatelnost (roztírání hmoty) se používají změkčovadla. Kvalitní provedení je vždy základem pro splnění jakostních požadavků.

5.1 Zkouška Schopnosti přemost'ování trhlin

Podlaha se nanáší na betonový podklad a to na stávající nebo na čerstvý (při jeho vlhkosti nižší než 4 %), v něm mohou dodatečně i po vytvrzení nanešené podlahy vzniknout trhliny a je tedy na snadě podrobit vytvrzenou polymerní hmotu zkoušce schopnosti přemostění těchto dodatečně vzniklých trhlin.

Princip zkoušky: Nátěrové hmoty-Povlakové materiály a povlakové systémy pro vnější zdivo a betony-Část 7: Stanovení schopnosti přemost'ování trhlin ČSN EN 1062-7:

V podkladní vrstvě vznikla trhlina a ta se opraví natažením nátěru přes trhlínu. Vzniká zde mechanické namáhání a na vyhotovení povlaku se používají 2 různé metody:

A- šířka trhliny se průběžně zvětšuje definovanou rychlostí. Měření se provádí dojde-li k porušení nátěru nebo když je dosaženo požadované šířky trhliny.

B-když se šířka trhliny mění periodicky v rámci stanovených limitů. Měření se provádí, když dojde k porušení nátěru nebo když je dynamický cyklus ukončen.

Popis měřicího zařízení:

Testovací přístroj pro změnu a řízení trhliny při uvedených teplotách musí zajistit pohyb trhlín v daných mezích a zabránit ustříhnutí v trhlíně při měření vlivem vybočení. Aparatura je vybavena zařízením pro udržování teploty, které zajistí právě tu teplotu, při které se stanovují praskliny v nátěru. Zařízení pro měření šířky trhlín jsou opatřena např. měřícím páskem zaručující přesnost měření na 5 μm .

Postup zkoušky:

1) příprava zkušebního zařízení, montáž zařízení pro měření trhlín na zkušebních vzorcích na obou stranách trhliny. Usazení vzorku do testovací aparatury takovým způsobem, aby nedošlo k pohybu zkušební vzorku při vzniku trhliny.

2) Měření přemostění trhliny jako vlastnost nátěru (povlaku)

Vloží se zkušební vzorek do zkušebního zařízení a postupuje se podle normativní metody A nebo B:

Metoda A:

Postupné otevírání trhliny za stálé teploty, až se povrch poruší, rychlost otevírání trhliny je od 0,05 mm/min do 0,5 mm/min, rychlost otevírání trhlín je závislá na teplotě od A1 (nejvyšší-23 °C) až A5 (nejnižší -40 °C).

Poznamenejme si šířku trhliny v podkladu, na kterém jako první selhal povrchový nátěr a vznikla na něm trhlina.

Metoda B:

Cyklické otevírání trhliny. Periodicky se mění šířka trhliny. Křivka je definována frekvencí f a amplitudou $w/2$. Měření je ukončeno, když dojde ke vzniku trhliny na povrchu nátěru nebo skončí dynamický cyklus. Poznamená se zda-li došlo k selhání nátěru nebo ne. Vznik trhliny na povrchu nebo pod povrchem nátěru. Následně popsat typ trhliny do závěru. [13]

Tato metoda zkoušení by mohla přijít v úvahu pro venkovní povrchy, kdy se vlivem změny teplot mohou trhliny zúžit nebo rozšířit.

5.1.1 Parametry ovlivňující schopnost přemostit trhlinu

Schopnost přemostění trhliny mohou ovlivnit různé parametry (teoreticky):

1) Způsob, jakým se trhlina otevře a rozvíjí se v betonu. Při mírném ohýbání podkladního betonu má stejný povlak vyšší schopnost přemostění trhliny než při tahovém zatížení. Schopnost přemostění také ovlivňuje rychlost namáhání, při rychlém namáhání může na povrchu dojít ke křehkému lomu.

2) Přílnavost povlak/podklad, tj. přílnavost mezi organickou vrstvou a betonem. Při vzniku nové trhliny v betonu pevně přílnavý nátěr, jež nemá vysokou odolnost vůči tahu, ve spolupůsobení s betonem okamžitě praskne. Vyšší schopnost povrchu odolat trhlíně lze zajistit tak, že přílnavost bude nižší než tahová síla a zároveň se zvýší průřez nátěru.

3) Vliv tloušťky nátěru, schopnost přemostění trhliny se zvětšuje s tloušťkou povlaku. Nátěry jež mají nižší tuhost oplývají vyšší schopností překlenout trhlinu. [14]

5.2 Obrusnost

Obrusnost je mechanická vlastnost podlahy vyjadřující její poddajnost při obrušování.

Zkušební metody potěrových materiálů – Část 3: Stanovení odolnosti proti obrušování metodou Böhme: ČSN EN 13892-3

Zkušební tělesa:

Zkouška se provádí celkem na třech tělesech, která mohou být zhotovena buď podle normy EN 13892-1 nebo vyřezána z podlahového potěru. Vzorky by měly být ve tvaru krychle o délce strany $(71 \pm 1,5)$ mm.

Postup zkoušky:

1) Na brusnou dráhu se nasype 20 g brusiva a těleso se upevní do držáku, tak aby se plochy dotýkaly a zatíží se zatížením (294 ± 3) N.

2) Brusný kotouč se uvede do pohybu. Po každém cyklu se očistí kotouč i těleso a nasype se nové brusivo. Vizuálně se kontroluje plocha, změny se zaznamenají. Provedou se příslušná měření pro zjištění úbytku tloušťky. Dosazením do příslušného vztahu se vypočte zmenšení objemu tělesa v cm^3 na 50 cm^2 .

3) Provádí se celkem 16 cyklů, každý o 22 otáčkách. [13]

Hodnoty převzaté od výrobců podlah:

Obrusnost: $3,2 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$ [25], $7,3 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$ [26], 1,5-22 $7,3 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$ [28]

5.3 Vodotěsnost

Vodotěsnost povrchových úprav stavebních konstrukcí je dána množstvím vody, které nasákne do materiálu jednotkovou povrchovou plochou během času "t".[1]

Zkouška vodotěsnosti povrchové úpravy stavebních konstrukcí ČSN 73 2578:

Zkušební tělesa:

Měření vodotěsnosti je nutné provádět na ploše minimálně 100 mm x 100 mm.

Postup zkoušky:

1) Skleněný zvon se upevní přitlačením do těsnící hmoty na povrch zkoušené plochy.

2) Jedno hrdlo zvonu se utěsní pryžovou zátkou a druhým hrdlem se zvon naplní vodou, nasadí se byreta, která se doplní vodou po značku 0.

3) Po 5-ti minutách se voda opět naplní po 0 a začíná měření, kdy se po 30-ti minutách odečte hodnota na byretě s přesností na 0,1 ml. Vodotěsnost se vypočte poměrem úbytek vody za 30 minut ku smáčené ploše ($l \cdot m^{-2}$). [13]

Hodnoty převzaté od výrobců podlah:

Vodotěsnost po 30-ti minutách: 0,01 l/m² [24]

5.4 Mrazuvzdornost

Vliv záporných teplot na vlastnosti materiálu se zkouší ve speciálních případech při zadaných teplotách. Zkouškou mrazuvzdornosti se zjišťuje pokles pevnosti, případně rozpad struktury. Zkouška je vykonávána ve zmrazovacích cyklech. Jeden cyklus spočívá v nasycení vzorku materiálu vodou, vystavením na mráz, kde je po určité době a opětovnému roztání ve vodě. [1]

Zkouška mrazuvzdornosti povrchové úpravy stavebních konstrukcí ČSN 73 2579:

Princip zkoušky:

Střídavé zmrazování a rozmrazování zkušebního vzorku s povrchovou úpravou na požadovaný počet zmrazovacích cyklů, kterých je nejméně 15 a následuje zjištění přídržnosti povrchové úpravy k podkladu podle ČSN 73 2577.

Zkušební tělesa:

Připraví se 2 sady zkušebních vzorků s povrchovou úpravou nanesenou předepsaným způsobem, rozměry zkušebního vzorku jsou 250 x 250 x 40 mm.

Postup zkoušky:

1) Zkouška se provádí nejdříve po 28-ti dnech od nanesení povrchové úpravy (vzhledem k povaze materiálu)

2) Zkušební vzorky se opatří nejméně 48 hodin před započítáním zkoušky na bočních plochách izolačním vodotěsným nátěrem.

3) Vzorky se položí do vody o teplotě $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$ na 6 hodin, tak aby povrch vzorku byl 10 mm pod hladinou vody, dále se vzorky vyjmou z vody a uloží se svisle na 18 hodin do mrazícího prostoru s teplotou $(-20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ na 24 hodin. Toto je jeden zmrazovací cyklus. Při každé změně prostředí se vizuálně kontroluje povrchová úprava a zaznamenávají se případné změny.

4) Po provedení požadovaného počtu cyklů se vzorky nechají vyschnout na stojato nejméně 14 dnů při teplotě vzduchu $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti $(55 \pm 10) \%$. Potom se provede zkouška přídržnosti podle ČSN 73 2577.

Vyhodnocení se provádí na základě přídržnosti σ_{adh} zkoušené dle normy ČSN 73 2577 po 15-ti zmrazovacích cyklech a srovnání hodnot σ_{adh} s normovými hodnotami dle druhu povrchové úpravy. [13]

Zkouška přídržnosti povrchové úpravy stavebních konstrukcí k podkladu ČSN 73 2577

Podstatou zkoušky je změření potřebné síly k odtržení povrchové úpravy o určité ploše od podkladu kolmým tahem.

Postup zkoušky:

1) Kovový terč se pomocí lepicího prostředku připevní k povrchové úpravě vzorku.

