



Polyuretanová pěna jako účinný tepelně izolační materiál

O polyuretanové pěně již bylo napsáno mnoho, ale přesto téměř ve všech článcích, odborných publikacích a koneckonců i v ČSN není pěna (nejsou pěny) správně rozdělovány a posuzovány podle svých odlišných podob a vlastností. Pokud vyjmete ze širokého spektra polyuretanových pěn ty, které plní v průmyslu a stavebnictví úlohu tepelného izolantu, tak se budeme bavit především o tvrdých a polotvrdých polyuretanových pěnách.

Způsoby vypěňování

Na samém počátku mají všechny tyto pěny stejný princip – reakci dvou složek, a to MDI (složky B) a směsi polyolu a ostatních aditiv (složky A). Po smíchání obou těchto složek v předepsaném poměru tato reaguje a ze skupenství tekutého se mění do skupenství pevného s tím, že mnohonásobně nabude na objemu. Při chemické reakci totiž voda, obsažená v jedné ze složek (polyol), reaguje se složkou druhou a vytváří tak CO_2 (kysličník uhličitý). V tomto případě hovoříme o chemickém napěňování, neboť CO_2 vzniká chemickou reakcí vody se složkou MDI. Vzniklá pěna dosahuje součinitele $\lambda = 0,028 - 0,030 \text{ W/m.K}$, což je velmi dobrá hodnota. Tento způsob vypěňování (odborně „nadouvání“), založený na chemické reakci, je možno označit jako chemické. Pěny na tomto principu jsou však používány méně často, ale v případě jednokomponentních pěn ve spreji je to vždy pouze tento způsob.



Převažující způsob vypěňování je však chemicko – fyzikální. To znamená, že vedle vody, obsažené ve složce A, je přidán např. halogenizovaný uhlovdík HFC (tzv. blowing agent – nadouvací plyn) v tekutém skupenství s nízkým bodem varu. Je to např. Enovate 3000 (HFC-245fa, 1,1,1,3,3-pentafluoropropan) společnosti Honeywell, Solkane (HFC-365/227, 1,1,1,3,3-pentafluorobutan + 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropan) nebo Solkane 134a společnosti Solvay. Při chemické exotermní reakci (vyvíjí se reakční teplo) se vedle CO_2 prudce mění skupenství těchto tekutých uhlovdíků

na plyn a spolu s CO_2 v mikroskopických buňkách vytváří směs s velmi nízkým koeficientem tepelné vodivosti. Lze tak docílit součinitele $\lambda = 0,020 - 0,023 \text{ W/m.K}$. Vedle těchto vynikajících tepelně izolačních vlastností se zvyšuje i obrysová stabilita pěn, zlepšuje buněčná struktura a zmenšuje již tak velmi nízká nasákavost. Dalším pozitivem je fakt, že součinitel λ je u chemicko - fyzikálního nadouvání vzhledem ke stárnutí pěny stabilnější a nezhoršuje se v porovnání s PUR pěnami vypěňovanými pouze CO_2 .

Toto funkci lze docílit s použitím n-pentanů nebo c-pentanů a jejich kombinací, kde se však jedná o dvou i tříkomponentní systémy, určené pro sériovou výrobu (např. ledniček, mrazáků nebo kontinuální výrobu sendvičových panelů). V těchto případech se dosahuje součinitele $\lambda = 0,020 - 0,025 \text{ W/m.K}$.

Zvláštní kapitolou jsou polyuretanové pěny ve spreji. Jako tepelně izolační materiál jsou v porovnání s ostatními (minerální vata, polystyren) stále lepší, ale ve srovnání s tvrdými polyuretanovými pěnami jsou „hodně vzadu“. Tyto pěny totiž používají ke svému vypěňování vzdušnou vlhkost (tedy opět CO_2), která je proměnná. Protože se vzdušná vlhkost dostává do směsi polyuretanového prepolymeru difundují z vnějšího prostředí, jsou tyto pěny nerovnoměrné ve své struktuře. Vytvořená pěna proto nemůže mít přesně definované vlastnosti a součinitel λ se pohybuje kolem $0,032 - 0,033 \text{ W/m.K}$. Vedle tohoto faktu je však podstatné, že tyto pěny mají uzavřené buňky jen částečně (od 60 do 80 %). Většina z nich není určena do trvalé aplikace pod vodou.





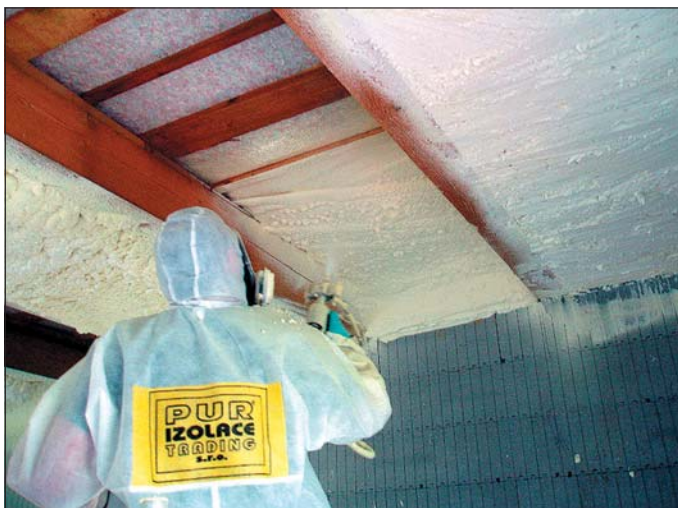
Odlišnosti buněčné struktury

Všechny běžně používané tvrdé polyuretanové pěny mají tzv. uzavřenou buněčnou strukturu, která je obvykle > 90%. Stabilita izolačních vlastností je ještě zesílena použitím chemicko – fyzikálního nadouvání, kdy uzavřená buněčná struktura je > 95% a izolační plyn nedifunduje přes vlastní stěny buněk. Tato buněčná struktura znamená výhodu nízké nasákavosti a vynikající stabilní mechanické vlastnosti v širokém rozsahu provozních teplot (-190 °C až +110 °C).

