
Expertizní posudek
„Technologické podklady pro výrobu kompozitní izo-
lační hmoty na bázi pěnosádry“
Spoluautor Alois Vašíček

31 stran

10. 1. 1990

10.1. 1990

Technologické podklady pro výrobu kompozitní
izolační hmoty na bázi pěnosádky.



Část I

Laboratorní zkoušky technologie výroby tepelně izolační hmoty na bázi pěnosádry

Obsah:	1. Suroviny 1
	1.1 Současný stav problematiky	...1
	1.2 Druhotné suroviny2
	2. Reakční kinetika vzniku pěno- sádry3
	3. Chemicko-inženýrské aspekty průběhů reakcí4
	4. Vliv struktury hmoty na její izolační vlastnosti6
	5. Obecné požadavky na technolo- gické zařízení8
	6. Přínosy řešené problematiky k obecnému poznání8
	P ř í l o h y9

1. S u r o v i n y

1.1 Současný stav problematiky aplikace tepelně izolačních hmot

Tepelná izolace prostorů, zejména ve stavebnictví nabyla silného rozmachu při přechodu od klasických stavebních technologií k prefabrikovaným stavbám. Izolační hmoty aplikované při výrobě prafabrikovaných dílů kopírují zcela vývoj v oblasti vědeckého poznání nových hmot - polymerů a využívají poznatků inovačních trendů v oblasti minerálních vláknitých materiálů.

Historická zkušenost s použitím polymerních lehčených materiálů ukázala, že byly použité polymery "přeceněny", neboť aplikace těchto hmot je sice elegantní z hlediska jejich výborných izolačních vlastností, avšak již složitější je surovinová a technologická základna pro výrobu těchto hmot.

Nejznámější izolační hmotou současnosti je lehčený polystyren, který je vyráběn ve formě polotovárů - desek různých tloušťek, které se ukládají do prostor, určených k izolaci. Cena materiálu je velmi vysoká, materiál je přes značné úsilí o jeho úpravu značně hořlavý a podle výsledků s dlouhodobým uplatněním je málo stavitelný proti degradaci. Vyšší uplatnění ve stavebnictví nachází polystyren vyráběný vytlačováním se současným nadouváním - extrudovaný typ, který má zlepšené mechanické vlastnosti a je odolnější proti povětrnosti, avšak v ČSSR zatím není k dispozici zařízení pro tuto technologii.

Další skupinou lehčených hmot jsou pěny, využívající termose-
tických pryskyřic na bázi močovinoformaldehydových, fenolformaldehy-
dových pryskyřic a na bázi polyurethanů. Tyto hmoty v mnohém
předčí výše uvedený polystyren, avšak průvodním jevem při aplikaci
těchto hmot je jejich hygienická závadnost (emise formaldehydu příp.
fenolu do obytných prostor) a jejich nižší odolnost k degradaci.
Přes uvedené nedostatky je v ČSSR používána fenol-formaldehydová
hmota pod obchodním názvem POROFEN, která se vyrábí v malém měřítku
v některých přidružených výrobcích JZD. Aplikace hmot na bázi
izokyanatanů - polyurethanů přináší s sebou řadu předností,
jako např. aplikace přímo na stavbě, kdy vzniká pěna ve tvaru
izolační dutiny do které je nastříknuta a kde v relativně krátkém
čase ztuhne, avšak cena těchto hmot je velmi vysoká a nelze s ní
počítat při velkovýrobách stavebních dílů. Stabilita a hořlavost
polyurethanů jsou na nižší úrovni.

Zatím nejširší uplatnění izolačních hmot ve stavebnictví našly vláknité materiály na bázi čedičové či skelné vaty. Tyto hmoty vykazují poněkud lepší vlastnosti z hlediska hořlavosti a stability, avšak projevuje se u nich snížení izolačních vlastností v důsledku jejich deformace v prostoru. Proto je nutné provádět konstrukční úpravy prvků, přídatky nosných elementů, např. hřebíků a impregnací vláknitého materiálu např. fenolformaldehydovou pryskyřicí. Ekonomická náročnost výroby je vázána na energetickou náročnost při tavení hmoty.

1.2 Druhotné suroviny

Použití druhotných surovin ve stavebnictví bylo dosud limitováno sortimentem, který odpadá v různých oblastech čs. průmyslu. V současné době byl tento sortiment rozšířen o další perspektivní surovinu, kterou je sádrovec z produkce odsiřovacích stanic tepelných elektráren. Tato, poměrně levná surovina nabízí aplikaci pro daný účel, avšak za předpokladu, že bude veden takový technologický proces, který nebude vázán na úzkoprofilové doplňkové komponenty. Vlastní chemická stránka výroby vyžaduje kromě aktivního pojiva - sádry ještě podstatné množství detergentu, bez jehož přídatku nelze stabilní pěnu vyrobit. Touto složkou se ukazuje být odpadní produkt při výrobě papíru - sulfitový výluh. Jeho množství je dostatečné pro pokrytí poptávky i tak masové produkce stavebních hmot. V současné době je ho produkováno jen v Jihočeských papírnách Větrná 150 - 220 tisíc tun za rok.

Při laboratorních zkouškách přípravy pěnosastry se ukázala potřeba použití nadouvacího systému. Pokusy prováděné v laboratořích Institutu pro racionalizaci papírenského průmyslu Praha ukázaly, že použití tlakového vzduchu pro napěnění systému sádra-sulfitový výluh jsou technicky neproveditelné. Stejně negativní výsledek přinesly další zkoušky napěňování pomocí tlakové páry. Proto byl pro další pokusy použit nadouvací systém uhličitán vápenatý - kyselina sírová. Výsledky těchto pokusů prokázaly oprávněnost pro další výzkum této izolační hmoty.

2. Reakční kinetika vzniku pěnosádry

Myšlenka využití pěnosádry, jako izolační hmoty ve stavebnictví není nová. Pokusy pro přípravu této hmoty byly prováděny řadou pracovišť. Při těchto pokusech byla sádra s obsahem uhličitanu vápenatého smíchána s pevnou organickou kyselinou, např. šťavelevou a po rozmíchání s vodou vznikla napěněná hmota. Avšak vlivem vyšší rychlosti krystalizace než byla rychlost tvorby CO_2 z uhličitanu docházelo k praskání hmoty pěnosádry. Aplikace detergentů při výrobě pěnosádry retarduje vznik krystalického sádrovce, proto sádra po smíchání s vodným roztokem lignosulfonanu vápenatého, který je základní komponentou sulfitového výluhu prakticky neztuhne.

Retardace tuhnutí sádry v přítomnosti ve vodě rozpustných složek je pravděpodobně způsobena malou silou ligandového pole a nízkou solvatační energií bezvodého síranu vápenatého. Z tohoto důvodu byly provedeny experimentální studie stanovení reakční kinetiky systému sádra - uhličitan vápenatý - kyselina vzhledem na dobu ztuhnutí. Pokusy prováděné ve "statickém" režimu, tj. prostým vmícháním kyseliny do vodní suspenze nepřinesly žádný pozitivní výsledek. Směs sice napěnila, ale neztuhla. Avšak, pokud byla kyselina vmíchávána do suspenze v kuchyňském mixeru při otáčkách od 900 min^{-1} byly stanoveny následující rychlosti tuhnutí t (tab)

Tabulka:

Doby tuhnutí pěnosádry v závislosti na receptuře

Sulfitový výluh 50% sušiny (g)	Sádra modelářská (g)	CaCO_3 (g)	30% H_2SO_4 (ml)	30% doba (min)
130	80	20	10	82
130	100	20	10	76
130	130	20	10	66
130	80	40	20	57
130	100	40	20	43
130	130	40	20	37
130	80	60	40	15
130	100	60	40	8
130	130	60	40	3

3. Chemické-inženýrské aspekty průběhu reakcí

Výsledky studia reakční kinetiky průběhu reakcí vedoucích ke vzniku pěnosačky ukázaly, že nutným předpokladem pro vytvrzení hmoty je dokonalé míchání reakční směsi. Tento fakt lze podepřít hypotézou, že reakce



při které vzniká sádrovec "in situ" podporuje narušení solvatační vrstvy lignosulfonátu vápenatého, obklopující krystalická centra sádrovce. Vznikající síran vápenatý způsobuje propojení krystalických center sádrovce a tím i vytvoření pevné pěnosačkové struktury.

