

**výrobně technický
měsíčník
pro obor stávir**

stavivo

SNTL

svazek 58 / 1980 | 9

obsah

Ch. S. Vorobjev:
Niektoré spôsoby zdokonaľovania
výroby pórobetónu — str. 331

R. A. Bareš:
Fyzikální příčiny poruch
polyesterových podlahových
systémů — 336

Z. Bruthans:
Nový urychlovač tvrdnutí betonu
pro prefabrikaci — 343

T. Sebök:
Možnosti zlepšení mechanických
vlastností povrchových vrstev
horizontálních plošných betonových
konstrukcí — 347

J. Augustín:
Skúsenosti z použitia bážických
stávir na vymurovky cementárskych
pecí — 349

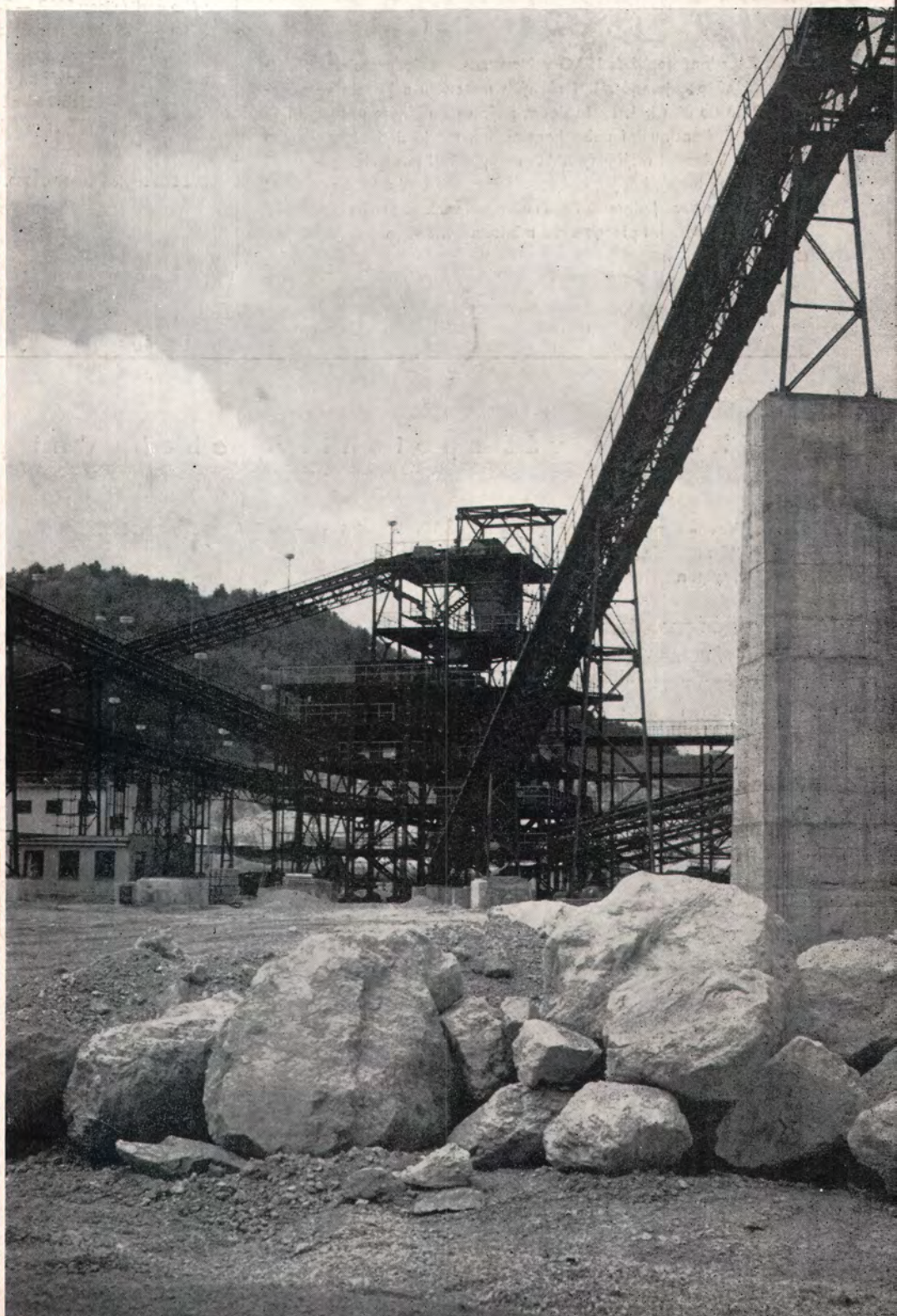
J. Příbyl:
K problematice balení cementu — 351

J. Krůčková:
Využití uhlí jako paliva při výrobě
slínku s oddělenou kalcinací — 355

Automatizované systémy řízení
v silikátovém průmyslu — 357

Technika v zahraničí — 360

Normalizace — 375



stručně a aktuálně

SPOJENÉ ARABSKÉ EMIRÁTY. Jedním z problémů výstavby je zajištění životnosti staveb, neboť betonové objekty jsou v agresivních podmínkách značně namáhány, což si vyžaduje použití speciálních cementů a druhů kameniva. Jako jedna z perspektivních variant řešení tohoto problému se ukazuje použití sírového betonu, v němž síra přejímá funkci pojiva. Výhody jsou tyto: síru lze skladovat na vzduchu delší dobu, je možné použít kameniva s obsahem chloridů a sulfátů, výroba sírobetonové směsi nevyžaduje vodu, tepelně izolační vlastnosti výrobků jsou dobré a navíc je tu možnost opětovného použití sírového betonu po jeho roztavení s minimálními energetickými nároky. Počítá se s rozvojem výroby síry, která má v polovině 80. let dosáhnout objemu více než 1 mil. t. (RŽ Silikatnyje materialy, 1980, č. 7)

NSR. Západoněmecká fa IBAG v Neustadtu je dodavatelem vibračních mlýnů pro jemné mletí různých materiálů a hornin ve výkonové řadě do 30 t.h⁻¹. Může dodat mlýnice v různém provedení — např. diskontinuální nebo kontinuální, s třídícími okruhy nebo bez nich. Vibrační mlýny fy IBAG se uplatňují nejvíce pro mletí písku (jako plniva), hnojiv, hnědého a černého uhlí a také pro mletí cementu a vápna. Jednou z doporučených variant pro cementářský průmysl je uplatnění při výstavbě minizávodů.

(Sprechsaal, 1980, č. 4)

KANADA. Fa Inland Cement vybudovala v období 1978 až 1980 novou cementárnu pracující suchým způsobem výroby, s roční kapacitou 1 mil. t cementu. Suroviny dovážené do závodu loděmi se semílají v kotoučovém mlýnu výkonu 290 t.h⁻¹. Pecní systém tvoří rotační pec rozměrů $\varnothing 5,2 \times 105$ m s výměníkem tepla Dopol a planetovým chladičem rozměrů $10 \times \varnothing 2,2 \times 24$ m. Pro mletí cementu byly navrženy dva dvoukomorové mlýny rozměrů $\varnothing 4,1 \times 12,5$ m, každý výkonu 80 t.h⁻¹, pracující v uzavřeném okruhu s větrnými třídíči typu Raymond $\varnothing 5,5$ m. Pro řízení technologického procesu byl zvolen ústřední počítač umístěný ve velínu a 8 mikropočítačů situovaných v uzlových místech technologického procesu.

(RŽ Silikatnyje materialy, 1980, č. 7)

SVĚT. Perlit se nyní těží ve 20 zemích světa. Celkový roční objem výroby surového perlitu dosáhl asi 2 mil. t. Největšími výrobci surového perlitu jsou SSSR — 700 tis. t, USA — 570 tis. t, Řecko — 250 tis. t, Itálie — 150 tis. t, následují Japonsko, Maďarsko, Turecko a další země. Většina vytěženého perlitu se dále upravuje drcením, tříděním a tepelným zpracováním v rotačních pecích nebo vertikálních reaktorech při teplotách 760 až 1100 °C na expandovaný perlit, který se uplatňuje pro přípravu lehkých betonů, tepelně izolačních výrobků a pro další účely.