2) Vzorek se vloží do trhacího stroje a ten vyvine tahovou sílu minimálně 0,8 MPa. [13]

Hodnoty přídržnosti přejaté od výrobců:

4,2 MPa [24],

5.5 Chemická odolnost

Odolnost podlahových systémů proti chemicky agresivním látkám se stanovuje na základě provozních podmínek, ve kterých se podlaha nachází, navíc závisí na jejich koncentraci, množství a době vystavení podlahy jejich působení. Chemická odolnost polymerních podlah se posuzuje na látky, se kterými může její povrch reálně přijít do styku v místě své realizace, jsou to například kyseliny, oleje, louhy, benzín, destilovaná voda a v potravinářském průmyslu třeba pivo. [16]

Vzhledem k široké škále chemických látek používaných v průmyslu a rozmanitosti podlah se jejich chemická odolnost posuzuje na základě laboratorních zkoušek. Některé chemikálie mohou způsobit pouze odbarvení povrchu, ačkoliv jejich funkčnost není omezena, jedná se tedy o vadu estetického charakteru. Je tedy nezbytné, aby v provozu, kde jsou pohledové požadavky na povlak, byla zaručena chemická odolnost proti vzniku skvrn. [17]

Při nanášení nátěru pro zkoušení jeho chemické odolnosti platí kritéria ohledně okolních klimatických podmínek, tedy teplota vzduchu 20 ± 2 °C a relativní vlhkost vzduchu maximálně 65 %. Nanáší se na suché podložní sklo v silnější vrstvě pomocí klasickým malířským štětcem. Takto připravené vzorky se při stanovených laboratorních podmínkách nechají polymerovat po dobu 7 dní. Po 7 dnech se vzorky ponoří do uzavíratelné kyvety s příslušnou chemikálií, která je předmětem zkoušení. Vzorky jsou po ponoření kontrolovány a fotografovány nejprve za 1 hodinu, za 24 hodin, po 72 hodinách, po 7 dnech a poslední posouzení je za 4 týdny. Vyhodnocení zkoušky probíhá vizuálním posouzením na základě pořízené dokumentace v době, kdy byl vzorek ve styku s příslušnou chemikálií. Posuzuje se, zda-li nedošlo ke změně zbarvení, popraskání nebo odloupení od sklíčka. [29]

Uvedený postup není předmětem normy, ale jedná se o zkoušku nadefinovanou přímo dodavatelem polymerních podlahových systémů.

5.6 Soudržnost a přilnavost k podkladu

Adheze neboli přilnavost je zajišťována vazebnými (zpravidla molekulárními) silami. Je vždy nižší než koheze (vnitřní pevnost) pojiva, která přilnavost zajišťuje. Adheze může být ale i vyšší než koheze druhého materiálu (plniva). Potom však nedojde k porušení ve styčné ploše, ale uvnitř tohoto druhého materiálu, to v případě mechanického namáhání. [1]

Přilnavost a soudržnost nátěru k podkladní vrstvě se zkouší každá podle svého postupu stanoveného normou. Minimální hodnoty soudržnosti a přilnavosti pro polymerní podlahy nejsou normou pevně stanovené, známé pevnosti jsou pouze od výrobců, kteří se jimi prokazují.

Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí-Zkušební metody-Stanovené soudržnosti odtrhovou zkouškou ČSN EN 1542 (73 2115)

Norma uvádí, že soudržnost s podkladem by měla být vyšší než 1,5 MPa.

Princip zkoušky:

Měření soudržnosti ochranného povlaku na betonových výrobcích s podkladem výrobku. Zkušební metoda se provádí odtržením kruhového terče, přilepeného k povrchu povlaku. Zkušební místo je definováno provedením jádrového vrtu skrz povrch.

Zkušební tělesa:

Povlak se nanáší na otryskaný povrch tělesa buď za mokra, tzn. že těleso musí stát svisle po dobu 30-ti dnů nebo za sucha. Těleso se posléze uloží po dobu 7-mi dnů ve standardním laboratorním prostředí. Po očištění a ošetření se povrchy zajistí ve svislé poloze.

Pro každý výrobek nebo povrch se vyžaduje minimálně jedno zkušební těleso.

Postup zkoušky:

1) Před použitím se výrobky umístí spolu s nádobami a nářadím na přípravu směsi a nanášení do standardního laboratorního prostředí.

2) Vzorky jsou uloženy ve svislé poloze a ošetřují se ve svislé poloze

3) Vzorky se na dobu 7 dní uloží do laboratorního prostředí a ke konci tohoto období se na těleso přilepí odtahové terče, po uplynutí 7-mi dnů se začíná zkoušet.

4) Jádrovou vrtačkou se vrtá skrz výrobek do hloubky (15 ± 5) mm, přičemž vrtačka a plocha tělesa svírají úhel $(90 \pm 1^\circ)$.

5) Umístění kruhového terče, na zkušební těleso se nanese tenká vrstva lepidla, aby vznikla souvislá vrstva mezi kruhovým terčem a podkladem. Kruhový terč se přitlačí k povrchu a lepidlo se nechá vytvrdnout.

6) Zařízení na odtrhovou zkoušku se umístí soustředně nad kruhový terč a zajistí se.

7) Zatížení se plynule zvětšuje až do porušení rychlostí $(0,05 \pm 0,01)$ MPa/s, hodnota zatížení při porušení se zaznamená a stanoví se plocha porušení zkušebního tělesa, jako průměr hodnot stanovených posuvným měřítkem napříč vlákny.

8) Stanoví se typ porušení zkušební plochy vizuálním posouzením.

Nátěrové hmoty-Odtrhová zkouška přilnavosti ČSN EN ISO 4624

Princip zkoušky:

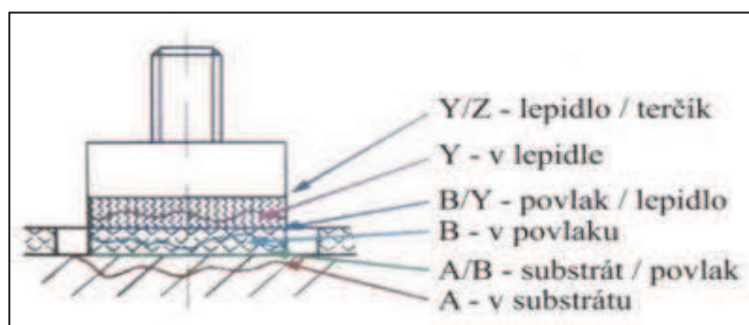
Na povrch vytvrzeného nátěru se přilepí zkušební tělíska, jež jsou uchycena do vhodného trhacího zařízení. Měříme sílu potřebnou k roztržení nátěru/podkladu.

Zkušební tělíska:

Tělíska je z oceli nebo hliníku, má na jedné straně pevnou rovnou základnu pro kvalitní spojení lepidla a nátěru, na druhé straně má zařízení pro uchycení v trhacím zkušebním zařízení. Zkušební tělísko má nominální průměr 20 mm a dostatečnou tloušťku, aby se vyloučila možnost deformace během zkoušky.

Postup zkoušky:

- 1) U zkoušky se provede minimálně 6 stanovení
- 2) Zkouška se provede při teplotě $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti vzduchu $(50 \pm 5) \%$
- 3) Lepidlo se nanáší na očištěný povrch tělíska v nejmenším možném množství k vytvoření pevného spojení mezi lepenými plochami.
- 4) Tělísko s lepidlem se umístí na nátěr po dobu potřebnou k vytvrzení lepidla, poté se ořízne povlak okolo tělíska až na podklad a umístí se vnější kruh do správné polohy.



Obr. 7: Detail nalepeného terče [41]

- 5) Umístění zkušební sestavy do trhacího zařízení, napětí v tahu se zvyšuje menší rychlostí než 1 MPa/s , kolmo k rovině podkladu. K roztržení sestavy dojde do 90 s od počátku namáhání a zaznameneáme potřebnou sílu k přetržení.
- 6) Vizuálně se prohlédne poškození povrchu a vyhodnotí se typ porušení a odhadne se plocha porušení s přesností na 10 %

Oběma postupy se zjišťuje maximální síla potřebná k odtržení povrchové úpravy od podkladu, zkoušky se liší v zásadě metodikou postupu, zatímco soudržnost se provádí odtrhem kruhového terče z jádrového vrtu, pro přilnavost se zhotovují tělíska, která se namáhají na trhacím stroji.

5.7 Tvrdost povrchu

Tvrdost nátěrů a podlahových systémů nelze jednoznačně definovat, lze říci, že tvrdost je odpor, který klade podlaha proti vnikání cizího tělesa do jejího povrchu. Tvrdost lze stanovit různými metodami (metody vrypové, metody vnikací, metody odrazové). Nemůže se však získat jednotná klasifikace se stejnými jednotkami, ve kterých by se tvrdost vyjadřovala. Neexistuje ani jednotná zkušební metoda, která by byla vhodná pro všechny látky. [1]

Plasty-stanovení tvrdosti-část 2: Tvrdost dle Rockwella ČSN EN ISO 2039-2

Podstata zkoušky:

Je to metoda, při níž je na ocelovou kuličku spočívající na zkoušeném materiálu aplikováno konstantní předběžné zatížení. Dále následuje aplikace přídatného zatížení a poté návrat k předběžnému zatížení v předepsaných časových intervalech zatěžování. Vlastní měření spočívá ve stanovení hloubky vtlačení, přičemž se odpočte elastické zotavení za určitou dobu po sejmutí přídatného zatížení. Potom se odpočte hloubka vtlačení způsobeného předběžným zatížením. Hodnota tvrdosti dle Rockwella se odvodí z čistého přírůstku hloubky vtlačení, při zvýšení zatížení u pevného předběžného zatížení na přídatné zatížení a poté po návratu na stejné předběžné zatížení.

Zkušební těleso:

Zkušební těleso musí být rovná plochá deska o tloušťce alespoň 6 mm (na podložce nesmí být po zkoušce viditelné vtisky měřicí kuličky).

Postup zkoušky:

1) Zkouška se provádí ve standardním prostředí, které se používá ke kondicionaci zkušebních těles

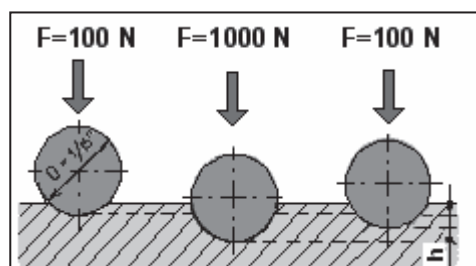
2) Zkontrolovat použití předběžného a přídatného zatížení a průměr kuličky pro použitou Rockwellovu stupnici. První odečet po změně nastavení se vyřadí, neboť kulička při ručním nastavení nesedí řádně v upínací desce pouzdra.

3) Zkušební těleso se umístí na desku a zkontroluje se, zda-li některá ze zkušebních položek neobsahuje nečistoty a zda je plocha zkušebního tělesa kolmá ke směru zatížení

4) Aplikuje se předběžné zatížení a úchylkoměr se nastaví na nulu, v následujících max. 10 s aplikuje přídavné zatížení. To se odstraní 15 (+1) s od jeho aplikace. Proveďte se odečet na úchylkoměru na nejbližší dílek stupnice 15 s od odstranění přídavného zatížení.