Otevřené buňky znamenají z větší části ztrátu těchto vlastností, ale neznamená to, že jako tepelný izolant ztrácí využití. Jak již bylo shora uvedeno, jednokomponentní pur pěny mají právě částečně otevřenou strukturu. Dvoukomponentní izolační pěny tohoto typu se však nepoužívaly. Nyní se však tyto pěny objevují v souvislosti s výstavbou nízkenergetických domů a dřevostaveb. V Evropě je to novinka, která byla převzata z USA a Kanady. V Čes-

ké Republice se jedná se např. o polyuretanový systém Icnene, Home Foam a Pur Izolace Soft. Nejsou to žádné „zázračné nebo chytré pěny“ jak se někdy mylně uvádí, ale dvoukomponentní sofistikované polyuretanové pěny s cílenou, převážně otevřenou buněčnou strukturou.

Součinitel λ se pohybuje kolem 0,032 – 0,038 W/m.K. Oproti pur pěně s uzavřenou buněčnou strukturou je však tento „handycap“ kompenzován větší tloušťkou izolační vrstvy, která se běžně pohybuje mezi 150 až 300mm dle požadavku na docílení součinitele prostupu tepla U při velmi nízké objemové hmotnosti pěny (8 – 15 kg/m³). Polyuretanové pěny s otevřenou buněčnou strukturou však přinášejí nové výhody – vynikající paropropustnost vodních par ($\mu = 3$ až 4) při dokonalém utěsnění izolovaného prostoru a dále velmi dobré zvukově izolační vlastnosti (neprůzvučnost). Absorpce vody do těchto pěn je vyšší (< 5 kg/m² po 28 dnech) a proto pěny nejsou určeny do dutin s možností vnikání kapalin (vody). Ovšem otevřená



účel použití polyuretanové pěny	montážní pur pěna ve spreji
počet komponent ke zpracování	1 (izokyanátový prepolymer)
způsob vypěňování	chemické, vzdušnou vlhkostí (CO ₂)
buněčná struktura	uzavřenost 60 - 80 %
nasákavost	5 až 90 % dle typu pěny
součinitel tepelné vodivosti	$\lambda = 0,032-0,035$ W/m.K

účel použití polyuretanové pěny	pur pěna pro izolace nízkenerget. domů
počet komponent ke zpracování	2 (izokyanátový prepolymer + polyol)
způsob vypěňování	chemické (voda, CO ₂)
buněčná struktura	uzavřenost < 5 %
nasákavost	< 5 kg/m ² za 28 dní
součinitel tepelné vodivosti	$\lambda = 0,032-0,038$ W/m.K

účel použití polyuretanové pěny	pur pěna pro výrobu sendvič. panelů, linka
počet komponent ke zpracování	2 až 3 (MDI+ polyol + c/í pentan)
způsob vypěňování	chemicko fyzikální (c+i pentan / voda, CO ₂)
buněčná struktura	uzavřenost > 95 %
nasákavost	max. 5 obj. %, obvykle do 2%
součinitel tepelné vodivosti	$\lambda = 0,020-0,025$ W/m.K

účel použití polyuretanové pěny	pur pěna pro výrobu lednic a mrazáků, linka
počet komponent ke zpracování	2 až 3 (MDI+ polyol + c/í pentan)
způsob vypěňování	chemicko fyzikální (c+i pentan / voda, CO ₂)
buněčná struktura	uzavřenost > 95 %
nasákavost	max. 5 obj. %, obvykle do 2%
součinitel tepelné vodivosti	$\lambda = 0,020-0,025$ W/m.K

účel použití polyuretanové pěny	pur pěna pro izolace potrubí a nádrží litím
počet komponent ke zpracování	2 (MDI+ polyol)
způsob vypěňování	chemicko fyzikální (HFC 134a + voda, CO ₂)
buněčná struktura	uzavřenost > 95 %
nasákavost	max. 5 obj. %, obvykle do 2%
součinitel tepelné vodivosti	$\lambda = 0,020-0,025$ W/m.K

účel použití polyuretanové pěny	pur pěna na izolace střeš, nástřikem
počet komponent ke zpracování	2 (MDI+ polyol)
způsob vypěňování	chemicko fyzikální (HFC 365/227+ voda, CO ₂)
buněčná struktura	uzavřenost > 95 %
nasákavost	max. 5 obj. %, obvykle do 2%
součinitel tepelné vodivosti	$\lambda = 0,020-0,025$ W/m.K

účel použití polyuretanové pěny	pur pěna na izolace stropů, nástřikem
počet komponent ke zpracování	2 (MDI+ polyol)
způsob vypěňování	chemicko fyzikální (HFC 245fa + voda, CO ₂)
buněčná struktura	uzavřenost > 95 %
nasákavost	max. 5 obj. %, obvykle do 2%
součinitel tepelné vodivosti	$\lambda = 0,020-0,025$ W/m.K



buněčná struktura umožňuje rychlé vyschnutí a obnovení tepelné izolačních vlastností beze změny. Nutno dodat, že tyto pěny výhradně používají chemické vypěňování na bázi CO₂.

Petr Korčák
PUR Izolace, s. r. o.