Z tohoto důvodu byl sledován vliv rychlosti otáček mixeru na rychlost tuhnutí pěnosačky ve složení směsi: Výluh 130 g; sádra 130g; CaCO_3 60 g; H_2SO_4 30%ní 40 ml. Doba míchání 30 s.

otáčky (min^{-1})	doba tuhnutí (s)
600	239
800	180
1600	133
1800	90

Podle výše uvedené hypotézy vzniku pěnosačky v daném reakčním systému a v souladu se získanými výsledky lze vyslovit závěr, že čím je míchání intenzivnější, tím je vyšší rychlost krystalizace sádrovce v daném disperzním systému. Exaktní stanovení závislosti

$DT (= DT(\text{otáčky míchadla}))$ doba tuhnutí

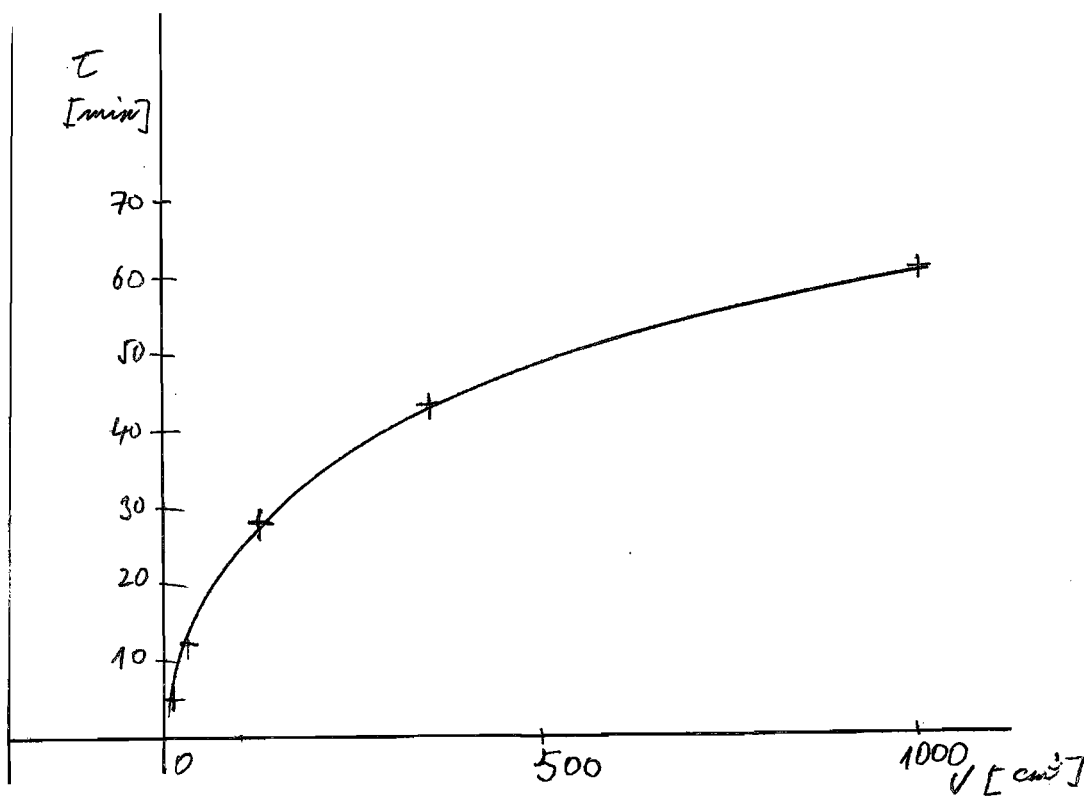
je však pro dané experimentální uspořádání velmi těžko proveditelné, neboť vlastní intenzita míchání je závislá i na dalších faktorech (např. viskozitě disperze, tvaru míchadel, tvaru míchací nádoby apod.), a nelze tudíž získané vztahy použít pro praktický návrh zařízení.

Dalším faktorem pro přípravu pěnosačky je zvedení procesu zrání, při kterém ztrácí pěnosačka vodu a vzniká finální struktura s finálními vlastnostmi. Tento proces je ovlivňován jak vnějšími faktory teplotou a relativní vlhkostí vzduchu, tak i difúzí vody materiálem. Pro získání představ o vlivu okolí i o příspěvku struktury materiálu byly provedeny dvě experimentální cesty a) urychlené zrání při 100°C v sušárně s cirkulací vzduchu b) přirozené zrání při 22°C volně v laboratoři.

K tomuto účelu byla použita hmota stejné zkušební šarže a stejného složení ve tvaru krychle o hraně 5 cm. Při 100°C bylo dosaženo konstantní hmotnosti 46,3g za 27 minut. Při zrání ad b) byla konstantní hmotnost 46,9g dosažena za 31 hodin. Pro stanovení empirické závislosti doby zrání na velikosti tělesa pěnosastry byla testována podle postupu a) pěnosastra tvaru krychle o hraně:

hrana	doba dosažení konstantní hmotnosti
1cm	5 min
3cm	12 min
5cm	28 min
7cm	43 min
10cm	62 min

Empirická závislost doby zrání pěnosastry na objemu



4. Vliv struktury hmoty na její izolační vlastnosti

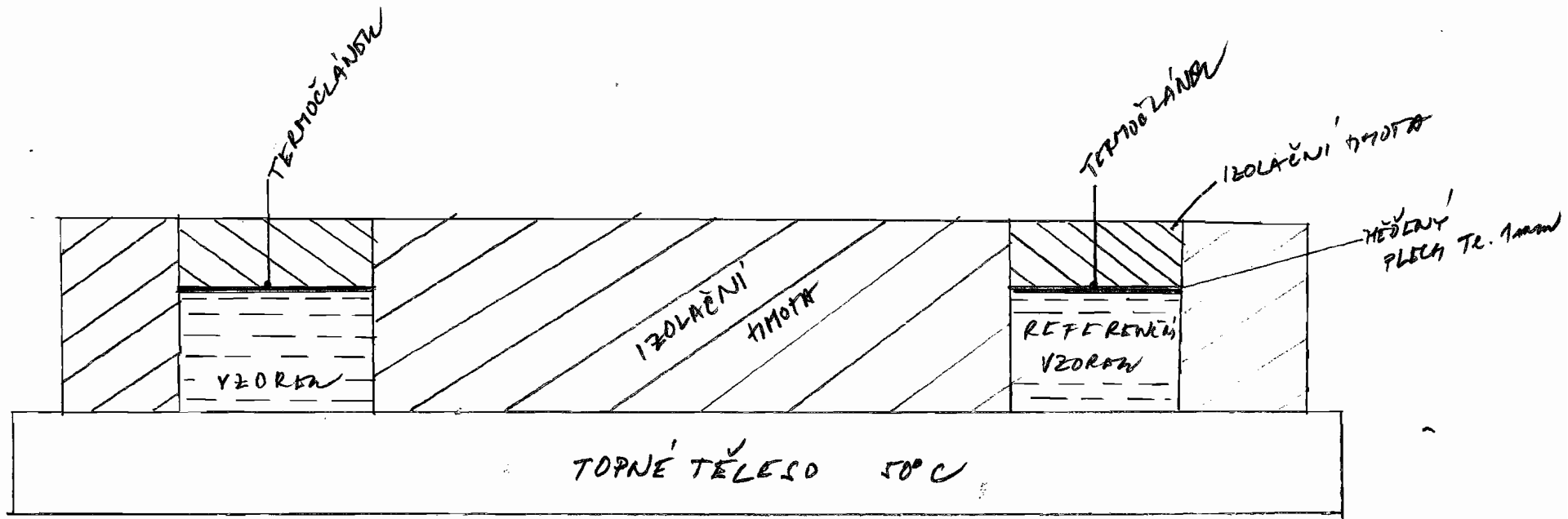
Pro stanovení vlivu struktury na izolační schopnost pěnosádry bylo použito zařízení podle obr., na kterém byla stanovována deba, za kterou bylo dosaženo konstantní teploty na povrchu vzorku. Vzhledem k nedokonalosti zařízení, nebyly stanovovány absolutní hodnoty tepelných vodivostí, ale jen jejich relativní hodnoty, vztažené k referenční hmotě, kterou byla pro naše účely pálená cihla. Výsledky shrnuje tabulka:

hustota pěny (g/cm^3)	Index tepelné vodivosti $I = t_{\text{měr}}/t_{\text{ref}}$
2,1	1,3
1,7	1,9
1,1	3,1
0,8	4,6
0,6	5,3
0,43	6,2
0,37	6,4
0,35	6,4
0,33	6,3
0,25	6,7
0,17	7,2

Poměrně strmý náběh izolačních schopností hmoty v prvním obsahu pórů se ustálil na hodnotách nepřevyšujících hodnotu indexu 7,5. Tento fakt si lze vysvětlit tvarem pórů, které jsou v případě hustot pod $0,5 \text{ g/cm}^3$ již otevřené. Tvar porézní struktury je ovšem závislý na technologii výroby pěnosádry, takže lze v budoucnosti očekávat jiné výsledky.