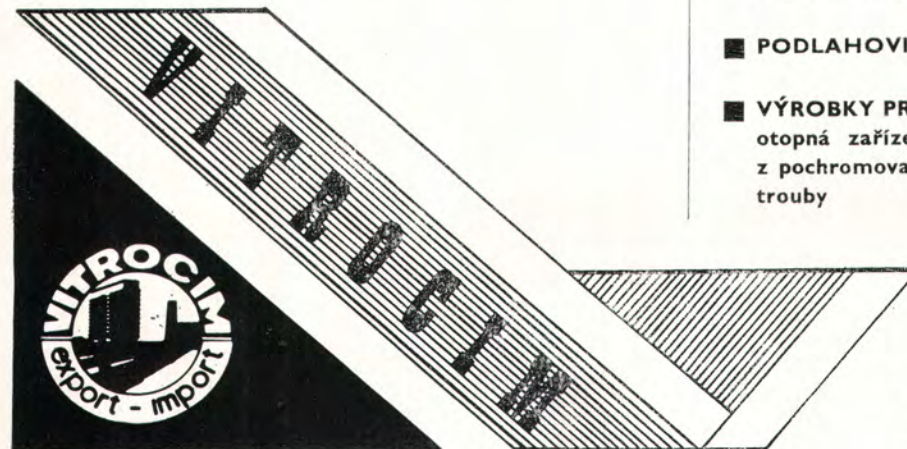
(RŽ Silikatnyje materialy, 1980, č. 5)

(Další zprávy této rubriky v čísle)

VITROCIM, váš spolehlivý obchodní partner, vyváží

- **POJIVA** — portlandský cement podle britské normy BSS 12 : 58, síranovzdorný cement, vápno pro stavební účely, vápenný hydrát, kusový sádrovec
- **HYDROIZOLAČNÍ MATERIÁLY** — živičnou lepenku, izolační pásy s vložkou ze skleněných vláken, měkké krytiny opatřené hliníkovou fólií
- **TEPELNĚ A ZVUKOVĚ IZOLAČNÍ MATERIÁLY** — rohože, plstě, desky, provazce a skruže z minerální vlny

- **MRAMORY A VÝROBKÝ Z MRAMORU**
- **KERAMICKÉ A CIHLÁŘSKÉ VÝROBKÝ** — glazované a neglazované dlaždice, keramické obkládačky, cihly, střešní krytinu, kachle
- **AZBESTOCEMENTOVÉ VÝROBKÝ** — trouby a vlnité desky
- **VÝROBKÝ Z PVC** — podlahové krytiny, tapety, okenní rámy, žaluzie, profily
- **PODLAHOVINY POLIROM**
- **VÝROBKÝ PRO SANITÁRNÍ A OTOPNÁ ZAŘÍZENÍ** — otopná zařízení, zdravotní keramiku, vany, armatury z pochromované mosazi, kameninové a litinové odpadní trouby



VITROCIM

PODNIK
ZAHRAŇIČNÍHO OBCHODU
18 Bláhari St., Bukurešť — Rumunsko
Telefon 13 16 38 ■ Dálnopis 11 330 vícim r

pórobetón objemovej hmotnosti $485 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a pevnosti v tlaku $3,22 \text{ MPa}$, t. j. pri prepočte na objemovú hmotnosť $500 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ pevnosť sa zvýšila o 50 %. Pritom rozdiel v objemovej hmotnosti medzi hornou a spodnou časťou veľkorozmerového bloku bol v priemere $17 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, alebo sa zmenšil v zrovnaní s liacou technológiou 2 až 2,5krát.

Venoval som tu pozornosť dvom základným smerom zvýšenia fyzikálno-mechanických a iných vlastností dielcov vyrábaných z pórobetónu: použitie špeciálneho druhu vápenobelitového spojiva a komplexnej vibračnej technológie použitím rôznych vibračných zariadení. Dôležitý význam však má tiež zdokonaľovanie iných technologických úsekov výroby pórovitého betónu, ktoré umožňujú zvýšenie kvality a skrátenie výrobného cyklu.

Boli vyvinuté a zavedené do prevádzky tenzorezistorné dávkovače pleskového kalu a spojiva väčšieho objemu, ktoré umožňujú odstránenie mnohostupňového dávkovania zložiek. Pre skrátenie času autoklárovania odformovaných veľkorozmerových blokov v autokláve sa používa spôsob zariadenie pre nepretržité odstraňovanie kondenzáta autokláva [9, 10] a tiež spôsob autoklárovania pórobetónových výrobkov podľa [11]. Použitím naznačených

spôsobov a zariadení je možné znížiť na minimum rozdiel teploty medzi prostredím vo vnútri autoklávu a autoklávaným výrobkom z pórobetónu.

V rôznych mestách a dedinách ZSSR sa stavajú obytné, administratívne a výrobné budovy z pórobetónu (ukážky na obr. 3). Základnou úlohou je ďalšie zdokonaľovanie výroby a použitia tohto efektívneho staviva.

(Lektoroval a preložil Ing. Dr. Igor Alejnikov)

St 98 — červen 1980

LITERATÚRA

- [1] Anderson G.: 4. Internationale Baustoff- und Silikattagung, sv. 1. Welmar 1970. — [2] Aut. osv. ZSSR č. 245627. Bjuletteň č. 19, 1969. — [3] Vorobjev Ch. S.: Vjažuščie materialy dlja avtoklavnyh izdellj. Strojizdat 1972. — [4] Aut. osv. ZSSR č. 600113. Bjuletteň č. 12, 1978. — [5] Vorobjev Ch. S., Sokolovskij V. A., Stavivo, 51, 1973, č. 12, str. P2—P4. — [6] Vorobjev Ch. S., Stavivo, 53, 1975, č. 12, str. 360—365. — [7] Veselovskij V. V. aj.: Sbornik trudov VNIStroma č. 64, 1977, str. 151 — 156. — [8] Dombrovskij A. V.: 6. konferencia o pórobetóne, Bratislava 1980. — [9] Aut. osv. ZSSR č. 336322. Bjuletteň č. 14, 1972. — [10] Aut. osv. ZSSR č. 523241. Bjuletteň č. 28, 1976. — [11] Aut. osv. ZSSR č. 309597. Bjuletteň č. 24, 1972.

ITÁLIE. Ve snahe zvýšiť v Európe výrobu izolačných hmot na bázi keramických vlákien uvedla fa Johns Manville ve svém italském závode v Casalpusterlengo novou provozní jednotku. Ta bude produkovat rozmanitý sortiment výrobků pod obchodní značkou Ceraform technologií vakuování. Výrobky určené pro hutní, keramický a petrochemický průmysl jsou odolné do teploty 1260°C . Výrobu keramických vláken zajišťuje francouzský závod fy Johns Manville v St. Marcellin — en — Ferez u St. Etienne.

(Sprechsaal, 1980, č. 4)

USA. Ve Washingtonu se uskutečnil 5. mezinárodní kongres o stavbách z cihelného zdiva, kterého se zúčastnilo 250 stavebních inženýrů a architektů z celého světa. Z celkového počtu 82 přednášek přednesli 20 přednášek odborníci z NSR, kteří tak dokumentovali vysokou úroveň výzkumu a vývoje těchto konstrukcí ve stavebnictví své země. Také v USA bylo v posledních letech postaveno mnoho zajímavých cihelných objektů, z nichž nejvyšší dosahují výšky 20 podlaží.

(Sprechsaal, 1980, č. 4)

NSR. Na mezinárodní výstavě stavebních hmot BAU 80, která se konala v lednu v Mnichově, předvedla fa Ziegelwerke Heinrich Oltmanns jako novinku velkoformátové keramické desky rozměrů $27 \times 27 \text{ cm}$ z pálené hlíny v pěti barevných odstínech. Jde o teplé hnědé odstíny — dva druhy s lesklým povrchem barvy mědi a koňaku a neglazovaný druh v červenohnědém odstínu a dále dva druhy s matným leskem v barvě břizové a v barvě kůže.

(Sprechsaal, 1980, č. 3)

NSR. Fa Helmsoth navázala na úspěšné předvedení svého nového typu válečkové pece pro keramický průmysl na výstavě Ceramitec'79 v Mnichově uspořádáním informačního semináře k této problematice. Válečková pec je vhodná pro výpal keramických plošných výrobků, tj. keramických obkládaček, dlaždic, střešních tašek, tažených dlaždic apod., které lze vypalovat bez vypalovacích pomůcek. V případě použití kovových válečků je teplota výpalu omezena na 1130°C . Pec má modulovou šířku 1,4 m. Hlavními výhodami nového typu pece, poprvé uvedené do provozu v říjnu 1979 ve Španělsku, jsou podstatně nižší spotřeba tepla a elektrické energie, nižší investiční náklady a nižší pracnost.