5) Proveďte se celkem 5 měření na jednom zkušebním povrchu. Měření se nesmí měřit 10 mm od okraje zkušebního tělesa ani od sebe navzájem.

6) Hodnoty tvrdosti dle Rockwella by měly ležet v rozmezí 50 až 115, hodnoty ležící nad tímto rozsahem jsou nepřesné a stanovení je nutno opakovat přísnější stupnicí.



Obr. 8: Vtlačení ocelové kuličky do povrchu [42]

5.8 Požární odolnost

Tuto vlastnost lze definovat jako schopnost vznítit se, hořet nebo žhnout účinkem zdroje vznícení. Stavební hmoty jsou tříděny do skupin z hlediska hořlavosti dle normy ČSN, bez ohledu na to, zda stavební hmoty tvoří výrobek nebo jsou jen součástí výrobku. Platí však ustanovení, že stavební hmoty lze do uvedených stupňů hořlavosti řadit jen v případě provedených zkoušek. [1]

5.8.1 Šíření plamene po povrchu

Stanovení šíření plamene po povrchu stavebních hmot ČSN 73 0863

Princip zkoušky:

Stanovení hodnoty charakterizující šíření plamene po povrchu stavební hmoty při tepelném namáhání.

Zkušební tělesa:

Zkouší se 3 vzorky o rozměrech 350 x 1050 mm, tloušťka stavební hmoty se zkouší skutečná tloušťka na povrchu konstrukce. Na povrch vzorku se umístí na body A a B termoelektrické články (4TE a 5TE) a vzorek se nasadí na nosné šrouby zkušebního zařízení a upevní se maticemi.

Vzorky se před zkouškou klimatizují při teplotě vzduchu (20 ± 5)°C a relativní vlhkostí vzduchu (60 ± 5) %

Zkouší se v místnosti s teplotou vzduchu (20 ± 5)°C a vlhkostí vzduchu 60 a 80 %

Postup zkoušky:

1) Zapálení plynových hořáků pro vytápění spalovacího prostoru a současně se zapojí měřicí zařízení pro záznam teplot a času. Na začátku 4. minuty se zapálí hořák ve zkušebním prostoru.

2) Zkouška trvá do okamžiku, kdy plamen dosáhne bodu B. (Pokud do 30. minuty se zkoušená hmota v bodě A nevznítí nebo nedosáhne-li plamen bodu B do 60. minuty, považuje se zkoušená hmota za materiál, který nešíří plamen)

3) Zaznamenává se čas τ_A , kdy dojde ke vznícení v bodě A a čas τ_B , ve kterém dosáhne plamen bodu B. Okamžik vznícení nebo dosáhnutí plamene bodu je určen zvýšením teploty t_A a t_B , která je zaznamenána na 4TE a 5TE.

4) Okamžik vznícení v bodě A a okamžik, ve kterém plamen dosáhne bodu B, se ověřuje pozorováním pouhým okem.

5.8.2 Hořlavé kapaliny-třída nebezpečnosti

Hořlavé kapaliny - Prostory pro výrobu, skladování a manipulaci ČSN 65 0201

Příloha D

Prostory a zařízení pro nanášení hořlavých a kapalných nátěrových hmot

Příloha platí pro nátěrové hmoty, které jsou ředěny hořlavými ředidly a pro vodou ředitelné nátěrové hmoty, které jsou klasifikovány jako hořlavé kapaliny.

Hořlavá nátěrová hmota

Nátěrová hmota v kapalně nebo prstovité formě, která po nanesení na podklad tvoří nátěr mající ochranné nebo dekorativní vlastnosti, u které bylo prokázáno, že jde o hořlavou kapalinu zařazenou do jedné ze tříd nebezpečnosti.

Hořlavé kapaliny se podle teploty vzplanutí dělí do čtyř tříd nebezpečnosti:

I. třída nebezpečnosti teplota vzplanutí do 21 °C,

II. třída nebezpečnosti nad 21 °C do 55 °C,

III. třída nebezpečnosti nad 55 °C do 100 °C,

IV. třída nebezpečnosti nad 100 °C do 250 °C.

Dle informací od společnosti Lena Chemical s.r.o. stanovují hořlavost kapalných, tedy nepolymerizovaných směsí výrobci těchto surovin a zařazení následovně – složka A je hořlavina IV. třídy, složka B je hořlavina III. třídy.

5.8.3 Požární klasifikace

Evropská norma určuje postup klasifikace podle reakce na oheň všech stavebních výrobků zabudovaných ve stavbě. Podle této normy se dle informací ze společnosti Lena Chemical s.r.o. testuje reakce na oheň u polymerizovaných hmot.

Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb – Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň ČSN EN 13501-1+A1

Stanovení chování podlahových krytin při hoření užitím zdroje sálavého tepla (EN ISO 11925-2)

Touto zkouškou se stanoví kritický tepelný tok pod hodnotu, při které se již plameny nešíří ve vodorovném povrchu. Tato zkouška se využívá pro klasifikaci do tříd A2, B, C, D.

1) Na povrchu výrobku při působení plamene 15 s na povrch podlahy nesmí být zaznamenáno rozšíření plamene přesahující vzdálenost 150 mm od místa aplikace a 20 s od ukončení působení plamene. Splňují třídy od nejodolnější A2_{fl}, B_{fl}, C_{fl}, D_{fl}.

2) Přiřazení ke konkrétním třídám se provádí na základě hodnoty kritického tepelného toku v místě, kde se plamen přestal šířit a mohl následně uhasnout (od 3 do 8 kW/m²), A2_{fl} musí ještě splňovat požadavky na stejnorodé výrobky (materiál má jednotnou hustotu a složení) a nestejnorodé výrobky (nesplňuje požadavky na stejnorodé), to jsou požadavky na odolnost vůči vzrůstu teploty úbytku hmotnosti)

Celkové zařazení do tříd podle reakce na oheň:

A1 – pro stejnorodé výrobky se zkouší dle normy EN ISO 1182 a EN ISO 1716

pro nestejnorodé výrobky dle normy EN ISO 1182 a EN ISO 1716

A2 – pro stejnorodé výrobky podle normy EN ISO 9239-1 a EN ISO 1182

Pro nestejnorodé výrobky se zkouší samostatně podle normy EN ISO 1182

D, C, B se zkouší podle normy EN ISO 9239-1 a podle EN ISO 11925-2 při působení plamene 15 s

E se musí zkoušet podle normy ISO 11925-2 při působení plamene 15 s

Hodnoty převzaté od výrobců podlah:

Zatřídění: A [24], A2 [28]

5.9 Odolnost vůči UV záření

Některé pigmenty a syntetické pryskyřice vlivem dlouhodobého působení slunečního záření na povrch podlahy degradují. Degradace se projevuje ztrátou lesku podlahy nebo výskytem žlutých skvrn. Jedná se o poruchu estetického charakteru, nikoliv provozního.

Standardní postup zkoušení nekovových materiálů UV zářením a kondenzační vody ČSN 77 0344:

Princip zkoušky:

Zkouškou se prokazuje odolnost nátěru vůči umělému stárnutí, vzorky jsou vystaveny střídavě UV záření, ohřevu, zkrápění vodou.

Zkušební vzorky:

Kruhové betonové nosiče (průměr 100 mm a tloušťka 15 mm) společně s nosnými kruhovými destičkami (průměr 100 mm).

Postup zkoušky:

1) Tělesa připevněná v držácích rotují okolo celého zařízení (zdroje zářeží) rychlostí až 5-ti oběhy za minutu. Vzorky jsou ostříkávány a ozařovány ve stále stejné cyklu. Ostříkávání každé 3 minuty, suché období 17 minut. Celková doba povětrnosti je 2500 hodin.

2) Po ukončení cyklů se vzorek vizuálně zhodnotí.

5.10 Teplotní odolnost

U podlahoviny ze syntetických pryskyřic se objevují deformace již při relativně nízkých teplotách, obvykle do 90 °C. Tepelná odolnost syntetických pryskyřičných podlah závisí na několika faktorech:

a) Záleží na povaze a typu zdroje tepla. Teplo šířené vzduchem, sáláním nebo konvekčně, nemá vzhledem k nízké tepelné kapacitě vzduchu zásadní význam, pokud se podlaha nenachází v extrémních podmínkách, například v blízkosti pece. Velký význam však mají horké kapaliny v kontaktu s podlahou, které zaručí mnohem vyšší přenos tepla.

b) Další aspekt je doba trvání kontaktu tepla s podlahou. Zvýšením teplotní odolnosti podlahy lze docílit odvodnění plochy do kanalizace, čímž se zbavíme objemu horké kapaliny. Pokud nelze odvodnit povrch podlahy, instalují se do provozu chladicí spreje, které fungují jako vodní clona a ochlazují podlahu. Dlouhodobé vystavení vysokým teplotám může vést k tomu, že povrch podlahy se stane křehčí a méně pružný, v nejhorším případě dojde k praskání povrchu.

c) Porušení může být způsobeno nesprávnou manipulací s parním čistícím strojem, který může způsobit změkčení. Dochází k tomu v důsledku vysokého tlaku a teploty čistícího zařízení, nebo když pracuje stroj na jednom místě příliš dlouho. [17]

5.11 Pevnost

Pevnost materiálu je mezní schopnost materiálu vzdorovat silovým účinkům zatížení. Pevnost se zpravidla vztahuje na počáteční průřezové rozměry před zatěžováním, někdy eventuálně i na jmenovitý průřez udávaný výrobcem materiálu. [1]

Pro zkoušení pevnosti polymerních hmot se využívá norma pro stanovení pevnosti cementu.

Metody zkoušení cementu – Část 1: Stanovení pevnosti ČSN EN 196-1:

Princip zkoušky:

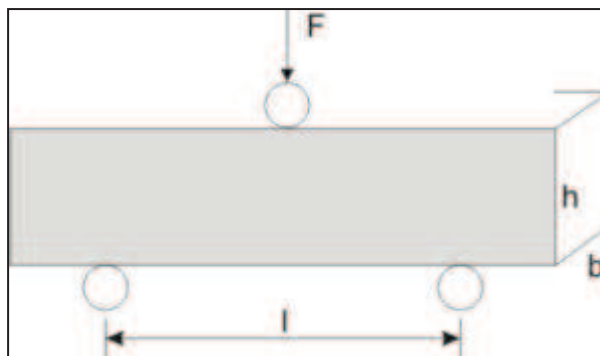
Pomocí této metody se stanovuje pevnost v tahu ohybu a pevnost v tlaku na zkušebních trámečcích o rozměrech 40 mm x 40 mm x 160 mm.