EXPERIMENTÁLNÍ USPOŘÁDÁNÍ ZARÍZENÍ PRO STANOVENÍ TEPELNÉ VODIVOSTI

-7-



5. Požadavky na technologické zařízení

Na základě zkušeností s laboratorní přípravou pěnosádry lze specifikovat následující požadavky na prevozní zařízení výroby pěnosádry:

- a) dávkování surovin - suroviny je nutné smíchat na homogenní suspenzi před vlastním napěněním. Přičemž vzniká hmota medovité konzistence, kterou je nutné stále míchat, protože je tixotropní. Dávkování kyseliny do zařízení by bylo optimální ve formě aerosolu kyseliny vmíchávané do hmoty. Avšak toto řešení je technicky těžko realizovatelné, proto je nutné dávkovat kyselinu malým proudem.
- b) Míchání suspenze - optimální otáčky míchadla jsou při honetách vyšších než 2000 /min.
- c) způsob výroby je výhodnější při kontinuálním napěňování než při šaržovitým způsobu

6. Přínosy řešené problematiky k obecnému poznání

Před započatím experimentů byla provedena rešeršní studie v patentových spisech, která je uvedena v příloze 1. Vzhledem k faktu, že bylo navržené řešení originální, byl vypracován návrh přihlášky vynálezu, který je uveden v příloze 2.

R e š e r š n í z p r á v a

Předmět rešerše: Kompozitní tepelně izolační hmota a způsob její výroby

Druh rešerše: na novost stejnojmenné přihlášky vynálezu

Časový rozsah: od roku 1975 do roku 1989, podle stavu fondů CIV v Praze ke dni 4.12.1989

Územní rozsah: ČSSR /CS/, Francie /FR/, NDR /DD/, Polsko /PL/ SSSR /SU/, Švýcarsko /CH/, NSR /DE/, Velká Británie /GB/, USA /US/, Evropský patent /EP, PCT/.

Prohlédnuté podskupiny:

E 04 B 1/74, 1/76
C 08 L 97/00, 97/02

Prameny: patentové spisy v knihovně CIV v Praze

Výsledek: v prohlédnutých spisech nebylo nalezeno řešení, které by bylo na závadu novosti předmětu vynálezu. Nejbližší řešení jsou uvedena v připojené seznamu vybraných spisů.

Přílohy: seznam posledních prohlédnutých spisů
seznam vybraných patentových spisů

S e z n a m . vybraných patentových spisů:

- CS-AO 211 644 - Ing.V.Moravec a kol.
E 04 B 1/66 přihl. 03 01 80 zveř.31 07 81
Způsob vytváření tepelné izolace staveb
- CS-AO 237 674 - Ing.V.Veltruský
E 04 B 1/76 25 03 83 16 01 85
Materiál, zejména k izolaci tepelných zařízení
- CS-AO 256 231 - Ing.V.Moravec CSc.,
E 04 B 1/68 20 11 86 15 12 88
Způsob vyplňování a tepelného izolování spár
a dutin
- EP-PA 254 993 - General Electric Comp./R.W.Barito a kol.
E 04 B 1/74 31 07 86 05 10 88
Insulation formed of precipitated silica and
fly ash
- DE-OS 25 17 314 - H.Thiele
G 08 L 97/00 18 04 75 21 10 76
Zur Verfestigung von Naturgesteinen oder
Schlacke geeignetes Bindemittel sowie Verfahren
und Vorrichtung zur Herstellung desselben
- US-PS 4 105 606 - Keskuslaboratorio-Centrallaboratorium AB
G 08 L 97/00 14 06 77 08 08 78
Adhesive for manufacture of plywood, particle
boards, fiber boards and similar products

S e s n a m posledních prohlédnutých spisů:

	Int.Cl. ² E 04 B 1/76 C 08 J 9/02 C 08 L 97/00 " 97/02	Int.Cl. ³ E 04 B 1/74 " 1/76 C 08 L 97/00 " 97/02	Int.Cl. ⁴
GS-AO/PS/	167 586 177 031 -	215 894 231 422 -	256 651 259 356 239 483
	-	234 926	-
FR-PS	2 420 002 2 318 195 -	2 539 325 2 547 334 2 438 867	2 610 965 2 515 347 -
	2 381 804	-	2 375 518
DD-PS	135 926 -	216 059 214 643	259 012 259 973
	119 430 -	-	- 237 518
FL-PS	90 007 -	122 016 -	- 144 115
	-	134 680	-
	-	-	141 282
SU-AO	708 031 710 520 -	1 114 753 1 114 754 1 052 523	1 384 685 1 423 705 1 213 050
	-	1 118 655	1 416 499
CH-PS	615 477 -	635 155 644 555	662 145 661 956
	-	-	652 546
	-	619 975	-
DE-OS	29 23 771 26 54 911 28 30 632 27 09 951	33 13 844 34 09 592 -	37 06 487 37 27 956 36 44 397 38 02 075
DE-AS/PS/	24 43 629 20 47 096 -	- -	24 31 019 36 41 508 -
	21 09 686	38 30 631	36 16 815
US-PS	4 243 763 4 421 193 4 194 997 4 193 816	4 525 967 4 516 374 4 508 886 4 458 042	4 444 186 4 704 312 4 742 094 4 752 637
GB-PS	1 544 838 1 552 447 1 547 316 1 567 966	2 138 460 2 141 763 1 601 751 2 136 008	2 203 181 2 204 340 -
	-	-	2 170 208
EP-PA	4 216 5 093 -	55 202 117 897 -	270 716 275 454 292 628
	5 533	107 260	292 627

PŘÍLOHA 2

Příhláška vynálezu 39 - 90

Int.Cl.⁵

E 04 B 1/76

Autoři vynálezu

VASÍČEK ALOIS Ing.CSc., HOŠTICE

BAREŠ RICHARD Ing.DrSc., PRAHA

Název vynálezu

Kompozitní tepelně izolační hmota a způsob
její výroby

Přihlášeno

3. 1. 1990

PV

39-90

Vynález se týká kompozitní tepelně izolační hmoty, napěněné vhněným vzduchem nebo nadouvadlem, a způsobu její výroby.

Dosud známé pěnové tepelně izolační hmoty pro tepelnou izolaci zejména stavebních konstrukcí jsou převážně na bázi lehčených polymerů, například jsou představovány zejména lehčeným polystyrénem, lehčeným polyuretanem, lehčenými fenolformaldehydovými hmotami nebo ostatními polyolefiny nebo pryžemi ve formě lehčených hmot. Základní nevýhodou těchto pěnových hmot je jejich vysoká hořlavost, malá životnost v důsledku poměrně rychlé degradace, u některých hmot zvýšená emise škodlivých degradačních produktů do okolí a u všech těchto hmot pak vysoká cena surovin.