(Sprechsaal, 1980, č. 1)

VELKÁ BRITÁNIE. Fa Plibrico Company Ltd. vyrábí pod označením CALSIL tepelně izolační výrobky na kalciumsilikátové bázi. Sortiment výrobků zahrnuje cihly, bloky, skruže a trouby. Výrobek neobsahuje azbestová vlákna a je použitelný pro teploty do 1000°C .

(Ceramic Industries Journal, 1980, č. 1019)

RAKOUSKO. Fa Durisol — Werke, známá výrobou dřevotřískových desek Durisol, které se uplatňují v nízkopodlažní výstavbě jako bednění pro monolitické stěny ze struskového a škvárového betonu, vyrábí ve švédské licenci fasádní obkladové desky Caloroc metodou protlačování. Normální rozměry desek, odolných proti působení mrazu a dodávaných v pěti barevných odstínech, jsou $600 \times 100 \text{ mm}$. Desky se osazují na hliníkové lišty, takže vzniká odvětrávaná fasáda. Formovací lis je dodávkou švédské fy ABECE Enstoberga.

(Věda a technika v zahraničí, 1979, č. 12)

Fyzikální příčiny poruch polyesterových podlahových systémů

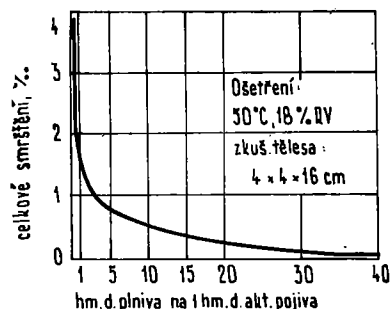
Ing. Richard A. BAREŠ, CSc., ÚTAM ČSAV, Praha

Podlahoviny na bázi polyesterových pryskyřic jsou nehomogenní, strukturní a pórovité systémy a jako takové jsou značně ovlivněny vlastnostmi částí, z nichž jsou složeny, zejména pak vlastnostmi plniva (šterkopísku, skleněných vláken) a pojiva (polyesterové pryskyřice vzniklé polymerací nenasyčených polyesterů příslušnými tvrdidly a urychlovači). Avšak nejen to. Podlahovinu nelze posuzovat odděleně od ostatních částí podlahového systému, s nimiž je v příčinné interakci. Primárním hlediskem je strukturnost systému jako celku: jde o vrstvený kompozitní systém s jednotlivými částmi výrazně odlišných vlastností. Patří do něj konstrukce, izolační podlahové vrstvy, betonová podložka, penetrační vrstvy a vlastní podlahovina (většinou několikavrstvá). Nosná vrstva podlahoviny obsahuje obvykle agregovaný systém plniva (proto „pojené plnivo“), a to vláknitý (fibrilární) v případě laminátu a granulární v případě plastbetonu; v krycí vrstvě je systém plniva segregovaný (odtud „plněné pojivo“). Beton podložky má opět agregované (granulární) plnivo a izolační vrstvy mohou mít nejrůznější povahu. Při podstatně rozdílných fyzikálních vlastnostech jednotlivých částí systému je nezbytná jejich tvarová kompatibilita na styku.

Každá část podlahového systému sama tvoří navíc další substrukturní systém. Při strukturně mechanickém hodnocení celého systému je zřejmě vliv druhu použité pryskyřice zanedbatelný (a většina dalších úvah je obecně platná i pro systémy z jiných pryskyřic).

Smrštění pojiva

Polymerace polyesterové pryskyřice, jež probíhá po smíšení s ostatními složkami, je proces silně exotermní (asi $250 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$ za 2 h), provázený smrštěním pryskyřice o 5 až 8 % objemu. Segregované plnivo v pojivu snižuje hodnotu smrštění systému, k významnému zlomu ve velikosti smrštění však dochází až při vytvoření agregátu



Obr. 1. Průběh lineárního smrštění polyesterových systémů v závislosti na obsahu plniva

plniva (obr. 1). U agregátu se pak hodnota celkového smrštění snižuje s mírou zhutnění. Při dalším ubývání pojiva se již celkové smrštění snižuje nepatrně.

Smrštění probíhá v první fázi velmi rychle; větší část se odbude do zgelovatění (zatvrdnutí), doznívá však ještě dlouhou dobu (týdny až roky, v závislosti na druhu pryskyřice). Ve struktuře tvrdnoucí vrstvy, stejně jako v kompozitním systému jako celku, vznikají napětí tahová v matici (pryskyřici), tlaková v plnivu a smyková na styku obou a na styku se sousední vrstvou (podkladem).

Napětí ve struktuře pojeného plniva od smrštění matrice¹⁾ se odhaduje podle experimentálních vyšetřování [5, 7] (jež jsou však vždy jen hrubě přibližná) na hodnoty minimálně 2,5 až 3 MPa pro pojivo s tahovou pevností větší než 30 MPa (a s mezním přetvořením $\sim 1\%$), mohou však dostoupit podle použité technologie až meze pevnosti. Smyková napětí při obvyklém poměru modulu pružnosti pojiva a plniva $G_b/G_f = 3000/30\,000 = 1/10$ dosahují podle vyšetřování [6, 8] 27 až 15 % normálních tahových namáhání. Z tohoto pohledu je přípustné jen takové smrštění pojiva (popř. části kompozitního systému), které umožní při daném pracovním postupu relaxaci vznikajících napětí díky křivu jednotlivých fází nebo částí systému, popř. styku fází. Tím vystupuje do popředí vliv rychlosti tvrdnutí: čím pomalejší je postup polymerace, tím je napjatost systému od smrštění výhodnější.

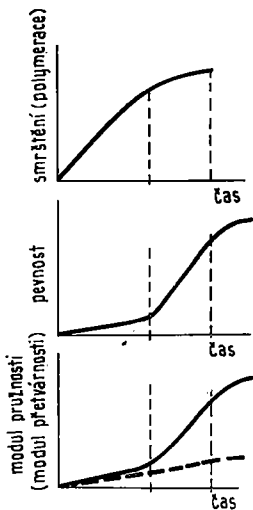
Vhodnou volbou komponent pojiva lze ovlivnit dynamiku růstu makromolekulární infrastruktury²⁾ tak, aby vzrůst viskozity byl pomalejší, než vzrůst smršťovacího systému. Toho se dosáhne, dochází-li nejdříve k růstu dlouhých lineárních řetězců a teprve na konci polymerace k jejich propojování a vytváření spojité sítě. Takový ideální průběh vzniku polymeru je znázorněn na obr. 2.

V strukturním systému složeném z polymerujícího pojiva a plniva je napjatost od smrštění tím menší, čím je objem pojiva (matrice) mezi zrny plniva menší, jako důsledek adaptability slabšího partnera při působení mezifázových napětí. Proto je výhodná i jistá pórovitost (uzavřená) systému [3, 4], kterou se dosáhne dalšího snížení množství pojiva a průměrné tloušťky jeho vrstev v soustavě. Navíc prázdný prostor umožní bez vzniku velkých napětí značnou deformaci článků pojiva. Podle experimentálního vyšetřování [7] na modelech s pórem byla charakteristická napětí (od smrštění) nižší až o 12 %,

¹⁾ Matrice (matrix) je tvořena v uvažovaných podlahovinových systémech nenasyčenou polyesterovou pryskyřicí spolu s mikroplnivem se zrny menšími než je průměrná tloušťka obalové vrstvy zrn větších (zhruba pod 0,05 mm).

²⁾ Infrastrukturou je míněn strukturní systém, tvořený některou jednotlivou fází v materiálu.

Obr. 2. Růst smrštění, pevnosti a modulu pružnosti (přetvárnosti) vhodného polymeru v čase



celkové snížení napětí (energeticky) činilo více než 15 %. Menší průměrné vrstvy pojiva se dosáhne též těsnějším uspořádáním zrn plniva.