Postup zkoušky:

1) Při stanovení pevnosti v tahu za ohybu se nejprve trámeček vloží do zkušebního stroje na válcové podpory kolmo na směr zhutnění.

2) Zatěhuje se silou rychlostí (50 ± 10) N/s až do zlomení a odečte se potřebná síla a vypočte se pevnost v tahu za ohybu (MPa).

3) Při stanovení pevnosti tlaku se provádí na zlomcích z pevnosti v tahu za ohybu, zlomky se zatěžují tlakovou silou kolmo na směr zhutnění, rychlostí (2400 ± 200) N/s až do porušení, odečte se potřebná síla a vypočte se pevnost v tlaku (MPa).



Obr. 9: Zatížení v tahu za ohybu [43]

Pevnosti v tahu za ohybu převzaté z technických listů společnosti zabývajících se produkcí polymerních podlahovin:

15 – 25 MPa [22], 20 – 30 MPa [9], 25 MPa [23]

Pevnost v tlaku:

90 – 110 MPa [9], 60 MPa [23], 68 MPa [24]

5.12 Oděruvzornost

Oděruvzdornost je odolnost vůči mechanickému odírání povrchu podlahy, odírání vzniká důsledkem například pojížděním kol vozidel ve skladech nebo garážích.

Stanovení odolnosti nátěrů proti oděru v přístroji Taber-Abraser oděrovými kotouči ČSN 67 3078

Princip zkoušky:

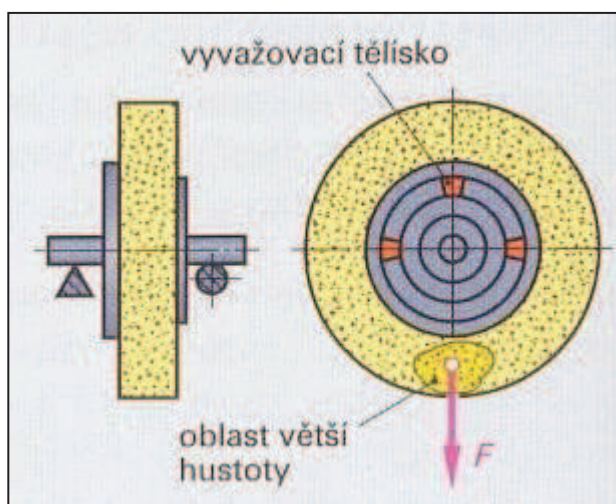
Stanovení hmotnostního úbytku nátěrového filmu po oděru v přístroji Taber-Abraser za stanovených podmínek.

Postup zkoušky:

1) Vzorek se zváží na analytických vahách s přesností na 0,1 mg.

2) Vzorek se upne do přístroje a provede se předepsaný počet oděrových cyklů (s ohledem na druh zkoušeného nátěru a na dosahované hmotnostní úbytky), není-li předepsáno jinak, tak se používá 1000 cyklů a hmotnostní úbytek musí být minimálně 50 mg.

3) Vzorek se vyjme z přístroje, opráší se a po 10-ti minutách se zváží.



Obr. 10: Brusný kotouč Tabber - Abraser [44]

Vyhodnocení bez vzorků, které byly prodřeny až na podklad. Ke zpracování výsledku zkoušky se použije nejméně 5 vzorků. [13]

Hodnoty převzaté od výrobců podlah:

Oděruvzdornost (hmotnostní úbytek): 60-65 mg [27], [28]

5.13 Skluznost povrchu

Povrch podlahových systémů musí splňovat požadavky na bezpečnost proti skluzu. Musí se počítat s tím, že skluznost nášlapné vrstvy nátěru se může měnit s vlhkostí nebo znečištěním povrchu, tím vzniká možnost pádu nebo smyku. [16]

Obecně platí, že čím hladší a méně porézní povrch polymerní podlahy, tím se lépe udržuje v čistotě a zajišťuje vynikající protiskluznou úpravu za suchých podmínek. Na mokřem povlaku se zajistí odolnost proti skluzu povrchovou texturou hrubšího zrna plniva, nicméně se sníží čistitelnost podlahy a je tedy

nutné zvolit kompromis mezi těmito dvěma směry v závislosti na typu provozu, ve kterém má podlaha plnit svoji funkci. [17]

Norma ČSN 74 4507 udává, že součinitel smykového tření ve veřejných prostorách by měl být větší nebo roven 0,5.

Odolnost proti skluznosti povrchu podlah-Stanovení součinitele smykového tření ČSN 74 4507

Princip zkoušky:

Horizontální nucené klouzáni zkušebního standardu konstantní rychlostí při konstantním zatížení, ze změřené třecí síly se stanoví součinitel smykového tření.

Zkušební tělesa:

Příprava těles se provádí nanášením lité podlahy na takový povrch, na který by byla aplikována i v praxi. Těleso má rozměry 300 x 700 mm, přičemž delší z rozměrů je směr klouzáni. Povrch se před zkouškou očistí omytím 5 % roztokem saponátu.

Postup zkoušky:

1) Zkušební těleso se vloží do zkušebního zařízení na něj se položí zkušební standard, jehož podélná osa se musí shodovat se směrem kluzu a standard se zatíží.

2) Nastaví se rychlost kluzu na $v_s = 0,5 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ a změří se třecí síla F_s na dráze 10 mm a kluz se dokončí při $v_d = 200 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ na dráze nejméně 300 mm a změří se síla F_d .

3) Standard se očistí a vrátí se do výchozí polohy, posune se o jednu šířku, aby byl kluz vykonán po nedotčeném povrchu. Toto měření se provádí pětkrát. [13]

6 Příklady častých pochybení při aplikaci podlahy

Poruchy polymerních podlah, bývají způsobené nedodržením správného postupu pracovníků při zhotovení podlahy přímo na místě, zvolením špatného materiálu nebo pokládkou za špatných povětrnostních podmínek.

1) Nesprávná volba tloušťky k danému tlakovému zatížení

Jedná se hlavně o nanesení úzké tloušťky hmoty a nemožnost této vrstvy přenesení tlakových sil a s tím spojené destrukce podlahy.

2) Nesprávná volba hmoty

Při návrhu se musí uvážit prostředí, jemuž bude podlaha vystavena. Zvolením správného typu hmoty se docílí vhodnosti do provozů, kde je požadována zvýšená chemická odolnost, větší zatížení obrusem nebo působení vysokých teplot.

3) Nesprávná příprava podkladu

Špatné ošetření podkladu před nanesením hmoty (zbavení nečistot, použití penetrační hmoty) má za následek špatnou přilnavost podlahy k podkladu.

4) Nedodržení doporučených teplot podkladu a hmoty či změna teplot následkem průvanu

Nedodržením tohoto pravidla hrozí vznik nevratných vad estetického charakteru povrchu podlahy projevující se ztrátou lesku, vrásněním, bublin po nedostatečném odvzdušnění hmoty. S tímto je spojená i ztráta mechanické a chemické odolnosti.

5) Nedodržení pravidla o rosném bodu-kondenzace vzdušné vlhkosti na podklad či podlahu:

Při působení vzdušné vlhkosti na povrch podlahy dochází k estetickým poruchám v podobě ztráty lesku do matu nebo bílých fleků. U vícevrstvých podlah následkem působení vzdušné vlhkosti při rosném bodu pozorujeme delaminaci jednotlivých vrstev.

6) Použití nesprávné vazné penetrace a kombinace hmot od různých výrobců

Při teplotních změnách se volí pružná penetrační hmota, jinak by v důsledku těchto změn mohly vzniknout praskliny. Důležité je nanést penetraci v takovém množství, aby spolehlivě vyplnila všechny póry v podkladu.

7) Nepoužití jedné výrobní šarže

Použití více výrobních šarží může zapříčinit odchylky v odstínu barvy podlahy. [9]

7 Teoretické zlepšení povrchové odolnosti

Zamyslíme-li se nad možnostmi zlepšení povrchové odolnosti, tak se nejprve musíme zamyslet nad každým prvkem podlahového systému, u kterého očekáváme náchylnost ke snížení mechanických a chemických odolností. Dále je třeba zvážit faktory, jež by teoreticky mohly ovlivnit zlepšení těchto vlastností.

7.1 Mechanická odolnost

Pro zlepšení povrchové odolnosti jsou nejdůležitější správné aplikační podmínky a správná aplikační technologie. Stěžejní je volba matrice. Lepší odolnost v obrušování se dá docílit realizací tzv. QS systému.

7.1.1 QS Systém

Provedení QS systému se skládá z jednotlivých technologických kroků od zajištění dostatečné přídržnosti až k finální úpravě povrchu podlahy.

Technologie provedení

Nanesení penetrační vrstvy ve spotřebě cca 0,5 kg/m²

Do „živé“ penetrace přesyp křemičitým pískem (0,3 – 0,8 mm), pískem přesyp až do sucha ve spotřebě cca 4 – 5 kg/m²

Po 24 hodinách při 20 °C vysátí přebytečného písku. Obroušení parketovou bruskou a opětovné vysátí průmyslovým vysavačem

Aplikace Lena P 128 ve spotřebě 0,7 kg/m², která se rozetře kovovým hladítkem a poté do kříže válečkovat velurovým válcem

Dodržením tohoto technologického postupu lze docílit protismykového povrchu.

Další zlepšení mechanické odolnosti

Další možnost je plnění hmoty ku plnivu (tj. křemičitý písek, sklo, atd.) v poměru 1 : 6 až 1 :12. Takto zvoleným poměrem lze teoreticky dosáhnout zdokonalení odolnosti v rázu, pevnosti v tlaku a odolnosti vůči obrusu. Eventuální zkoušení by probíhalo v závislosti na vybrané matrici a plnivu.

7.1.2 Tloušťka vrstvy

Stejně tak jako u jiných stavebních materiálů, kde si například zvětšením průřezové plochy zajistíme vyšší únosnost konstrukce, tak i polymerních podlah zvýšíme mechanickou odolnost vyšší tloušťkou povrchu.

Známe-li předpokládanou náročnost provozu, tak jsme schopni určit i tloušťku podlahové vrstvy. Rozlišit musíme prostory sloužící pouze k pohybu osob (administrativa), pojíždění lehkých vozidel (garáže, sklady) nebo těžká vozidla a stroje v průmyslových halách.

7.2 Chemická odolnost

Odlišnost chemické agresivity je závislá na typu látek, které na povrch syntetické podlahy působí. Nicméně objektivní zhodnocení zlepšení chemické odolnosti je předmětem dlouhodobého zkoumání. Uvádím pouze možnosti na základě informací z předchozího textu.