Ve stavebnictví jsou ve značné míře využívány také anorganické lehčené tepelně izolační hmoty, zejména expandovaný perlit nebo jiné expandované nebo přírodní pórovité zeminy, které mají spravidla zrnitou formu. Pro vytváření izolačních násypů je možno tyto hmoty použít v původní zrnité podobě, ale spravidla je třeba je upravit do soudržných útvarů. Nejúčinnější tepelnou izolaci vytvářejí izolační matrace ve formě komárkových obalů z plastové fólie, plněných sypkou izolační hmotou. Jsou známy také deskové izolační prvky, vyrobené smícháním expandovaného perlitu nebo jiných podobných materiálů s anorganickými pojivy, například cementem, vápnem, sádkou a podobně, a popří-

padě s dalšími přísadami pro zvýšení pevnosti, otěruvzdornosti, snížení navlhavosti a podobně, a zpracování této směsi do formy desek. Jedna z takových známých izolačních hmot obsahuje v hmotnostních množstvích 65 dílů portlandského cementu, 14 dílů vápenného hydrátu, 10 dílů expandovaného perlitu, 0,8 dílu polystyrenových vláken, 3 díly pěnového polystyrenu se srny do 5 mm, 0,2 dílu stearanu vápenatého a 5 dílů 50%ní vodné disperze polyvinylacetátu.

Nevýhodou izolačních matrací je možnost snadného poškození pláštové fólie, po které dochází k vysypání suchého obsahu. Nevýhodou deskových nebo jiných tvarových útvarů z pojiva a lehčného plniva je zvýšení objemové hmotnosti a tím snížení tepelné izolačního účinku v důsledku zvýšení součinitele tepelné vodivosti.

Nedostatky známých izolačních materiálů jsou odstraněny pěnovou tepelně izolační hmotou podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že hmota obsahuje v hmotnostních množstvích 3 až 10 dílů lignosulfonanu vápenatého, obsaženého v sulfitovém výluhu, 3 až 12 dílů sádry, 1 až 5 dílů anorganického plniva a 1 až 1,5 dílu přísad.

Podle konkrétního výhodného provedení vynálezu je plnivo vybráno ze skupiny obsahující uhličitán vápenatý, kaolín a hlínu. V alternativním provedení obsahuje hmota podle vynálezu 2 až 3 díly minerální kyseliny, zejména kyseliny sírové H_2SO_4 , a přísadou je 0,2 až 0,6 dílu křemičitánu sodného, popřípadě vápenatého.

Podstata způsobu výroby tepelně izolační hmoty podle vynálezu spočívá v tom, že se nejprve smíchá lignosulfonan vápenatý

ve formě vodného roztoku, obsaženého v sulfitovém výluhu a obsahujícího 30 až 60 % hmotnostních sušiny, se sádrou a plnivý, načež se směs míchá a v průběhu míchání se do ní přivádí stlačený vzduch, do kterého se přimíchává křemičitan sodný nebo vápenatý ve formě vodného roztoku, a směs se nechá po vypěnění stuhnout a potom vyzrát po dobu 2,5 hod. až 15 dní při teplotě 20° až 100°C.

Při provádění alternativního způsobu výroby tepelně izolační hmoty podle vynálezu se nejprve smíchá lignosulfonan vápenatý ve formě vodného roztoku, obsaženého v sulfitovém výluhu a obsahujícího 30 až 60 % hmotnostních sušiny, se sádrou, uhličitanem vápenatým a popřípadě a dalšími plnivý, načež se do směsi za stálého míchání přidá minerální kyselina, zejména kyselina sírová H_2SO_4 , a směs se nechá vypěnit a stuhnout, načež se nechá dozrát při teplotě 20° až 100°C po dobu 2,5 hodiny až 15 dní.

Tepelně izolační hmota podle vynálezu je velmi levná, protože základní surovinou pro její výrobu je odpadový sulfitový výluh, který je odpadovou látkou z výroby celulózy a jehož vhodné průmyslové využití má značný ekologický význam. Tepelně izolační hmota podle vynálezu má poměrně nízký obsah hydraulického pojiva a nedochází tak u něj ke zvýšení součinitele tepelné vodivosti. Při výrobě tepelně izolační hmoty podle vynálezu se také využívá kyselina sírová, jejíž využití se stává značným problémem.

Tepelně izolační hmota a způsoby její výroby jsou blíže objasněny v následujících příkladech provedení.

Příklad 1

10 kg sulfitového výluhu, obsahujícího 50% hmotnostních

lignosulfonanu vápenatého a 5% hemicelulózu ve vodném roztoku, bylo smícháno s 5 kg sádry a 1 kg uhličitanu vápenatého a do této směsi byl v průběhu intenzivního míchání přiváděn stlačený vzduch s 5%ní přídavkem křemičitanu sodného. Přívodem stlačeného vzduchu došlo k napěnění směsi, která se potom nechala stuhnout a po stuhnutí se hmota sušila po dobu 2,5 hodiny při teplotě 100°C, po které bylo dosaženo konstantní hmotnosti. Takto vyrobená tepelně izolační hmota měla hustotu 1020 kg/m³, pevnost v tlaku 16,0 MPa a součinitel tepelné vodivosti 0,07 W/m deg.

Příklad 2

10 kg sulfitového výluhu stejného složení jako v příkladu 1 bylo smícháno s 5 kg sádry a 1 kg uhličitanu vápenatého. Do připravené směsi bylo potom postupně přidáváno 2,3 kg 20%ní kyseliny sírové H₂SO₄. Působením kyseliny sírové směs vypěnila a potom za 20 sekund stuhla. Ztuhlá směs se potom nechala zrát při teplotě 95°C po dobu 3 hodin. Vyrobena tepelně izolační hmota měla hustotu 340 kg/m³, pevnost v tlaku 3,0 MPa a součinitel tepelné vodivosti 0,059 W/m deg.

Příklad 3

10 kg sulfitového výluhu stejného složení jako v příkladu 1 bylo smícháno s 10 kg sádry a s 1 kg uhličitanu vápenatého. Do takto připravené směsi se postupně přidávalo 2,5 kg 22%ní kyseliny sírové H₂SO₄. Po vypěnění směsi hmota zatuhla po 9 sekundách, načež se nechala zrát při teplotě 18 až 25°C po dobu 10 dní. Po této době měla hmota hustotu 625 kg/m³, pevnost v tlaku 5,5 MPa a součinitel tepelné vodivosti 0,041 W/m deg.

Příklad 4

10 kg sulfitového vyluhu stejného složení jako v příkladu 1 bylo smícháno s 3 kg sádry a 2 kg uhličitanu vápenatého, přičemž tekutost směsi se upravila 3 kg vody. Do směsi se potom postupně přidávalo 3 kg 25%ní kyseliny sírové, která způsobila napěnění hmoty, která po 30 sekundách stuhla. Takto připravená směs se potom nechala stát při teplotě 100°C po dobu 2,5 hodiny. Hustota izolační hmoty byla 103 kg/m^3 , pevnost v tlaku 2,5 MPa a součinitel tepelné vodivosti $0,037 \text{ W/m deg}$.

Lehčená tepelně izolační hmota podle vynálezu je vhodná pro tepelné izolace zejména stavebních konstrukcí, například pro vytváření střední tepelně izolační vrstvy v sendvičových železobetonových dílcích nebo pro vytváření jádra kovových plášťovaných panelů.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Kompozitní tepelně izolační hmota, tvořená stuhlou směsí pojiva, plniva a popřípadě přísad a mající vylehčenou pěnovou strukturu, vyznačující se tím, že obsahuje v hmotnostních množstvích 3 až 10 dílů lignosulfonanu vápenatého, obsaženého v sulfitovém výluhu v koncentraci 30 až 60% hmotnostních, 3 až 12 dílů sádry, 1 až 5 dílů anorganického plniva a až 1,5 dílu přísad.

2. Kompozitní tepelně izolační hmota podle bodu 1, vyznačující se tím, že plnivem je látka vybraná ze skupiny obsahující uhličitán vápenatý, kaolín a hlínu.

3. Kompozitní tepelně izolační hmota podle bodů 1 a 2, vyznačující se tím, že obsahuje 1 až 4 díly minerální kyseliny, zejména kyseliny sírové H_2SO_4 .

4. Kompozitní tepelně izolační hmota podle bodů 1 až 3, vyznačující se tím, že přísadou je 0,3 až 1,5 dílu křemičitanu sodného, popřípadě křemičitanu vápenatého.