Jestliže napětí uvnitř systému jsou větší, než některé momentálních hodnot jeho pevností (pevnost pojiva tahu, plniva v tlaku, styčné spáry ve smyku), může dojít k mikroporuchám, jež v pozdější fázi a z jiných příčin mohou být zárodkem celkového porušení nebo snížení životnosti. Dochází k tomu převážně při nadměrně rychlé polymeraci (tvrdnutí). Může ale také dojít k makroporušení, např. oddělením vrstev systému, provázeného obvykle vznikem hlubokých, široce otevřených trhlin. Tento jev se může projevit též až po letech jako důsledek vyčerpání trvalé pevnosti při neustálém nárůstu vnitřních napětí od smrštění, nebo kombinací s některým jiným vlivem (např. teplotou).

Smyková napětí od smrštění ve styčné spáře s podložkou jsou tím větší, čím je tloušťka tvrdnoucí vrstvy větší. Přirozeně i napjatost samotné tvrdnoucí vrstvy se zvětšuje s její rostoucí tloušťkou. Protože však mezní přetvoření ve smyku sousedních vrstev nezávisí na tloušťce tvrdnoucí vrstvy, je jí přímo úměrná pravděpodobnost porušení na styku; to má zřejmě rozhodující význam především u systémů neplněných nebo málo plněných (s velkým celkovým smrštěním).

Nadměrná napjatost od smrštění ve struktuře tvrdnoucí vrstvy (i s případnými jejími poruchami) není obvykle tolik nebezpečná a málokdy se projeví u podlahových aplikací. Má nepříznivý vliv především tam, kde je vyžadována vysoká odolnost agresivním nebo atmosférickým vlivům. Nepříznivý vliv strukturního mikroporušení nelze však vyloučit ani při interních chemických procesech, způsobujících oxidaci, depolymeraci nebo hydrolyzu pojiva.

Nadměrná napjatost od smrštění některé vrstvy v kompozitním podlahovém systému jako celku je obvykle nebezpečnější; vyčerpání pevnosti ve smyku (soudržnosti) vede zpravidla k náhlému a úplnému zničení podlahoviny.

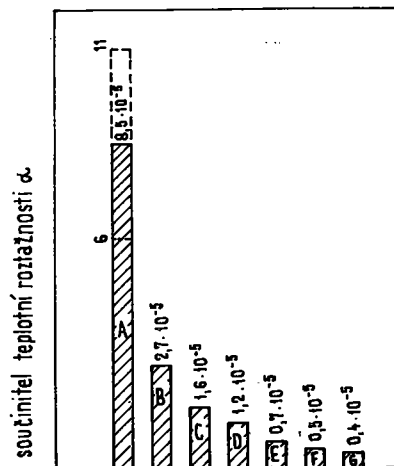
Uvedený rozbor ukazuje, že k zabránění poruch vlivem smršťování polyesterových podlahových systémů je zásadně třeba zajistit, aby

a) vrstva matrice (pojiva) ve struktuře podlahoviny, popř. v celém systému podlahy, byla co nejtenčí. U plastbetonů to znamená používat agregátu hutné skladby (což v praxi znamená směs pojiva a plniva ve hmotnostním poměru od 1 : 7 do 1 : 12 podle druhu, granulometrie

a velikosti plniva, způsobu zpracování a viskozity pojiva), u segregátů (stěrek, litých podlah, povrchových vrstev agregovaných systémů) aplikovat vrstvu minimální tloušťky (což vyjádřeno absolutně znamená tloušťku asi 1 mm). U systémů segregovaných nebo z čistých pryskyřic znamená tloušťka větší než 2 mm bez ohledu na druh podkladu již potenciální nebezpečí vzniku popsanych poruch;

b) smršťovací proces byl rozdělen na co nejdelší dobu. V praxi to znamená volit takovou kombinaci pryskyřice, tvrdidla, urychlovače a teploty okolí, aby k vytvrzování systému na aplikovaném místě docházelo postupně, v rozmezí min. 24, raději však více hodin. Nadměrné zkracování doby vytvrzování za účelem brzké použitelnosti (pochůzlosti) podlahy je tedy z uvedených důvodů pro kvalitu a životnost podlahoviny vyloženě škodlivé³⁾.

Obr. 3. Součinitel teplotní roztažnosti různých materiálů: A — polyesterová pryskyřice, B — skelný polyesterový laminát se 35 % hmotn. skla (s hmotn. poměrem k pojivu 2 : 1), C — polyesterový plastbeton (s hmot. poměrem plniva k pojivu 9 : 1), D — ocel nebo cementový beton, E — křemenný štěrk, F — sklo (bezalkalické), G — jehličnaté dřevo



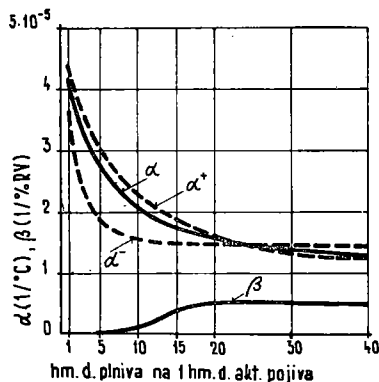
Teplotní účinky (dilatace)

Součinitel teplotní roztažnosti čisté vytvrzené polyesterové pryskyřice je v rozmezí 6 až $11 \cdot 10^{-5}$. Ve srovnání se součiniteli ostatních materiálů, s nimiž přichází do styku ať již při vytváření struktury podlahoviny (plastbetonu, laminátu), nebo kompozitního podlahového systému, je teplotní součinitel pryskyřice několikanásobný, takřka řádově odlišný (obr. 3). Jakákoliv změna teploty od teploty „rodové“, při níž probíhala polymerace pryskyřice, vyvolá vznik vysokých vnitřních napětí ve struktuře podlahoviny i v celém systému podlahy. Při povolených změnách teploty lze oprávněně počítat s výhodnými reologickými vlastnostmi pryskyřice ve všech způsobech namáhání. Při rychlých změnách teploty (tzv. teplotních šocích) však jen ztěží může systém přenést vznikající napětí bez porušení.

Ve struktuře plastbetonu s křemennými zrny plniva se součinitelem teplotní roztažnosti $\alpha = 0,8 \cdot 10^{-5}$ vznikne rozdíl délkového přetvoření proti pojivu (pryskyřici) při změně teploty o 10°C 0,072 %. Rozdíl objemového

³⁾ Vzhledem k charakteru vytvrzovací reakce polyesterové pryskyřice má na rychlost tvrdnutí podlahoviny velký vliv teplotní kapacita přítomného plniva: čím více plniva ve směsi, tím je teplotní kapacita větší a při stejném dávkování tvrdidla a urychlovače i stejných vnějších podmínkách je rychlost tvrdnutí menší. To ještě podtrhuje výhodnost agregovaných struktur.

přetvoření činí při této změně teploty 0,216 %. V analogii s experimenty zmíněnými v předchozí kapitole vychází v důsledku změny teploty o 10 °C napětí řádu 5 MPa (v pojivu a plnivu opačného znaménka). Z rozdílných deformací obou partnerů lze soudit na velikost napětí ve smyku na styčné spáře, které činí zhruba 0,7 až 1,3 MPa, podle rychlosti změny teploty. Čím je větší tepelná kapacita podlahoviny, tím méně je zranitelná teplotními změnami; proto plastbeton (dobrého složení, s vysokým podílem plniva) je podstatně méně citlivý ke změnám teploty, než skelný laminát s převahou pojiva. Struktura nosné vrstvy není obvykle namáhána změnami teploty přímo; teplo je transponováno prostřednictvím povrchové vrstvy málo plněného nebo neplněného pojiva, jež má poměrně značnou izolační schopnost a nízkou teplotní vodivost a tak zabraňuje především rychlým změnám teploty vnitřních vrstev. Teplotní namáhání struktury plastbetonu bude tedy jen zřídka natolik podstatné, aby významněji ovlivnilo její celkovou napjatost, popř. v ní přivodilo vnitřní mikroporuchy. Větší namáhání vzniknou v povrchových vrstvách (nebo v tenkých jednovrstvých podlahovinách), které jsou navíc vystaveny plnému účinku teplotních šoků.