7.2.1 Vhodně zvolené plnivo

Základním kamenem podlahy je plnivová složka, která je nositelem odolnosti proti mechanickému opotřebení. V praxi funkci plniva nejčastěji zastává čistý křemičitý písek, jehož předností je chemická stálost. Zkoušení

alternativních plniv je zajímavé hned ze dvou aspektů, jednak šetření přírodních zdrojů (např.: skelné recykláty) a dále vylepšení chemických vlastností podlahy.

Potenciál mikromletého skla

Polymerní podlahy mohou být za různých okolností napadány chemicky agresivními látkami, ne všechna plniva však odolávají těmto zvýšeným nárokům na chemickou odolnost. Použitím mikromletého skla se zlepšuje, respektive prodlužuje chemická odolnost. Samotná matrice musí danému zatížení odolávat. Sklo pouze odstíní chemikálii a matrice není tak intenzivně zatěžovaná.

7.3 Estetické požadavky

Pohledové vlastnosti podlahy mohou být narušeny i fyzikálními vlivy. Těmto problémům lze předejít vhodnou volbou organického pojiva.

7.3.1 Použití vodou ředitelných hmot

Vyskytne-li se v podkladu podlahy z bezrozpouštědlové hmoty tlaková voda (vlivem zvýšení teplot), zabraňuje nebo dokonce vytlačuje penetrační hmotu z pórů. V tomto případě penetrační hmota neplní funkci vazného můstku a dochází ke snížení adheze. V další fázi je tlaková voda schopna působit takovou silou, že vytlačí na povrch puchýře.

Použitím vodou ředitelné hmoty, docílí-li se zakotvení vazné penetrace, nedochází ke vzniku defektů (puchýřů). Vodou ředitelné podlahy obsahují póry, kterými může tlaková voda odcházet do ovzduší. Póry vznikají díky vodě, která je zakomponovaná ve hmotě. Voda se při vytvrzování pomalu odpařuje a vytváří za sebou drobné póry. [9]

D PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části byly zkoušeny mechanické vlastnosti běžně používaných hmot pro zhotovení podlah. Při podrobení zkoušce mechanickým namáháním se tyto materiály nacházely ve vytvrzeném stavu. Použité suroviny byly dodány přímo společnostmi zabývající se problematikou a realizací polymerních povrchů Lena Chemical.

8 Použité vstupní suroviny

Pojivové složky systému nátěru jsou hořlaviny III. respektive IV. třídy, dále jsou dráždivé s leptavými účinky. Z tohoto důvodu je nutno s nimi pracovat velice obezřetně a používat ochranné gumové rukavice.

8.1 Lena Chemical P 102

Jedná se o nízkoviskózní dvoukomponentní bezrozpuštědlovou hmotu na bázi epoxidové pryskyřice. Využití tohoto materiálu spočívá zejména ve vytvoření vazného můstku k podkladní vrstvě. Hmotu lze aplikovat na různé typy povrchů a to např.: suché i vlhké betony, kovy, dále jako pojící vrstva mezi starý a čerstvý beton.

Podmínky zpracování:

Při samotném nanášení hmoty je nutné brát v úvahu teplotu podkladní vrstvy, jež by neměla klesnout po 5 °C a přesáhnout 30 °C, teplota podkladu doporučená výrobcem je pak 20 °C a teplota okolního prostředí nesmí být nižší než 3 °C nad rosným bodem. Za žádných okolností nesmí povrch čerstvě nanesené hmoty přijít do styku s vodou a to ani při samotné aplikaci. Stávající povrch musí být zdrsňen, zbaven prachu a ostatních nečistot.

Způsob zpracování:

Hmota je dodávána ve vhodném mísicím poměru A : B, tyto se musí důkladně promísit pomocí pomaluobrátkového míchadla rychlostí 300/400 ot./min. po dobu 3 minut. Takto připravený materiál se přelije do jiné nádoby, kde se opět promíchá. Nanášení probíhá v době zpracovatelnosti pomocí

štětce, válečku nebo gumovou stěrkou. Spotřeba Lena P 102 činí cca 0,6 kg/m².

Technická data:

Měrná hmotnost při 20 °C: 1,11 kg/l

Viskozita při 20 °C, složka A: 400 ± 100 mPa*s

Viskozita při 20 °C, složka B: 900 ± 250 mPa*s

Povrch: hladký, lesk až mat

Mísicí poměr: A:B dle váhy 1,8 : 1 nebo dle etikety na obalu

Barva: čirá až žlutohnědá, možný lehký zákal

Zpracovatelnost při 20 °C: cca 40 minut

Schnutí při 20 °C: další vrstva cca 24 hodin

mechanická pevnost 4 až 5 dní

plně vytvrzený 7 dní

Pevnost v tlaku: 65 N/mm²

Pevnost v tahu: 39 N/mm²

Pevnost v ohybu: 60 N/mm²

E-modul: 2900 N/mm²

Přilnavost k betonu 2,7 N/mm²

8.2 Lena Chemical P 128

Tato potěrová hmota má funkci uzavírací nášlapné vrstvy. Je to bezrozpouštědlová vysoce pigmentovaná hmota o nízké viskozitě a na bázi epoxidové pryskyřice. Potěr je vhodný pro realizaci podlah např.: ve skladech, parkovištích nebo ve školních prostorách. Tyto podlahy vykazují odolnost vůči mechanickému a chemickému zatížení, stálobarevnost a snadnou čistitelnost.

Podmínky zpracování:

Teplota podkladu, na který bude stěrka nanášena, nesmí být nižší než 5 °C a vyšší než 30 °C, přičemž minimální doporučená teplota výrobcem je 12 °C a za ideál se považuje 20 °C, teplota okolí nesmí klesnout pod 3 °C nad rosným bodem. Při nanášení a následném vytvrzování nesmí přijít povrch do kontaktu

s vodou. Hmoty se nanášejí na vytvrzený vazný můstek, který musí být prost nečistot, mastnot, jež by mohli snižovat adhezi systému stěrka/ vazný můstek.

Způsob zpracování:

Suroviny jsou společností Lena Chemical dodány ve vhodném mísicím poměru, obě složky se smísí pomaluobrátkovým míchadlem rychlostí 300 až 400 ot./min. po dobu 3 minut. Poté se směs přelije do jiné nádoby a opět promíchá. Nanášení hmoty probíhá nejčastěji zubovou stěrkou při spotřebě cca 2 kg/m² při síle vrstvy 1,3 mm, takto aplikovaný nátěr se ještě odvzdušní neválečkováním válečkem s hroty v období poloviny doby zpracovatelnosti.

Technická data:

Specifická hmotnost při 20 °C: 1,5 kg/l

Povrch: pololesklý

Mísicí poměry: A : B dle váhy nebo dle etikety na obalu

Zpracovatelnost při 20 °C: 20 min.

Schnutí při 20 °C: přepracovatelný do 24 hod.

porůzný po 24 – 36 hod.

plně vytvrzený 7 dní

Pevnost v tlaku: 52 N/mm²

Pevnost v ohybu: 40 N/mm²

Protiskluznost za sucha: 0,8

za mokra 0,7

Reakce na oheň: B_{fl}

Přidržnost: 3,0 N/mm²

Teplotní odolnost: do 50 °C (krátkodobě až 80 °C) [9]

8.3 Plniva

Jelikož plnivo tvoří jakousi nosnou kostru podlahového systému, budou různé typy plniv vzájemně srovnávány a bude se posuzovat jejich schopnost ovlivnění mechanické odolnosti povrchu.

Pro praktickou část byla určena plniva získaná jako skelný recyklát, zvolení druhů plniv bylo cílené, důvodem je návaznost práce na již ověřené

výsledky. Na vzorek první byl použit recyklát z autoskla namleté v laboratorním mlýně na frakci 0,045 mm, pro druhý povrch byl použit recyklát z odpadního obalového skla o stejné frakci. Princip získání obou surovin je popsán v kapitolách 3.3.3 resp. 3.3.4.

9 Provádění zkoušky

Receptury pro polymerní nátěry byly zvoleny v návaznosti na zkušenostech z předchozího výzkumu. Povrchy, které byly zkoušeny, se od sebe lišily pouze typem použitého plniva. Zkoušky prováděné na těchto nátěrech jsou pouze informativního charakteru a slouží jako předstupeň jejich dalšího rozšíření.

9.1 Zkouška soudržnosti s podkladem

Zkouška byla provedena v souladu s normou ČSN EN 1542 (73 2115), jejíž přesný postup a princip je vysvětlen v kapitole 5.6.

Příprava zkušebních těles:

Prvním úkolem byla příprava vzorku, který bude sloužit jako nosič podlahového nátěru. Za zkušební těleso byla přijata betonová dlaždice o tloušťce 2,5 cm, která byla rozříznuta na dvě poloviny. Z důvodu „mokrého“ řezání se nechaly oba dílce vysušit v sušárně při teplotě 105 °C. Mezitím jsem si u penetrační hmoty Lena P 102, dle předpokládané spotřeby materiálu na plochu (s ohledem na „savost“ povrchu), přepočítal hmotnostní poměr složky A ku složce B viz. Tabulka 1.

Receptura penetrace Lena P 102	
Složka A (g)	88,5
Složka B (g)	49,0

Tab. 1: Receptura penetrace

Po vyjmutí obou vzorků ze sušárny, jsem počkal, až klesne teplota jejich povrchu na teplotu laboratorního prostředí. Poté jsem smísil v plastové nádobce složku A a B a na oba vzorky nanesl vrstvu penetrace klasickým štětcem. Dlažba se nechala volně schnout v laboratorních podmínkách po dobu 7 dní.



Obr. 11: Vzorek natřený penetrací Lena P 102

Další krok spočíval v nanesení hmoty Lena P 128, jakožto nosné a zároveň pečetící stěrky. Na základě znalosti spotřeby hmoty na m^2 , byl proveden totožný výpočet poměrů složek A a B, jako v případě penetrace. Celkem byly provedeny tři povrchy každý o rozměrech 20 x 20 cm, přičemž jeden byl referenční a již obsahoval plnivo od výrobce, zbývající dva povrchy byly plněny recyklátem z autoskla a obalového skla. Plnění činilo 35 %, z hmotnosti polymerních složek. Množství plnění 35 % bylo ověřeno na základě předchozího výzkumu, kde se z hlediska zpracovatelnosti směsi ukázalo jako nejvhodnější. Ještě před samotným nanesením byly vzorky oblepeny papírovou páskou za účelem dosažení rovnoměrného povrchu nátěru. Složka A se smíchala se složkou B a plnivo se pro lepší rozmíchání přidalo nadvakrát. Po aplikaci hmoty klasickým štětcem se dlaždice nechaly 7 dní v laboratorním prostředí, aby došlo k dokonalému vytvrzení povrchu.