5. Způsob výroby kompozitní tepelně izolační hmoty podle bodů 1 a 2, vyznačující se tím, že se nejprve smíchá 6 až 20 hmotnostních dílů sulfitového výluhu s obsahem 30 až 60 % hmotnostních lignosulfonanu vápenatého s 3 až 12 díly hmotnostními sádry s 3 až 12 díly hmotnostními sádry, s 1 až 5 díly anorganického plniva a až 1,5 dílem přísad a v průběhu dalšího smíchání se do směsi přivádí stlačený vzduch, do kterého se přidává křemičitan sodný nebo vápenatý ve formě vodného roztoku, načež se po vypění nechá směs stuhnout a potom vyzrát po dobu 2,5

hodiny až 15 dní při teplotě 20° až 100°C.

6. Způsob výroby kompozitní tepelně izolační hmoty podle bodů 3 a 4, vysnačující se tím, že se nejprve smíchá 6 až 20 hmotnostních dílů sulfitového vyluhu, obsahujícího 30 až 60 % hmotnostních lignosulfonanu vápenatého, s 3 až 12 díly sádry, s 1 až 5 díly uhličitanu vápenatého a až 1,5 dílem hmotnostním přísad, načež se do směsi za stálého míchání přidá minerální kyselina, zejména kyselina sírová H_2SO_4 , směs se nechá vypěnit a stuhnout a potom se nechá dozrát při teplotě 20 až 100°C po dobu 2,5 hodiny až 15 dní.

Referát PV

Kompozitní tepelně izolační hmota a způsob její výroby

Pěnová kompozitní tepelně izolační hmota obsahuje v hmotnostních množstvích 3 až 10 hmotnostních dílů lignedisulfonátu vápenatého, obsaženého v sulfitovém výluhu v koncentraci 30 až 60 % hmotnostních, 3 až 12 hmotnostních dílů sádry, 1 až 5 hmotnostních dílů anorganického plniva, zejména uhličitanu vápenatého, a až 1,5 hmotnostního dílu přísad. Základní směs se vypěňuje přívodem stlačeného vzduchu s přísadou 0,3 až 1,5 hmotnostního dílu křemičitanu sodného, popřípadě vápenatého, nebo se v jiném případě dosahuje vylehčení hmoty příměsí 1 až 4 hmotnostních dílů kyseliny sírové do základní směsi.

2 sam.b.def., 4 sáv.b.def., 0 obr.

Č Á S T I I

Technologie, zařízení a výsledky čtvrtprovozních zkoušek

Obsah:

1. Zařízení
2. Výsledky technologických zkoušek
3. Závěry

1. TECHNOLOGICKÉ ZAŘÍZENÍ

Na základě základních poznatků z laboratorních zkoušek a z teoretických úvah byla odvozena konstrukce zařízení, která je znázorněna na blokovém schématu. (obr. 1)

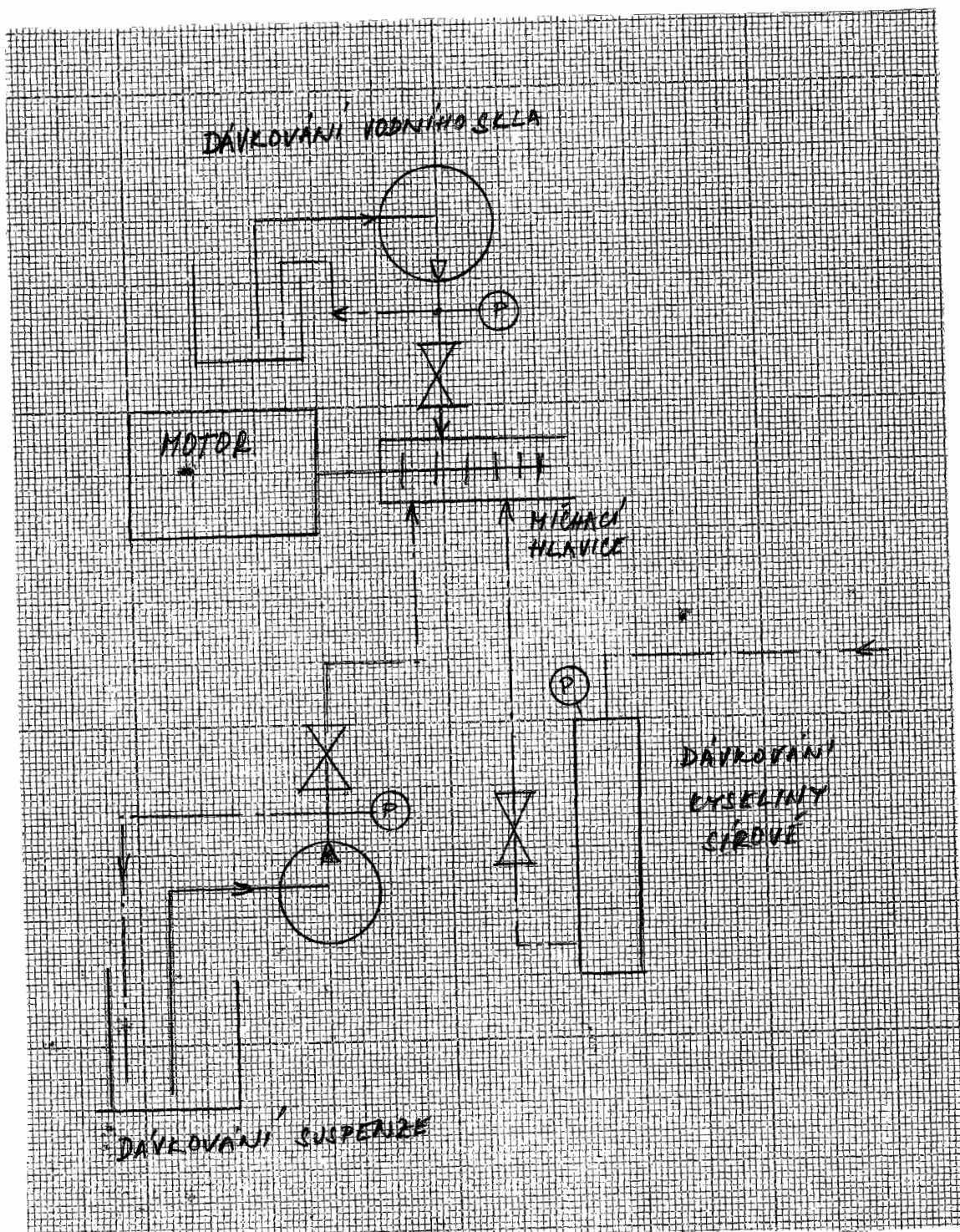
Detail míchací hlavice je znázorněn na obr. 2