Obr. 4. Součinitel teplotní (α) a vlhkostní (β) roztažnosti podle složení směsi

Daleko vážnější je však vliv změn teploty v kompozitním systému (podlaze) jako celku. Podlahovina z polyesterové pryskyřice leží obvykle na cementovém betonu. Rozdílné součinitelů teplotní roztažnosti obou vrstev závisí především na složení podlahoviny: u plastbetonů s velkým obsahem plniva bude rozdíl malý (součinitel teplotní roztažnosti plastbetonu podle jeho složení je vidět na obr. 4), u skelného laminátu naproti tomu díky převaze pojiva jen o málo nižší, než by odpovídal samotné pryskyřici. Velký rozdíl součinitelů teplotní roztažnosti je i mezi nosnou a povrchovou vrstvou podlahoviny. Čím tenčí je vrstva podlahoviny a čím menší její teplotní kapacita, tím rychleji bude podlaha jako celek reagovat na změny teploty a tím se stává nevýhodnější (opak požadavku na tloušťku vrstvy z hlediska smrštění).

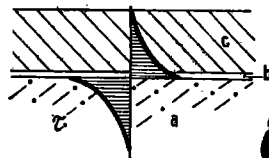
Snížení teploty pod „rodovou“ teplotou je nepříznivější než její zvýšení. Účinky se tehdy sčítají s účinky polymeračního smrštění, v podlahovině vznikají vzhledem k jejímu většímu součiniteli teplotní roztažnosti proti ostatním vrstvám tahová napětí a navíc i reologické vlastnosti pojiva (schopnost relaxace, kříp) se zhoršují, pryskyřice křehne. Avšak i snížení teploty z vyšší ustálené teploty může být obdobně nepříjemné, zvláště probíhá-li rychle. Obojí se vyskytne převážně v zimě (buď nevytopené prostory s teplotou klesající k nule či pod nulu, nebo vytápěné prostory větrané prudkým přívalem studeného vzduchu).

Na styku rozdílných vrstev (s různými součiniteli teplotní roztažnosti) vznikají při změnách teploty podstatná smyková napětí, jejichž hodnota kromě teplotní změny a součinitelů teplotní roztažnosti vrstev závisí na modulu pružnosti, modulu přetvárnosti, mezním přetvoření, relaxaci napětí a křípu vrstev. Ať již absolutní hodnoty zmíněných fyzikálních veličin jsou jakékoliv, vyplývají z povahy systému (minerální podklad, organicko-anorganická podlahovina) jejich relativní vztahy obvykle takto (index b — basis pro podklad, f — floor pro podlahovinu):

$$\begin{aligned} \text{součinitel teplotní roztažnosti } \alpha_f &> \alpha_b, \\ \text{modul pružnosti (Youngův) } E_f &< E_b, \\ \text{modul přetvárnosti } E_f &< E_b, \end{aligned}$$

$$\text{relaxace napětí } \left(\frac{\sigma}{\sigma_t}\right)_f > \left(\frac{\sigma}{\sigma_t}\right)_b,$$

$$\text{kříp } \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_t}\right)_f < \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_t}\right)_b$$



Obr. 5. Průběh smykových napětí po výšce podlahového systému

Uvážení těchto vztahů dá prvou představu o namáhání soustavy:

— při snížení teploty (stejně jako od polymeračního smrštění) vzniká dostředné smykové namáhání, podlahový systém je tažen, podklad tlačěn;

— při zvýšení teploty vzniká výstředné smykové namáhání, podlahový systém je tlačěn, podklad tažen.

Obdobné relace vznikají i v podlahovině samé, je-li složena z více vrstev. Čím jsou moduly podkladu a podlahy bližší (čím je modul podkladu nižší), tím menší je smykové kontaktní napětí (stejně jako napjatost systému). Čím jsou teplotní změny rychlejší, tím vzniká nejen větší napjatost podlahového systému, ale i kontaktní zóny.



Obr. 6. Průběh normálních a smykových napětí v podlahovině a smykových napětí nastyku s podkladem při lokálním porušení přilnavosti

Průběh smykového napětí po výšce podlahoviny (i podkladu) není lineární; maximální hodnoty dosahuje v okolí kontaktní zóny a snižuje se k odlehlým okrajům vrstev (obr. 5) za předpokladu jejich dokonalého spojení. V případě nedokonalého spojení nebo nespojení vrstev mění se normální napětí v podlahovině po výšce jen málo (obr. 6). Na okrajích tohoto nespojení místa vznikají (jako u každého ukončení, např. u dilatací) koncentrace vodorovných smykových napětí (obr. 6). Smyk na okrajích dosahuje dvojnásobku až pětinasobku průměrné hodnoty smyku. To prokazuje větší zranitelnost podlahoviny a její menší odolnost různým vlivům v každém místě, ve kterém je její kontinuita (nebo kontinuita jejího spojení s podkladem) přerušena. Proto dilatace podlahoviny by neměly být prováděny jinde, než nad dilatacemi podkladu.

Z tohoto rozboru vyplývá, že s ohledem na velkou hodnotu součinitele teplotní roztažnosti *pojiva měl by být jeho obsah v podlahovině co nejnižší* (s minimální tloušťkou vrstvy pojiva ve struktuře mezi částicemi plniva).

Během času se účinky změn teploty zhoršují vzhledem ke zhoršování reologických vlastností pojiva (křehnutí). Na druhé straně napětí od smrštění časem relaxují, takže zbývá větší rezerva pro teplotní napětí, zejména při teplotách nižších než „rodová“ teplota. Okamžik porušení je výslednicí řady okolností, z nichž významnou úlohu hraje i trvalá pevnost pojiva (v tahu, v soudržnosti a ve smyku).

Kompozitní působení

Každá z podlahovin na bázi polyesterových pryskyřic je vícevrstvá, nebo — u lících podlahovin — alespoň po výšce s nehomogenně rozdělenou hustotou a tedy strukturálním uspořádáním. V důsledku této skutečnosti při jakýchkoli změnách popsaných dříve (změnách teploty, polymeračním smrštěním) dochází, vzhledem k různým fyzikálním vlastnostem jednotlivých vrstev, k tzv. kompozitnímu působení, tj. k vzájemnému mechanickému namáhání vrstev jednostranným smykovým tokem, následovanému ohýbáním systému podobně, jako je tomu např. u bimetalického článku. Při zvyšování teploty dochází k vydouvání za vzniku značných smykových namáhání ve styčných spárách vrstev, při ochlazování naopak ke konvexnímu zdvihání okrajů vytvořených až již při výrobě (dilatace, ukončení, prostupy, pracovní spáry), nebo důsledkem vnitřního napětí spontánně (trhlíny). Protože jednotlivé vrstvy podlahoviny jsou poměrně dobře spojené (i kohezí — chemickými vazbami), dochází obvykle k poruchám nejdříve v nejslabším styku — styku mezi podlahovinou a podložkou z cementového betonu.

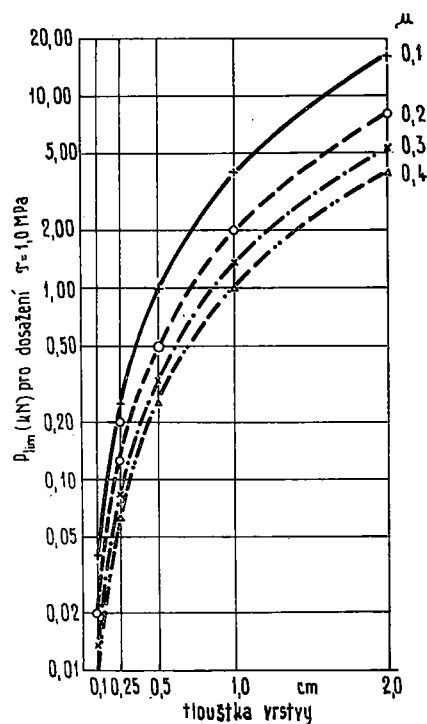
Při velkých rozdílech součinitelů teplotní roztažnosti a velkých změnách teplot nemůže sebelepší spojení podložky s podlahovinou (prostřednictvím dokonalé penetrace), vzhledem k velikosti vznikajících napětí, poruše (odtržení) styku zabránit. Jediná cesta je proto maximální omezení rozdílnosti jednotlivých vrstev a přiblížení fyzikálních vlastností podlahoviny betonové podložce. To lze zajistit použitím pojených plniv (agregovaných soustav) nebo volbou speciálních pryskyřic a tužících systémů (resp. reaktivních změkčovadel). Poslední způsob však spolu nese i řadu nevýhod, z nichž nejpodstatnější je snížení tvrdosti, odolnosti proti obrusu a krátkodobé pevnosti, vlastností rozhodujících u povrchových vrstev s ohledem na provoz. I zde platí, že *čím je vrstva méně plněná, tím by měla být tenčí, aby se omezil její vliv na celkové namáhání kompozitu*. Navíc je vhodné uspořádat vždy podlahový systém tak, *aby byl ke střednicové rovině symetrický*. Prakticky to značí, že je-li aplikována povrchová (málo plněná) vrstva, je třeba vložit podobnou (co do složení) vrstvu na opačnou stranu jako vrstvu spojovací (mezi vrstvu nosnou a podložku).