Receptura nátěru				
Plnivo	Obsah plniva (%)	Složka A (g)	Složka B (g)	Obsah plniva (g)
Referenční	-	65,5	14,5	-
autosklo	35	36	15,5	28,5
odpadní sklo	35	36	15,5	28,5

Tab. 2: Jednotlivé receptury nátěrů pro zkušební vzorky



Obr. 12: Vzorek Lena P 148, plnivo vlevo autosklo, plnivo vpravo odpadní sklo



Obr. 13: Lena P 148, plněno výrobcem

Provedení zkoušky

Na kovové terče jsem nanесl vrstvičku dvousložkového lepidla Sikadur a přitiskl k vytvrzenému povrchu a nechal lepidlo vytvrdit po dobu 24 hodin. Okolo pevně přilepených terčů jsem kotoučovou pilou přerušil vazbu na okolní plochu podlahoviny. Na každém druhu povrchu byly provedeny tři odtrhy přístrojem Dyna. Toto moderní zařízení vyhodnotilo přídržnost rovnou v MPa viz. Tabulka 2.



Obr. 14: Příprava ocelového terče pro odtrh



Obr. 15: Příprava ocelových terčů pro odtrh

Podle způsobu porušení lze pozorovat tři různé defekty:

Porušení v podkladu

Porušení na styku povrchové úpravy a podkladu

Porušení ve vrstvě povrchové úpravy



Obr. 16: Dyna – zkušební zařízení pro odtrhovou zkoušku

Druh plniva (35 %)	Přidržnost-odtrh 1 (Mpa)	Způsob porušení
Referenční	1,86	porušení v podkladu
autosklo	1,56	porušení ve vrstvě povrchové úpravy
odpadní sklo	2,01	porušení ve vrstvě povrchové úpravy

Tab. 3: Hodnoty prvního odtrhu

Druh plniva (35 %)	Přidržnost-odtrh 2 (Mpa)	Způsob porušení
Referenční	2,1	porušení ve vrstvě povrchové úpravy
autosklo	1,71	porušení ve vrstvě povrchové úpravy
odpadní sklo	1,85	porušení ve vrstvě povrchové úpravy

Tab. 4: Hodnoty druhého odtrhu

Druh plniva (35 %)	Přidržnost-odtrh 3 (Mpa)	Způsob porušení	Průměrné hodnoty odtrhů (MPa)
Referenční	1,97	porušení ve vrstvě povrchové úpravy	1,98
autosklo	1,45	porušení ve vrstvě povrchové úpravy	1,57
odpadní sklo	2,01	porušení ve vrstvě povrchové úpravy	1,96

Tab. 5: Hodnoty třetího odtrhu, celkové průměrné hodnoty

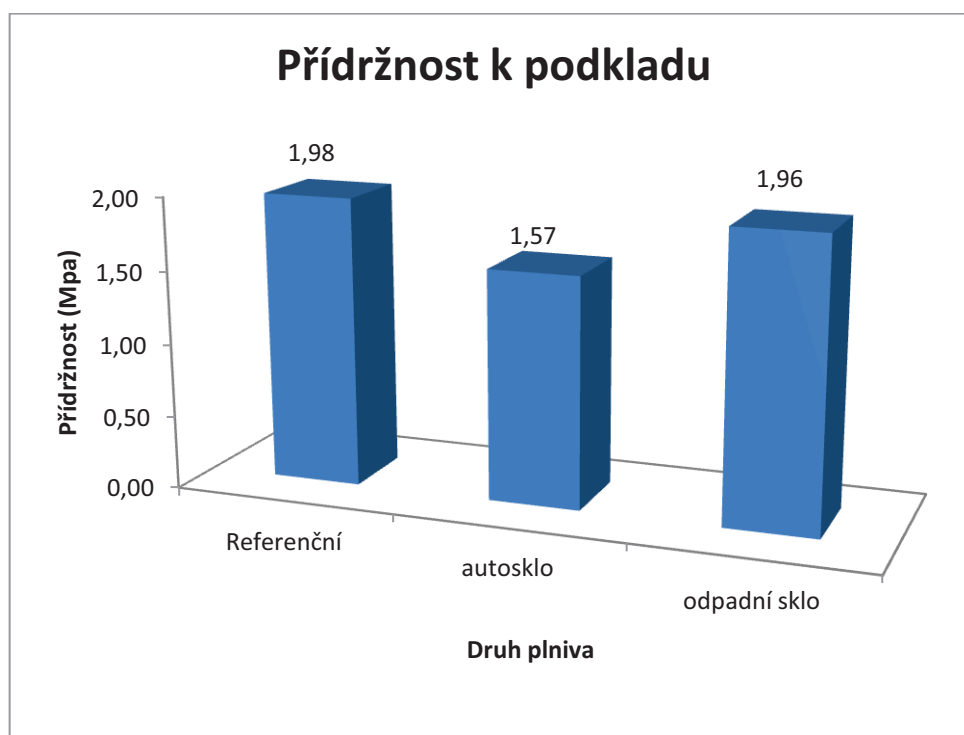


Obr. 17: Odtrh Lena P 148, plnivo od výrobce



Obr. 18: Lena P 148, vlevo plnivo autosklo, vpravo plnivo obalové sklo

Grafické vyhodnocení:



Graf 1: Přidržnost k podkladu

9.2 Zkouška rázové odolnosti

Provedení zkoušky bylo formou modifikovaného postupu dle normy: ČSN EN ISO 6272-1 - Náhled Nátěrové hmoty - Zkoušky rychlou deformací (odolnost proti úderu) -Část 1: Zkouška padajícím závažím, velká plocha úderníku

Modifikace zkušebního postupu

Předmětem modifikace rázové odolnosti bylo na mě zamyslet se nad tím, jakým způsobem by se dal předdefinovat jednoduchý a efektivní pracovní postup a způsob vyhodnocení zkoušky.

Sestrojil jsem vlastní zkušební zařízení, které se skládalo z prvku zajišťující kolmý dopad závaží na povrch. Závaží mělo pevně stanovenou hmotnost. Předpokladem bylo, že volně dopadající závaží bude způsobovat viditelné defekty. Vyhodnocení rozdílných poškození povrchů jsem porovnal s tabulkou, kdy jsem vzestupně k závažnosti poruchy přiřadil příslušný počet hvězdiček.

Předmětem normy podle ČSN EN je hodnocení odolnosti suchého filmu nátěru proti odlupování nebo praskání vlivem dopadu kovového závaží na jeho povrch. Toto závaží je zakončeno úderníkem, který má průměr 20 mm.

Podstata zkoušky normové

Nátěr se nanese na povrch vzorku, po vytvrdnutí nátěru se na jeho povrch spustí závaží z takové výšky, že způsobí deformaci povrchu. Následným postupným zvyšováním výšky pádu závaží se zjistí hodnota, při které dojde k poškození povrchu.

Příprava zkušebních těles:

Pro praktickou zkoušku tvrdosti povrchu byla využita stejná tělesa připravená již pro zkoušku přídržnosti, viz kapitola 9.1.

Postup praktické zkoušky

Sestavil jsem si zkušební zařízení, které se skládalo ze zatěžovacího tělesa, jehož úderník měl plochu 20 mm (ocelový vrut+závaží). Další část zařízení byl papírový tubus, který zaručoval kolmý dopad na povrch.

Při prvním pokusu jsem určil výšku dopadu na 1 m a dopadající závaží mělo hmotnost 1 kg. Po dopadu na povrch nebyly viditelné žádné výrazné defekty a tak jsem přidal další závaží o celkové hmotnosti 2 kg. Dopad na povrch nezpůsobil ani na jednom typu nátěru žádné porovnatelné defekty, bylo tedy nezbytné nastavit tubus na celkovou výšku 2 m. Po pádu opět nenastal žádný porovnatelný defekt, a tudíž jsem přidal ještě 0,5 kg závaží, celkem tedy 2,5 kg. Tato výška pádu i váha dopadajícího závaží se ukázala jako vhodná a vzniklé defekty byly vizuálně posouzeny a porovnány s vytvořenou tabulkou.

*	Bez defektu
**	Promáčknutí - bez proniknutí na podklad
***	Promáčknutí - s proniknutím na podklad

Tab. 6: Klasifikační tabulka dle vzniklého defektu

Druh plniva (35 %)	Defekt
Referenční	**
autosklo	***
odpadní sklo	**

Tab. 7: Vyhodnocení defektů nátěrů



Obr. 19: Referenční vzorek, Lena P 128, plnivo od výrobce



Obr. 20: Lena P 128, plnivo autosklo



Obr. 21: Lena P 128, plnivo obalové sklo

9.3 Zkouška pevnosti tahu za ohybu a pevnosti v tlaku

Zkouška byla prováděna dle Metody zkoušení cementu – Část 1: Stanovení pevnosti ČSN EN 196-1, popsaná v kapitole 5.11. Tato metoda je specifikována pro trámečky o rozměrech 40 x 40 x 160 mm, já jsem použil formy 20 x 20 x 100 ze silikonu, výhoda silikonové formy tkví ve snadnějším odbedňování trámeček z polymerních hmot. Ovšem musí se obezřetně postupovat při dosazování do výpočtového vztahu, kde vzdálenost podpěr je 80 mm.

Postup praktické zkoušky

K přípravě zkušebních trámeček byla použita hmota Lena P 128, ze znalosti objemu formy a specifické hmotnosti hmoty jsem si spočítal její potřebné množství. Dále jsem přepočítal výrobcem stanovený poměr složek A a B, plnění bylo určeno 35 % z hmotnosti hmoty. Celkem byly zhotoveny 3 sady trámeček, přičemž první byla referenční již s obsahem plniv od výrobce, další dvě sady trámeček byly plněny buď autosklem, nebo obalovým sklem. Každá

sada obsahovala čtyři zkušební vzorky, kdy dva byly podrobeny zkoušce po 7-mi dnech a dva po 28-mi dnech.

Suroviny jsem smíchal v plastové nádobce a postupně naplnil silikonové formy. Po 24 hodinách jsem trámečky odformoval a nechal zrát v laboratorním prostředí. Po 7-mi dnech byla provedena zkouška v tahu za ohybu a na zlomcích tlaky, to samé se opakovalo jako 28-mi denní pevnosti.