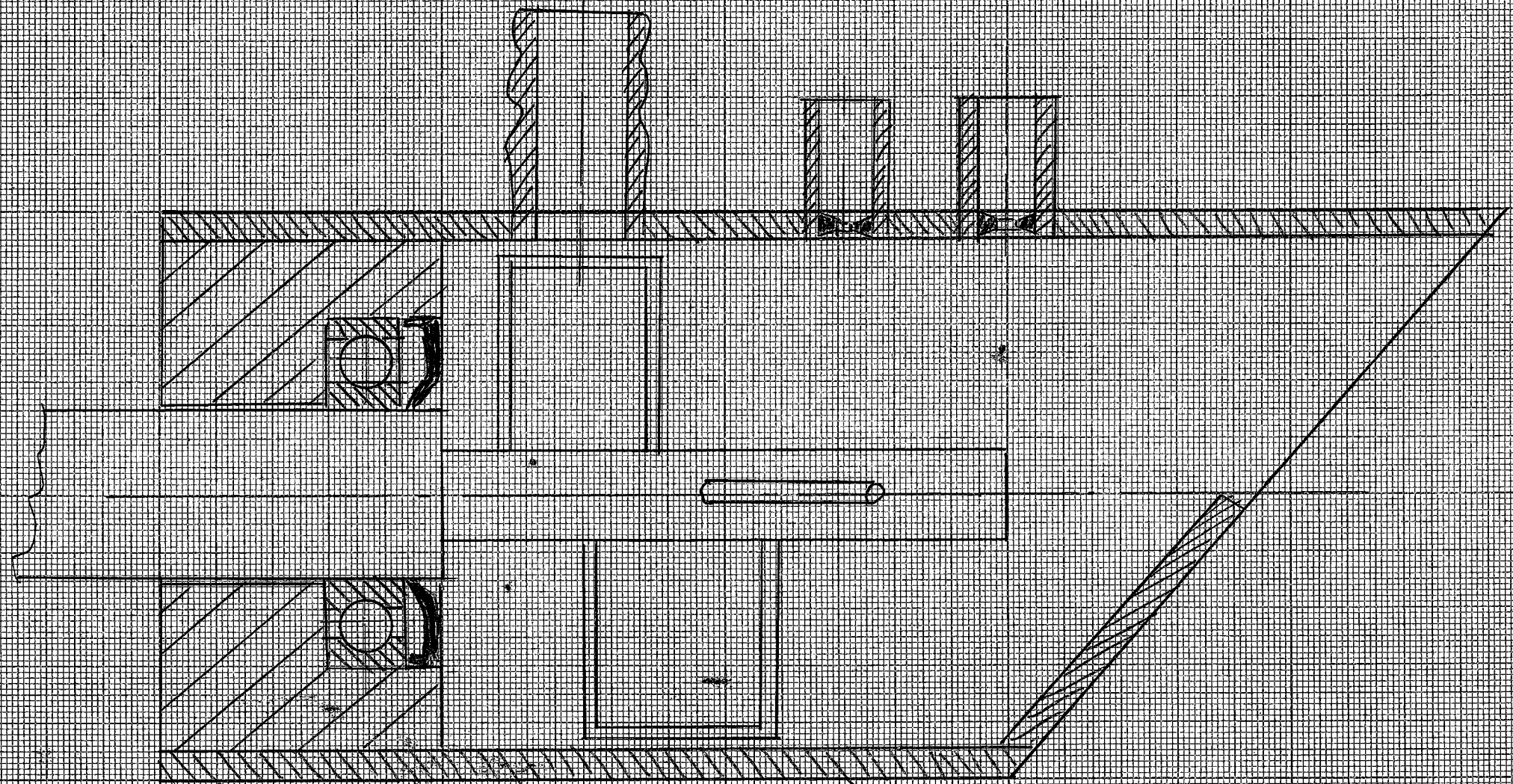
Principem navrženého poloprevozního zařízení je, že do míchací hlavy vstupuje několik proudů kapalin, sestávající ze suspenze sádry, a uhlíčitanu vápenatého v sulfitovém výluhu, z roztoku vodního skla, a z 30ti% ního roztoku H_2SO_4 . Přičemž dávkování kapalin je prováděno pomocí obtekových uzlů, kde je poměr nastaven před vlastním experimentem. Kyselina sírová je dopravována z tlakové nádrže o obsahu 7 l přetlakem vzduchu. Vodní sklo a kyselina sírová jsou do prostoru míchací hlavice stříkány přes regulační trysku. Zpětná vazba o nastaveném průtoku je prováděna pomocí manometrů. Kalibrační křivky trysek pro jednotlivé kapaliny jsou uvedeny na obr. 3 a 4.

Zařízení bylo konstruováno pro následující předpokládanou látkovou bilanci:

Průtočné množství suspenze sádry a uhlíčitanu vápenatého v sulfitovém výluhu	3 - 10 kg/min
Průtočné množství kyseliny sírové	0,1 - 2 l/min
Průtočné množství roztoku vodního skla	0,2 - 3 l/min

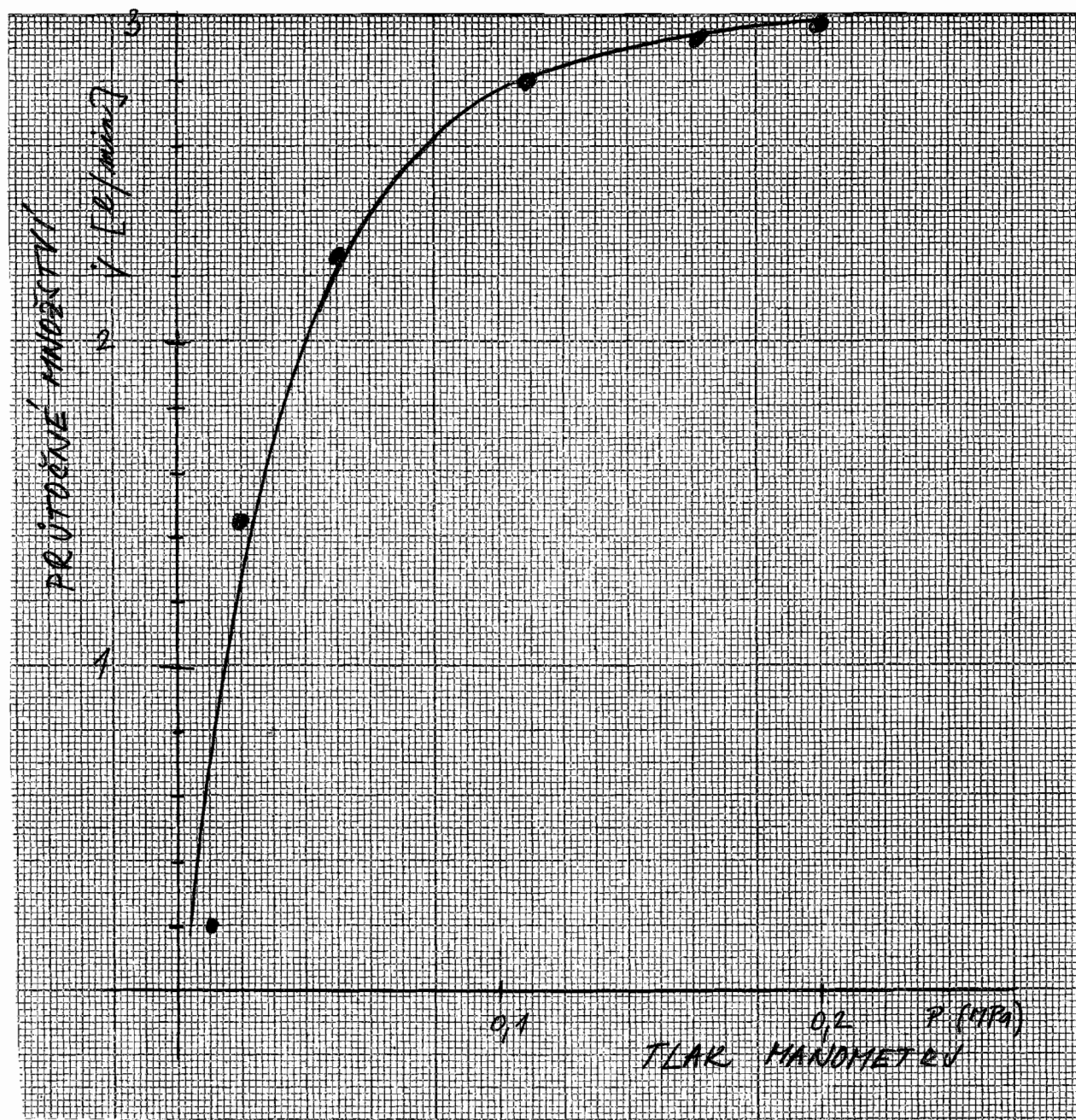
Obr. 1 Schéma konstrukce zařízení pro výrobu pěnosádry