Mechanické vlastnosti

Při zatížení podlahového systému *osamělým břemenem* dochází ke vzniku příčných horizontálních napětí, jež mohou rozhodujícím způsobem ovlivnit využitelnost podlahoviny. Při zatížení *osamělým břemenem* vzniká

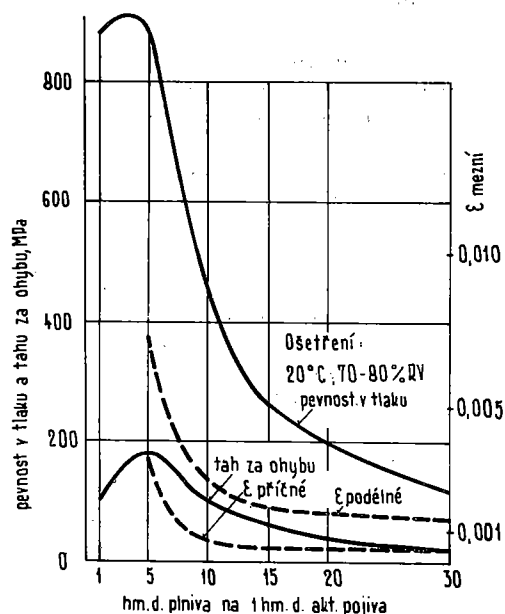
výstředné smykové namáhání, podlahový systém je tlačěn, podklad je tažen. Rozhodující jsou moduly pružnosti (přetvárnosti) a Poissonovy součinitele; resp. rozdíly těchto veličin mezi sousedními vrstvami. Největší rozdíly budou obvykle mezi podložkou z cementového betonu a podlahovinou. Při dynamickém namáhání vzniká v důsledku rozdílného tlumení tím větší napjatost kontaktní zóny, čím jsou rozdílnější moduly pružnosti; při namáhání *osamělým břemenem* vzniká tím větší napjatost kontaktní zóny, čím jsou rozdílnější Poissonovy součinitele. Čím je tloušťka podlahového systému nižší (až na tenkou vrstvu charakteru nátěru), tím více se uplatní vliv rozdílnosti shora uvedených veličin a tím více též rozhoduje pevnost podkladu (podložky) a vzájemná soudržnost vrstev. Tenká vrstva (nátěr, samorozlévací vrstvy do tloušťky 1 mm) přejímá již do takové míry vlastnosti podkladu, že příčné namáhání od zatížení *osamělým břemenem* nebude obvykle rozhodující. Jak velké je přípustné (mezní) *osamělé břemeno* (statické) za předpokladu mezního namáhání stykové spáry beton — podlahoviny 1 MPa a za předpokladu rozložení břemene pod úhlem 45°, ukazuje pro různé hodnoty Poissonova součinitele podlahoviny *μ* obr. 7. Je vidět, že přijatelné hodnoty namáhání stykové spáry od bodového zatížení se získají až při tloušťce podlahoviny 2 cm. Tak např. pro běžnou hodnotu $\mu = 0,3$ je mezní statické břemeno zhruba 5300 N, což odpovídá bodovému provoznímu zatížení 1000 až 2600 N podle stupně dynamického působení. Při tloušťce vrstvy 5 mm a $\mu = 0,4$ (stěrka) je mezní stykové namáhání 1 MPa vyvozeno již staticky působícím břemenem 250 N. Při dynamickém působení postačí k takovému namáhání stykové spáry již břemeno 50 až 120 N; je zřejmé, že v takovém případě dojde při zatěžování větším břemenem k porušování podlahoviny (viz obr. 2 v [2]). *Čím je podlahovina tenčí, tím více je žádoucí vyšší pevnost podkladu (podložky)*; u vrstev několikamilimetrových 20 až 25 MPa, u vrstev centimetrových 15 až 20 MPa.

Nejúčinnější cestou ke zvětšení mechanické zatížitelnosti povrchu podlahoviny (který je obvykle dostatečně tvrdý a pevný) je vedle zvýšení její tloušťky zvýšení



Obr. 7. Nejvyšší přípustné osamělé břemeno působící na podlahu v závislosti na tloušťce podlahové vrstvy

soudržnosti podlahoviny s podkladem, a to mikroskopickým a makroskopickým zvýšením měrného povrchu⁴⁾ (opískováním, obrokováním, pemrlováním) nebo zajištěním dostatečně pórovitého podkladu, který umožní dobrý průnik a fixaci penetračního roztoku (nejlépe použitím pórovitého plniva).



Obr. 8. Průběh pevností a mezního přetvoření polyesterových systémů v závislosti na obsahu plniva

K nezbytným vlastnostem podlahoviny patří ovšem i její dostatečná pevnost (v tlaku a v příčném tahu) a mezní přetvoření. Jak se mění tyto veličiny se složením směsi (poměrem pojiva k plnivu), ukazuje obr. 8. Vzhledem k mechanickému opotřebování je též nezbytné, aby tvrdost (povrchová) podlahoviny a zejména její odolnost proti obrusu neklesly pod jistou hodnotu. Odolnost proti obrusu roste úměrně s množstvím plniva v systému, tvrdost je obecně dána vlastnostmi použitého pojiva a stupněm jeho vytvrzení. Za dostatečné hodnoty zmíněných vlastností lze považovat: pevnost v tlaku > 50 MPa, pevnost v tahu za ohybu > 10 MPa, tvrdost > 70 Rockwell M, odolnost proti obrusu větší než u lisovaného betonu, mezní přetvoření délkové 3 ‰.

Vlivy strukturální

Struktura podlahoviny je ovlivněna jejím složením (poměrem a vlastnostmi komponent), zpracováním a ošetřením. Každý z uvedených vlivů má stejnou důležitost.

Jedním z hlavních činitelů ovlivňujících množství nezbytného pojiva (a tím všechny výsledné vlastnosti) je správné složení plniva; často nejsou splněny zásady jeho správné volby, tj. aby

— plnivo bylo složeno nejméně ze tří frakcí, včetně mikroplniva, podle tzv. přetržité křivky zrnitosti k dosažení minimální mezerovitosti směsi;

— největší zrno plniva bylo rozměrem rovno nejvýše 1/3 nejmenší tloušťky nanášené vrstvy;

— plnivo obsahovalo jistý podíl mikroplniva (pod 0,05 mm);

— plnivo bylo čisté, bez jílovitých a humusovitých součástí;

— plnivo bylo před zamísením s pojivem suché (pod 0,3 % hmotn.);

— chemická reakce plniva byla shodná s reakcí použitého tvrdidla, nebo neutrální, a plnivo nereagovalo s tvrdidlem.

Druh pojiva je důležitý nejen z hlediska chemického působení, ale i jeho viskozity, jež je rozhodující pro zpracovatelnost směsi. Ovlivnění viskozity nereaktivními ředidly je škodlivé, ale i u ředidel reaktivních je zapotřebí zachovat značnou opatrnost při dávkování též s ohledem na použitý tvrdicí systém.

Dávkování jednotlivých složek směsi (zejména pak tvrdidla a urychlovače pojiva) se mnohdy nevěnuje náležitá péče, takže dochází (při relativně malých podílech těchto složek) i k hrubým chybám co do jejich množství ve směsi. Často se objevuje v tomto smyslu silná nestejnoroď různých záměsí. Při nedostatečném množství tvrdidla nebo urychlovače je proces polymerace pomalý a polymerace neproběhne úplně; tím je výsledný systém ze všech možných hledisek daleko zranitelnější. Při předávkování tvrdidla nebo urychlovače klesne naopak životnost čerstvé směsi pod přijatelnou mez a dochází k mechanickému rozrušování vznikající struktury ještě během zpracování (ukládání) směsi a navíc polymerace (růst pevnosti) může být bouřlivá, provázená velkými objemovými změnami; pokud k takovým poruchám během polymerace nedojde, je však výsledný produkt z mechanického hlediska obdobný i při značném předávkování tvrdidla, popř. urychlovače.