Vzorek	Výška (mm)		Šířka (mm)		Délka (mm)		Hmotnost (g)	Objemová hmotnost (kg/m ³)	Objemová hmotnost Ø (kg/m ³)
Ref. A	19,70	19,83	19,78	19,82	99,94	99,97	56,22	1430	1440
Ref. B	19,67	19,78	20,16	19,98	99,94	99,92	56,88	1440	
Auto A	19,55	19,63	19,86	19,93	99,93	99,94	58,29	1490	1500
Auto B	18,83	18,86	19,86	19,95	99,95	100,02	56,45	1500	
Obal. A	19,84	20,13	19,79	20,01	99,89	99,78	59,94	1490	1490
Obal. B	20,00	20,26	19,97	19,92	99,91	100,02	60,27	1490	

Tab. 8: Naměřené hodnoty po 7-mi dnech

Vzorek	F _f (kN)	Ø F _f (kN)	Ø R _f (MPa)
Ref. A	1,2	1,2	18,9
Ref. B	1,3		
Auto A	1,8	1,8	27,3
Auto B	1,8		
Obal. A	1,1	1,1	15,5
Obal. B	1,0		

Tab. 9: Pevnost v tahu za ohybu po 7-mi dnech

Vzorek	F ₁ (kN)	F ₂ (kN)	R _{c1} (Mpa)	R _{c2} (Mpa)	Ø R _f (Mpa)
Ref. A	18,8	19,0	47,0	47,5	47,9
Ref. B	19,5	19,4	48,8	48,5	
Auto A	24,0	23,8	60,0	59,5	60,8
Auto B	25,0	24,5	62,5	61,3	
Obal. A	18,6	18,3	46,5	45,8	45,9
Obal. B	18,1	18,4	45,3	46,0	

Tab. 10: Pevnosti v tlaku po 7-mi dnech

Vzorek	Výška (mm)		Šířka (mm)		Délka (mm)		Hmotnost (g)	Objemová hmotnost (kg/m ³)	Objemová hmotnost Ø (kg/m ³)
Ref. A	20,30	20,08	19,96	19,90	99,78	99,74	58,32	1460	1460
Ref. B	20,05	19,82	19,90	19,96	99,50	99,48	57,18	1450	
Auto A	19,98	20,11	20,23	20,05	99,72	100,00	60,69	1510	1510
Auto B	20,00	20,08	20,05	20,03	100,08	99,92	60,69	1510	
Obal. A	20,20	20,32	19,90	19,95	99,92	100,37	61,19	1500	1500
Obal. B	20,04	20,20	20,03	20,07	99,90	99,84	60,22	1490	

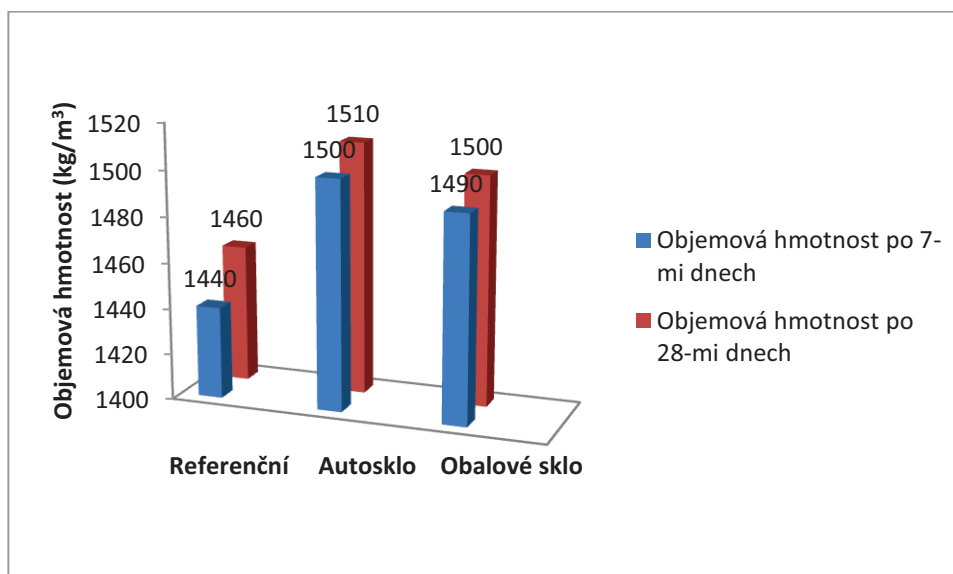
Tab. 11: Naměřené hodnoty po 28-mi dnech

Vzorek	F _f (kN)	Ø F _f (kN)	Ø R _f (MPa)
Ref. A	2,9	2,8	41,3
Ref. B	2,6		
Auto A	2,6	2,6	37,9
Auto B	2,5		
Obal. A	2,7	2,6	38,5
Obal. B	2,6		

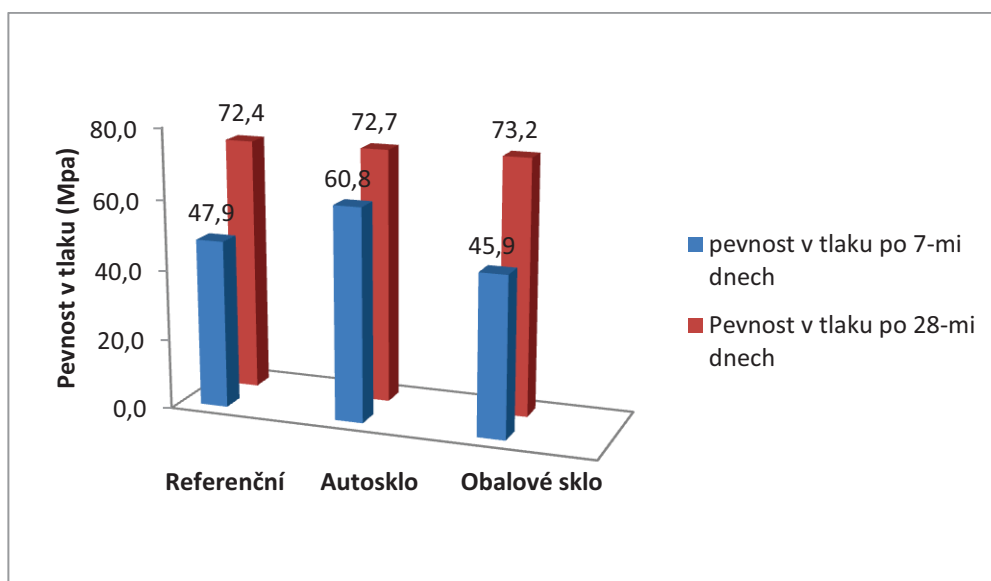
Tab. 12: Pevnosti v tahu za ohybu po 28-mi dnech

Vzorek	F ₁ (kN)	F ₂ (kN)	R _{c1} (Mpa)	R _{c2} (Mpa)	Ø R _f (Mpa)
Ref. A	28,6	29,0	71,5	72,5	72,4
Ref. B	29,3	29,0	73,3	72,5	
Auto A	29,1	29,2	72,8	73,0	72,7
Auto B	29,0	29,0	72,5	72,5	
Obal. A	28,9	29,4	72,3	73,5	73,2
Obal. B	29,3	29,5	73,3	73,8	

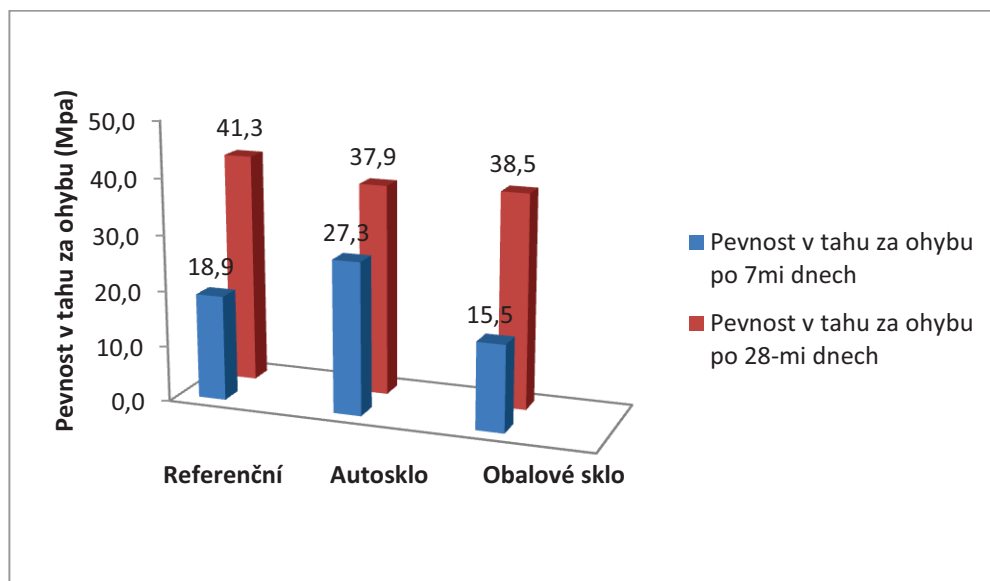
Tab. 13: Pevnosti v tlaku po 28-mi dnech



Graf 2: Objemová hmotnost vytvrzené hmoty po 7-mi a 28-mi dnech



Graf 3: Pevnost v tlaku po 7-mi a 28-mi dnech



Graf 4: Pevnost v tahu za ohybu po 7-mi a 28-mi dnech

9.4 Diskuze k výsledkům praktické části

V praktické části byly použity suroviny dodané společností Lena Chemical, z nichž jsem zhotovil zkušební vzorky. Plniva získaná ze skelných recyklátů jsem dostal již pomletá na vhodnou frakci. Zkoušky ověřovaly mechanickou odolnost a pevnostní charakteristiky.

V první zkoušce jsem pomocí odtrhů testoval přídržnost vytvrzené hmoty k betonovému podkladu. Při vizuálním posouzení odtrhů referenčního povrchu jsem zjistil, že v jednom případě nastal kolaps betonového podkladu, ostatní ve vrstvě nátěru. Povrchy plněny odpadním sklem doznaly porušení ve vrstvě povrchové úpravy a ze zkoušených odtrhů dosáhly společně s referenčními nejvyšších hodnot přídržnosti. Povrch plněný autosklem byl porušen rovněž ve vrstvě povrchové úpravy a zde jsem zjistil přídržnost o 25 % nižší než u dvou předchozích. Vzhledem k tomu, že výrobce deklaruje přídržnost 3 MPa, tak v tomto ohledu nevyhověl ani jeden povrch.