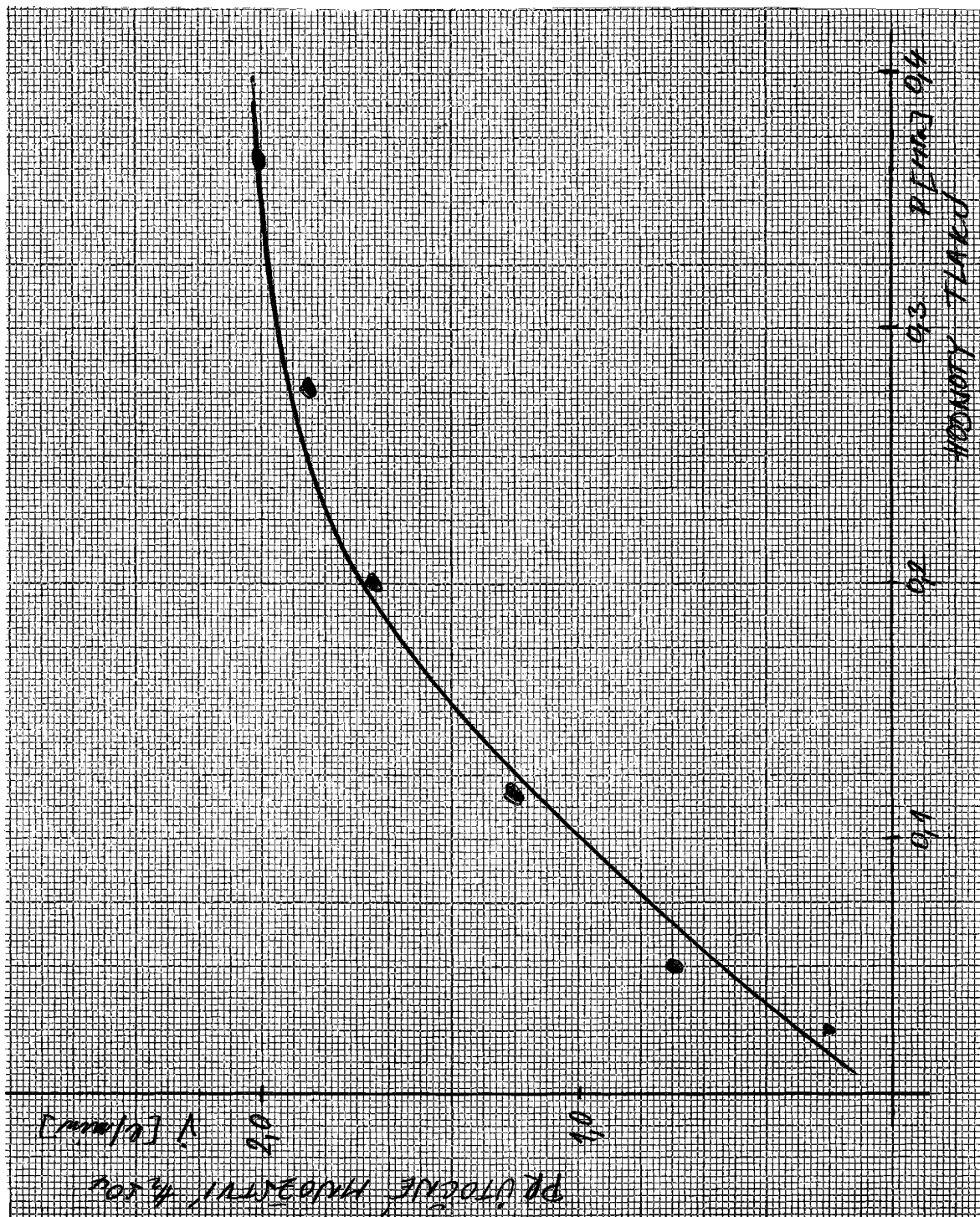


OBZ. 2: SESTAVA MICHŮVĚ HLAVICE

Obr. 3: Kalibrační křivka závislosti průtočné množství
vodního skla na tlaku manometru odtokového uzlu



Obr. 4: Kalibrační křivka průtočného množství kyseliny sírové v závislosti na tlaku v tlakové nádobě



2. Výsledky technologických zkušek

Pro získání základních informací o tepelně-izolační hmotě na bázi pěnósádry byl sledován vliv složení hmoty na základní vlastnosti :

- tepelná vodivost
- specifická hmotnost
- pevnost v tlaku
- odolnost proti hoření
- nasákavost
- tepletní roztažnost

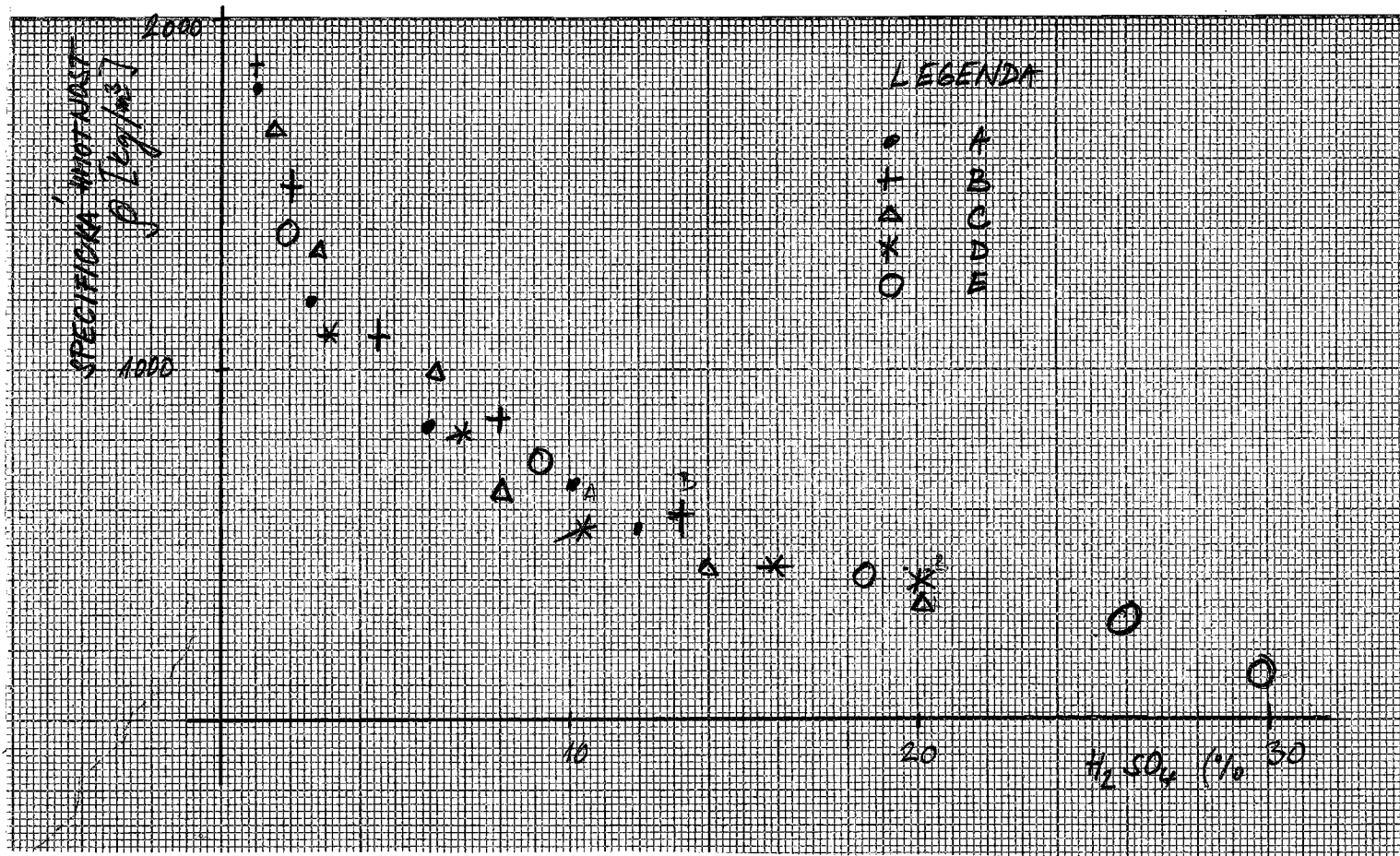
Pro daný účel byl zvolen experimentální postup, při kterém byla připravena suspenze sádry a mletého vápence v sulfitovém výluhu, která byla dokonale homogenizována. Tato suspenze byla vedena do směšovací hlavy konstantním proudem a byly k ní přiváděny konstantní proudy kyseliny sírové v koncentracích od 30 do 96%. a alternativně bylo přidáváno i vodní sklo. Vliv vodního skla se nijak výrazně neprojevil na změnu sledovaných vlastností, proto nebudeme tyto alternativní výsledky uvádět. Z každého ustáleného průběhu technologického procesu byl odebrán vzorek pěny o objemu 20 - 40 l, který byl podroben zrání při pokojové teplotě po dobu 3 - 14 dní a vzrky byly dále použity pro stanovení sledovaných vlastností.