Poměr obou složek — pojiva a plniva — je ovšem určujícím činitelem pro chování podlahoviny. Má být ve většině případů volen tak, aby vzniklá soustava po zatvrdnutí neměla spojitou pórovitost, avšak obsahovala i jisté množství uzavřených pórů. Poměr složek souvisí se skladbou a druhem plniva (granulometrie, mezerovitostí, vnitřním měrným povrchem), s viskozitou pojiva a s účinností míšení a zpracování a kolísá v rozmezí od 1 : 6 do 1 : 11, nejčastěji kolem 1 : 7 až 1 : 8 (hmotn.).

Nezbytnou podmínkou úspěšné realizace polyesterových podlahových systémů (stejně jako systémů z jiných pryskyřic) je účinné smíšení všech složek materiálu. Nedostatečným smíšením bude místo od místa poměr pojiva a plniva odlišný, ale hlavně dojde k různému obsahu tvrdidla nebo urychlovače ve směsi v různých místech; následkem jsou pak již popsané závady — místní nedotvrzení nebo místní rozbití již vzniklé struktury při zpracování.

Zpracování čerstvé směsi na místě výrazně ovlivní její hutnost (hustotu). I při dobrém poměru složek a dobrém smíšení vznikají nedostatečným zpracováním podlahoviny pórovité, nasákové a tedy chemicky i fyzikálně méně odolné. Pro zpracování je rovněž důležitá teplota okolí a podkladu, jinými slovy tzv. rodová teplota. Při vysoké teplotě prostředí při kladení podlahoviny se např. nejen urychluje proces polymerace s nepříznivými, shora popsanými jevy, ale zvyšuje se i nepříznivé spolupůsobení smrštění a snížení teploty v zatvrdlém systému (viz kapitolu o teplotních účincích). Stejně důležitá je i vlhkost

⁴⁾ Skutečná plocha povrchu v plošné jednotce průmětu.

prostředí při kladení a zrání. Zvýšená vlhkost v tomto období může ovlivnit zejména chemismus vytvrzování.

Vlhkost surovin, podkladu a prostředí

Polyesterové pryskyřice jsou velmi citlivé na vlhkost. Voda i ve velmi malém množství inhibuje polymerační reakci a může dojít nejen ke zpomalení tvrdnutí nebo k jeho úplnému zabrání, ale i k pozdějším nepříznivým chemickým dějům.

Pokud se užívá *plniva* (ať granulárního nebo fibrilárního), musí být suché (přesušené), tj. nesmí obsahovat více než 0,3 % vody na hmotnost sušiny⁵⁾.

Vlhkost podkladu hraje přirozeně rovněž velkou úlohu při tvrdnutí polyesterové podlahoviny, zejména v jeho prvotní fázi. Vlhkost může být stacionární (primární, vnesená vlhkost podkladních vrstev) nebo dynamická (sekundární vlhkost pocházející z ovzduší, zemní vlhkost, vlhkost vnesená do systému defektem). Může být v celém systému přítomna ve formě kapalné vody (vodního roztoku), nebo vodních par blízkých rovnovážnému nasycení.

Tvrdnutí inhibuje i *vzdušný kyslík* a je-li vzduch vlhký, je inhibice podstatně účinnější. V extrémním případě může být tvrdnutí v povrchové vrstvě zcela zabráněno.

Vlhkost ve formě kondenzované vody (nebo vodného roztoku) může však působit nepříznivě i fyzikálně — především svým rozklíňujícím účinkem na rozhraní pevných fází ve struktuře a zejména na rozhraní různých vrstev kompozitního systému. V případě, kdy může dojít k vystavení podlahy mrazu (nevytápěné prostory v zimě), je zhoubný vliv vody pod některou vrstvou nebo ve struktuře nasnadě.

Proto je třeba zabránit průniku (difúzi) vodních par podkladem a podložkou k podlahovině a jejich případné kondenzaci v zóně kontaktu. To platí jak o vlhkosti transportované z podkladu (nebo z ovzduší), tak o vlhkosti vnesené do stropního systému výrobním postupem nebo jinak (např. nehodou). Pokud není dosaženo při kladení podlahoviny (obvykle vodonepropustné a paronepropustné) rovnovážné vlhkosti podložky a případných dalších podkladních vrstev až k vodotěsné izolaci, jež je k zabránění difúze par odspodu někdy nezbytná (podklad zemíně, nad silně vlhkými provozy), nebo všech vrstev stropního systému, pokud vodotěsná izolace není provedena, vznikají poruchy podlahoviny (ať chemického nebo fyzikálního rázu) téměř zákonitě.

Podstatně složitějšími se vlhkostní poměry ve stropním systému stanou při *působení teplotního gradientu*, daného např. činností sálavého vytápění zabudovaného ve stropní konstrukci. Je-li sálavé vytápění umístěno při spodním povrchu konstrukční desky, je usnadněna cirkulace vlhkosti k hornímu chladnějšímu povrchu⁶⁾. Teplotní spád může být značný: od téměř 60 °C na spodním povrchu (podle platné ČSN 06 0312 může být maximální teplota vody při vstupu do zabetonovaných trubek 60 °C) až

⁵⁾ Není-li zajištěno, že plnivo (i podklad) jsou zcela vysušeny, mělo by být použito jiného vytvrzujícího systému, méně citlivého k vlivům vlhkosti (zrychlujícího tvrdnutí, ale nesnižujícího nadměrně životnost směsi), např. systému B podle *tabulky 1* v [1]. Uvedený vytvrzující systém je rovněž vhodný pro nižší teploty (pod 18 °C).

⁶⁾ Jednotlivé vrstvy pod podlahovinou (kromě vodotěsné izolace) jsou schopny propustit o několik řádů více hmotnosti vodní páry, než podlahovina. Při vzrůstu teploty o 30 °C vznikne v systému přetlak vzduchu (vodní páry) zhruba 20 kPa [9]. Vertikální tok vodní páry podlahovinou při teplotě otopné vody 60 °C jsou řádu 0,0001 kg.m⁻².h⁻¹ nebo méně, zatímco betonem řádu 0,0015 kg.m⁻².h⁻¹.

k teplotě venkovního ovzduší při větrání horní místnosti nebo u střechy. Gradient 0 až 60 °C v zimním období nemusí být výjimkou. Kromě velkého namáhání jednotlivých styků i všech částí stropního systému ovlivňuje sálavé vytápění silně i tenzi par a difúzi a transport vlhkosti ve stropním systému. Teplotní gradient může vzniknout i při značně rozdílných teplotách prostředí nad stropem a pod ním.

Cirkulující vodní páry, usměrněné teplotním gradientem k hornímu povrchu systému, narážejí zde na prakticky neproniknutelnou zábranu. Pod podlahovinou vzniká přetlak, dochází ke kondenzaci, páry i kapaliny pod tlakem vstupují do spodních vrstev podlahoviny. V případě plastbetonu způsobují fyzikální i chemické porušování jeho struktury; podobně v případě podlahoviny vyztužené skleněnými vlákny (např. Fortit) kapaliny procházejí po vlákních nebo lokálních poruchách a dostávají se až k vyrovnávací, resp. povrchové vrstvě, kde se komprimují tak dlouho, až horní vrstvy tomuto tlaku povolí; dojde k místnímu rozklínění, oddělení nosné vrstvy a povrchových vrstev. Další vývoj je kauzální, tlak se znovu zvyšuje, na slabších místech vznikají výdutě, horní vrstvy se deformují, páry a kapaliny se koncentrují do těchto míst, sousední místa se odlehčují. Postupně se výdutě zvětšují až do vyrovnání tlakových podmínek, tj. až k odtržení vrchní vrstvy podlahoviny od spodních vrstev nebo celé podlahoviny od podložky ve větší ploše, až k porušení (proděraření) výdutě, jímž se tlaková kapalina a páry uvolňují. Významnou úlohu přitom hrají fyzikálně mechanické vlastnosti podlahoviny při dlouhodobém namáhání za zvýšené teploty a příp. chemického působení některých složek. Krip podlahoviny za takových podmínek je značný [9] a již poměrně malé přetlaky mohou způsobit vznik a růst výdutí.

Mimo topnou sezónu a při vyrovnaných teplotách prostředí pod stropem a nad ním, přibližně v izometrických podmínkách, je naproti tomu výměna vlhkosti mezi systémem a okolím dána pouze vlhkostním gradientem na rozhraní.