Druhá zkouška prokazovala povrchovou odolnost při působení rázového zatížení. Na povrchy dopadalo závaží stejné hmotnosti, ze stejné výšky. Vyhodnocení zkoušky proběhlo na základě vizuálního posouzení. Jako nejodolnější se ukázal povrch opatřený referenční hmotou, ten odolal rázu pouze promáčknutím. Podobně i když s hlubším promáčknutím obstál povrch plněný obalovým sklem. Defekt až na podkladní vrstvu jsem shledal na

podlahovině plněné autosklem. Závěrem je nutno dodat, že výsledky této zkoušky mohly být značně ovlivněny nestejnou tloušťkou nanesené hmoty.

Poslední provedenou zkouškou bylo zjištění pevnosti v tahu za ohybu a v tlaku. Pevnosti jsem zjišťoval po 7-mi a 28-mi dnech. Kdy dosáhla nejvyšších 7-mi denních pevností v tahu za ohybu tělesa plněná autosklem, obalové sklo dosáhlo pouze 50 % pevnosti autoskla. Nejvyšší pevnost v tahu za ohybu po 28-mi dnech měla tělesa z referenční hmoty, ačkoliv autosklo i odpadní sklo dosáhlo hodnot jen o málo nižších. Pevnost v tlaku byla po 7-mi dnech nejvyšší u autoskla, po 28- mi dnech se pevnosti všech zkoušených materiálů srovnaly do takřka stejných hodnot. Jako zajímavé se jeví autosklo, jež dosahuje vysokých 7-mi denních pevností. Výrobce se ve svých technických listech prokazuje pevností v tahu za ohybu 40 MPa, což odpovídá mnou zkoušeným vzorkům. Uvádí pevnost v tlaku 52 MPa, kterou moje vzorky po 28-mi dnech převyšují o cca 30 %.

E ZÁVĚR

Zadáním mé bakalářské práce bylo osvětlit aspekty ohledně povrchové odolnosti syntetických podlah. Podstatnou část své práce jsem věnoval možnostem zkoušení zejména mechanické a pak chemické odolnosti podlahy, kde byly souhrnně popsány zkoušky dle platných českých a evropských norem. V posledním úseku teoretické části jsem se krátce zmínil o opakujících se chybách při technologii provádění, které mají na povrchovou odolnost neblahý vliv. Na závěr jsem nastínil možné kroky ke zlepšení mechanické a chemické odolnosti polymerních podlah.

Zkoušky v praktické části byly uzpůsobeny pro zkoušení mechanické odolnosti. Zkoušelo se na površích opatřených stejnou hmotou s rozdílem plnění. Praktická zkouška přídržnosti poukázala na fakt, že ani jeden z povrchů nedosáhl požadovaných pevností. Velké rozptyly pevností byly stanoveny nejprve v tahu za ohybu pak i v tlaku 7 dnech. Pevnosti v tahu za ohybu a pevnosti v tlaku po 28 dnech se dotáhly u obou na téměř stejnou hladinu. Modifikovaná rázová zkouška byla vyhodnocena podle klasifikační tabulky.

Z praktické části plyne zajímavé zjištění z odtrhové zkoušky, kdy hmota plněná přímo výrobcem nedostála požadovaných hodnot přídržnosti. Možnost zlepšení mechanické odolnosti, by mohlo skýtat použití plniva ze skelného recyklátu autoskla. Zjištěny byly vysoké sedmidenní pevnosti, což by v praxi mohlo znamenat možnost brzkého zatížení podlahy plným provozem. Zkouška rázové odolnosti měla spíše pomoci k vývoji jejímu dalšímu zkoušení.

Na základě výsledků z praktické zkoušky vidím hlavní možnost vylepšení povrchové odolnosti v uplatnění vhodného plniva, načež je nutné dodat, že by bylo třeba provést mnohem více průkazných testů.

Zdroje:

- [1] Svoboda, L. a kol.: *Stavební hmoty*, 2009
- [2] Won, M, Cho, Y.,Tavabji, S., Yuan, J.: *New technologies in construction and rehabilitation of portland cement concrete pavement and bridge*,GeoHunan 2009, american society of civil engeneers
- [3] Vojtěch, D.: *materiály a jejich mezní stavy*, VŠCHT v Praze, 2010
- [4] <http://en.wikipedia.org/>
- [5] Gottfried, W. E.: *Polymerní kompozitní materiály*, Scientia, 2010
- [6] Drochytka, R.: *plastické látky*, VUT Brno 2007
- [7] Lidařík, M. a kol.: *Epoxidové pryskyřice*, Praha 1983
- [8] Mleziva, J., Šňupárek, J., *Polymery – výroby, struktura, vlastnosti a použití*, Sobotáles, Praha 2000
- [9] <http://lenachemical.com/>
- [10] Oggermüller, H, Essen, B.: *Neuburg Siliceous Earth –Functional Filler in High Solid Epoxy Coatings for Heavy Duty Corrosion Protection*, HOFFMANN MINERAL, Neuburg 2010
- [11] Peter, A., Cuillo, I., *Industrial mineral and their uses*,1954 - 1996
- [12] Ryzskowska, J., Rebis, J., Langmer, M.: *Polyurethane rating for protecting concrete floors using the systém with Fillem produced by recycling*, Warsaw University of Technology, Faculty of Materials Science and Engineering, 2007
- [13] Příslušné normy ČSN a EN
- [14] Delucchi, M., Cerisola, G.: *Influence of thickness on mechanical properties and crack-bridging ability of coatings for concrete*, Università di Genova, P.le Kennedy 1, 16129 Genova, Italy 2005, strany 305 - 309
- [15] VYHNÁNKOVÁ, M., *Testování účinnosti antibakteriálních přípravků na bázi AG pro aplikace v polyuretanových a epoxidových systémech*, VUT Brno, 2008. 64 s, Diplomová práce
- [16] <http://stavba.tzb-info.cz>
- [17] <http://www.efnarc.org/http://www.efnarc.org/pdf/SRFSpec.pdf>
- [18] <http://www.svcement.cz/includes/dokumenty/seminar-2011/22-uplatneni-vapencove-suroviny-z-hlediska-kvality-v-ruznych-prumyslovych-odvetvych.pdf>
- [19] <http://www.casopisstavitelstvi.cz>
- [20] <http://www.stavebnictvi3000.cz/>
- [21] <http://www.upce.cz/fcht/uocht/spektrum/ktol-pigmenty.pdf>
- [22] Pliska podlahy s.r.o.
- [23] <http://www.colledani.com>
- [24] <http://www.techfloor.cz>
- [25] <http://www.kerawood.cz>

- [26] <http://www.salit.cz>
- [27] <http://www.apfepoxy.com>
- [28] <http://www.mapei.com>
- [29] Voráčová, V.: *Vývoj odolných nátěrových systémů na bázi moderních pojivových pojiv*, Diplomová práce. VUT FAST Brno, 2012
- [30] <http://www.autosklo-autoskla.cz>
- [31] <http://originalglassflake.com>
- [32] Tesař, F.: *Přehled požadavků na polymerní povrchové ochrany určené pro čerstvé betonové povrchy*, bakalářská práce VUT FAST Brno, 2009
- [33] <http://www.google.com/patents/US5201929>
- [34] http://www.virginiadot.org/business/resources/materials/mcs_study_guides/bu-mat-pavemarkch2.pdf
- [35] <http://www.ecotechnika.sk>
- [36] www.m-piet.cz
- [37] www.brillcolor.cz
- [38] www.acidotechna.cz
- [39] www.promaxind.com
- [40] www.industry.net
- [41] www.mmspektrum.com
- [42] www.converter.cz
- [43] www.homel.vsb.cz
- [44] www.zozei.sssebrno.cz

Seznam obrázků:

Obr. 1: Struktura polymerní podlahy [36]	7
Obr. 2: Křemičitý písek [37]	13
Obr. 3: Podlaha vyztužená vločkami [38]	14
Obr. 4: Skleněné balotinové kuličky [39]	16
Obr. 5: Recyklace obalového skla [4]	18
Obr. 6: Práškový pigment [40]	21
Obr. 7: Detail nalepeného terče [41]	33
Obr. 8: Vtlačení ocelové kuličky do povrchu [42]	35
Obr. 9: Zatížení v tahu za ohybu [43]	41
Obr. 10: Brusný kotouč Tabber - Abraser [44]	42
Obr. 11: Vzorek natřený penetrací Lena P 102	52
Obr. 12: Vzorek Lena P 148, plnivo vlevo autosklo, plnivo vpravo odpadní sklo	53
Obr. 13: Lena P 148, plněno výrobcem	53
Obr. 14: Příprava ocelového terče pro odtrh	54
Obr. 15: Příprava ocelových terčů pro odtrh	54
Obr. 16: Dyna – zkušební zařízení pro odtrhovou zkoušku	55
Obr. 17: Odtrh Lena P 148, plnivo od výrobce	56
Obr. 18: Lena P 148, vlevo plnivo autosklo, vpravo plnivo obalové sklo	57
Obr. 19: Referenční vzorek, Lena P 128, plnivo od výrobce	59
Obr. 20: Lena P 128, plnivo autosklo	60
Obr. 21: Lena P 128, plnivo obalové sklo	60

Seznam grafů:

Graf 1: Přídržnost k podkladu	57
Graf 2: Objemová hmotnost vytvrzené hmoty po 7-mi a 28-mi dnech	63
Graf 3: Pevnost v tlaku po 7-mi a 28-mi dnech	63
Graf 4: Pevnost v tahu za ohybu po 7-mi a 28-mi dnech	64

Seznam tabulek:

Tab. 1: Receptura penetrace.....	51
Tab. 2: Jednotlivé receptury nátěrů pro zkušební vzorky	53
Tab. 3: Hodnoty prvního odtrhu.....	55
Tab. 4: Hodnoty druhého odtrhu	56
Tab. 5: Hodnoty třetího odtrhu, celkové průměrné hodnoty	56
Tab. 6: Klasifikační tabulka dle vzniklého defektu	59
Tab. 7: Vyhodnocení defektů nátěrů	59
Tab. 8: Naměřené hodnoty po 7-mi dnech	61
Tab. 9: Pevnost v tahu za ohybu po 7-mi dnech	61
Tab. 10: Pevnosti v tlaku po 7-mi dnech	62
Tab. 11: Naměřené hodnoty po 28-mi dnech	62
Tab. 12: Pevnosti v tahu za ohybu po 28-mi dnech	62
Tab. 13: Pevnosti v tlaku po 28-mi dnech	63