Jediný účinný způsob, jak zabránit difúzi vodních par od spodního k hornímu povrchu v důsledku nerovnováhy vlhkostních poměrů nad stropním systémem, pod ním, nebo v něm při působení teplotního gradientu, poskytne pouze vodotěsná (parotěsná) izolační vrstva, umístěná co nejbližší k nepropustné podlahovině, tedy pod betonovou podložkou.

Vzdušnou inhibici povrchové vrstvy podlahoviny podstatně omezí např. příměs parafinických složek.

【Stárnutí

Bylo již několikrát řečeno, že s rostoucím časovým odstupem od zhotovení polyesterové podlahoviny se snižují její pružnost a poddajnost, *pryskyřice křehne*. Poměr pevnosti v tahu k pevnosti v tlaku se snižuje, modul pružnosti roste, rázová pevnost klesá. Rovněž trvalá pevnost klesá. Tyto jevy jsou patrnější v případě působení ultrafialového záření, jehož vlivem může dojít k degradaci polyesterové pryskyřice, provázené snížením pevnosti až úplným rozpadem podlahoviny.

Poměrně rychlé stárnutí plastických hmot je známé a je to třeba považovat za jejich specifickou vlastnost. Snížená možnost relaxace napětí vede často k poruchám systému až po delší době od zhotovení. Není jiné pomoci, než vlastnosti použitého pojiva (pryskyřice) při volbě namáhání respektovat.

Nepříznivý vliv *ultrafialového záření* na polyesterovou pryskyřici se značně redukuje v systémech typu plastbetonů (v pojených plnivech, tj. kde je plnivo agregováno, jinými slovy s poměrem pojiva k plnivu větším než zhruba 1:8) takřka skokem oproti plněným pojivům (např. stěrčím). Pro praktickou aplikaci v exteriéru lze proto schválit jen systémy pojených plniv s poměrem pojivo: plnivo těsně pod mezí propustnosti. Je zde zvláště žádoucí pečlivé provedení, neboť hledisko mrazuvzdornosti a nenásákavosti žádá z druhé strany zabezpečit nepropustnost systému; pro exteriérovou aplikaci zbývá tak pouze velmi úzká oblast vzájemných poměrů pojiva a plniva. Přirozeně nelze na plastbeton aplikovat povrchovou vrstvu ze slabě plněné pryskyřice.

Úprava podkladu (podložky)

Nelze dostatečně zdůraznit důležitost úpravy podkladové vrstvy (podložky) pod polyesterovou podlahovinu. Jestliže se neodstraní nekvalitní povrchové vrstvy betonové podložky, složené z lehkých podílů cementu a plniva, stane se po penetraci tato vrstva součástí podlahovinového systému (s ním pevně spojená) a kontaktní zóna vznikne mezi touto povrchovou vrstvou a vlastním betonem; soudržnost mezi nimi je minimální. Pokud je podložka pevná a nenásákavá, nelze se vyhnout opatřením zvyšujícím účinnost adheze podlahoviny (např. zvýšením měrného povrchu opískováním či jiným podobným zásahem — viz kapitolu Mechanické vlastnosti). Má-li podložka dostatečně velký otevřený vnitřní povrch, je tedy nasákavá, musí být penetrace provedena do dostatečné hloubky. Dokonalá penetrace pojiva podlahoviny (nebo přibuzného pojiva, schopného chemických vazeb s pojivem podlahoviny) do struktury podkladu umožní rozložení smykových napětí z jedné roviny do celé zóny⁷⁾. Penetrací je nutné zajistit využití mechanických vlastností podkladu v plné míře; kontaktní spára musí mít proto smykovou (tahovou) pevnost větší (nebo alespoň rovnou) než (jako) má podklad.

⁷⁾ Pro penetraci jsou vhodné také nízkoviskózní pryskyřice, jež jsou schopny poskytnout kohezní vazby s polyesterovým pojivem. Při použití epoxidové penetrace je proto účelné volit polyesterové pryskyřice na dianové bázi, např. ChS Polyester 221. Vedle lepší soudržnosti s podložkou (se speciálními tvrdícími systémy i vlhkou) lze očekávat s epoxidovou penetrací podstatné snížení nebezpečí alkalické hydrolyzy. Nepříznivému fyzikálnímu působení přetlaku vodních par však nelze druhem penetrace zabránit.

Aby penetrace byla účinná, musí být podložka suchá, tj. póry prázdné a schopné zaplnění pryskyřicí a ředidlo použité v penetračním roztoku musí být voleno tak, aby umožnilo průnik zředěné pryskyřice do předpokládané hloubky před jeho vypřecháním⁸⁾. Nedodržení těchto zásad (penetrace na vlhký povrch, použití rychle se odpařujících ředidel, jako je aceton) vede k vytvoření pouze povrchové, do podložky nezakotvené vrstvičky.

Naprostá nezbytnost zabránit pronikání vlhkosti k podlahovině odspodu byla již zdůvodněna v kapitole o vlhkosti surovin, podkladu a prostředí.

(Lektoroval Ing. Ivo Augusta, DrSc.)

St 49 — březen 1980

LITERATURA

- [1] Bareš R. A.: Nenasycené polyesterové a jejich vlastnosti. *Stavivo*, 58, 1980, č. 6, s. 243—248. — [2] Bareš R. A.: Poruchy polyesterových podlahových systémů. *Stavivo*, 58, 1980, č. 7/8, s. 319—323. — [3] Bareš R. A.: Les bétons de résine à base des résines de furane — berol. *Bull. RILEM*, 28, 1965, Resin Concrete, s. 19—24. — [4] Bareš R., Javornický J., Navrátil J.: Some basic features in mechanics of inhomogeneous materials. *Proc. of Ing. Conf. on Mechanics Behaviour of Materials*, Kyoto, 1972, sv. V, s. 43—53. — [5] Čermák V., Hájek Z., Mleziva J.: Vytvrzování nenasycených polyesterových pryskyřic I., Vytvrzování čistých pryskyřic iniciačním systémem peroxid — kobaltnaftenát. *Plasty a kaučuk*, 11, 1974, č. 6, s. 165—168. — [6] Durelli A. J.: Strains and stress in matrices with Inserts, *Mechanics of Composite Materials*. Pergamon Press, Oxford 1970, s. 236—336. — [7] Javornický J.: Photoelastic investigation of cast plates with inclusions in experimental stress analysis and its influence on design. *Proc. of 4th Int. Conf. on Exp. Stress Analysis*, Cambridge 1970, s. 39—46. — [8] Javornický J.: Photoelastic investigation of states of stress of matrices in the agglomerates of two and three circular inclusions. *Proc. of 7th All-Union Conf. on photoelasticity*, Tallinn 1971, sv. IV., s. 98—107. — [9] Williams P., Jacobs G. A.: Current use and application of polymer cement, *Polymers in Concrete*. Publication SP-40, ACI-Detroit, 1973.

⁸⁾ Penetrace by měla být provedena alespoň dvakrát, u velmi pórovitých podložek i vícekrát tak, aby došlo k úplnému zaplnění pórů, avšak současně jen tolikrát, abychom ještě nevytvořili na povrchu souvislý film penetrační pryskyřice.

SAUDSKÁ ARÁBIE. V rámci pokračující industrializace země byla vybudována vápenka v Riýadhu, která zásobuje vápnem dva nové závody na výrobu vápenopískových cihel v Riýadhu a Jeddahu. Vápenka vybavená dvěma šachtovými pecemi má výkon 200 t vápna za 24 h, závody na výrobu vápenopískových cihel mají celkovou kapacitu 23 000 standardních cihel, 17 300 cihel dvojnásobného formátu a 12 000 děrovaných cihel. Všechny tři závody byly dodány „na klíč“ fou Krupp Polysius AG, Beckum, NSR, za 20 měsíců.

(TIZ Fachberichte, 1980, č. 3)

ŠVÝCARSKO. Výrobní program fy Zürcher Ziegeleien, Zürich, tvoří rozmanitý sortiment výrobků pro stavebnictví. Vedle zdicích materiálů a pálené krytiny jsou to zejména deskovité fasádní prvky pro odvětrávané fasády, které jsou nejrozšířenějším výrobkem, sendvičové prvky a výrobky pro speciální účely použité a od roku 1976 též výrobky na bázi betonu vyztuženého skleněnými vlákny, jež mají firemní označení CEMFOR.

(Betonwerk + Fertigteiltechnik, 1980, č. 1)