Vzhledem k faktu, že některé receptury nevedly k očekávaným hodnotám specifických objemů, budeme v dalším uvádět jen receptury, které k očekávaným výsledkům vedly. Získané poznatky jsou shrnuty do grafické formy.

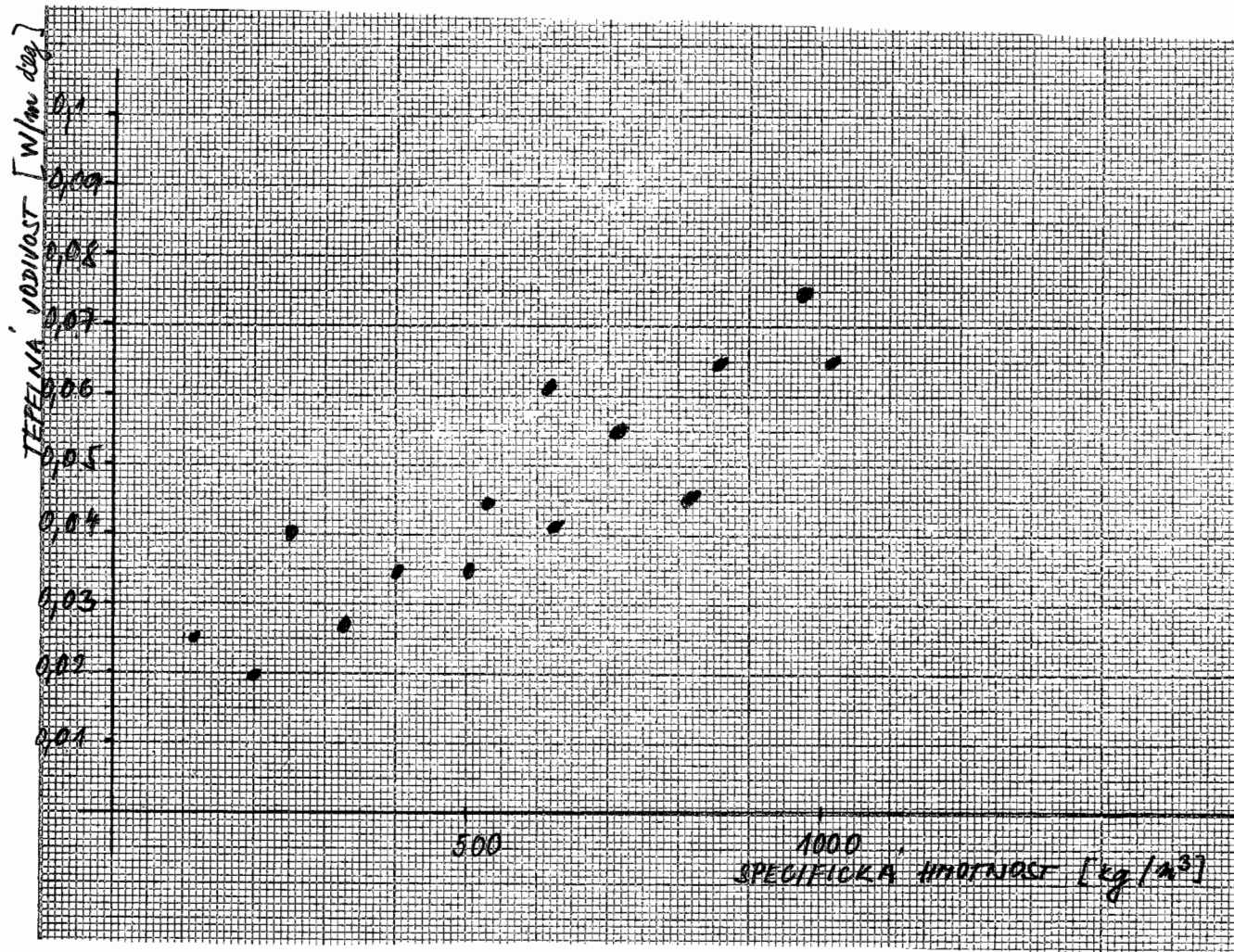
R e c e p t u r y

označení	výluh (kg)	sádra (kg)	vápenec (kg)	vodní sklo (% vztažená	H ₂ SO ₄ k ² suspenzi)
A	10	8	2	(5 -20)	1 - 15
B	10	10	2	(5 -20)	2 - 12
C	10	8	4		2 - 20
D	10	6	6		2 - 20
E	10	8	6		2 - 30

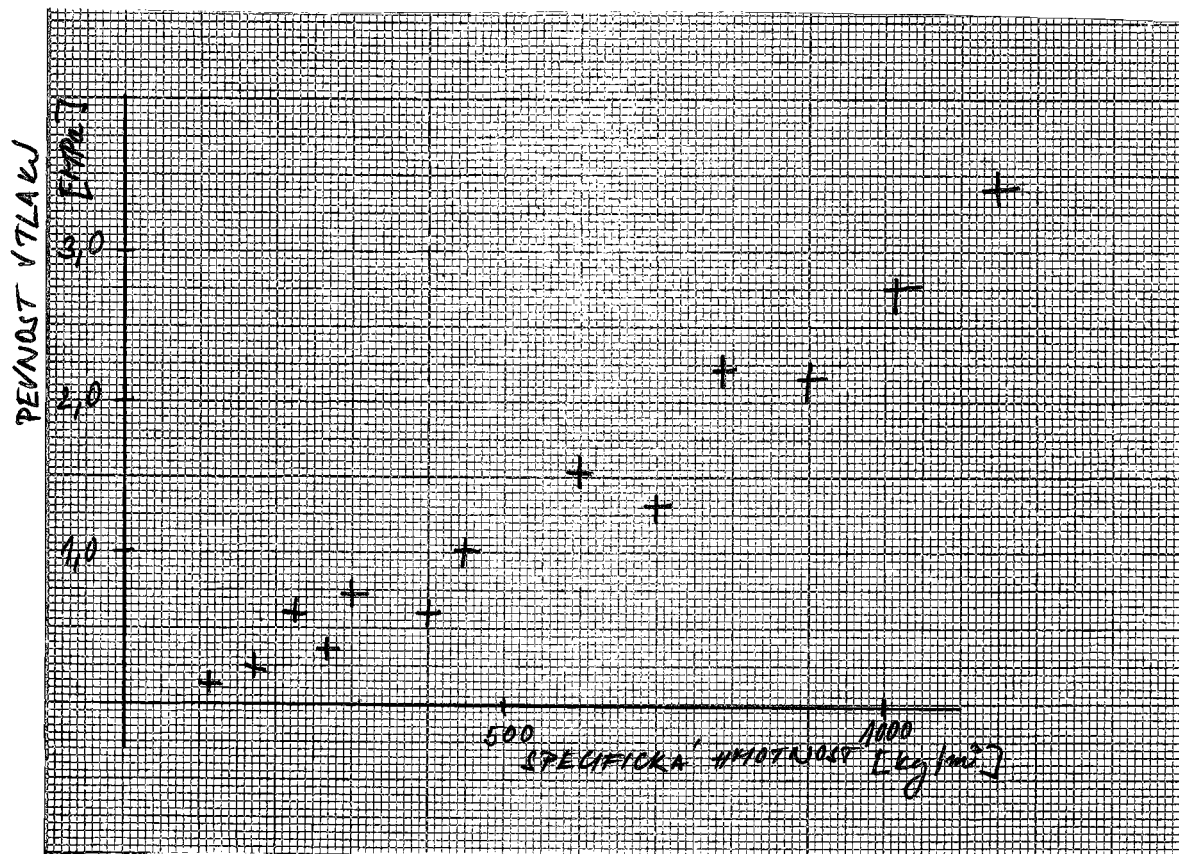
Vliv dávkování kyseliny sírové na specifickou hmotnost pěnosaádry



Graf závislosti tepelné vodivosti pěnosádry na specifické hmotnosti



Závislost pevnosti v tlaku na specifické hmotnosti



Odolnost proti hoření byla testována na vzorku velikosti 10 x 10 x 2 cm o specifické hmotnosti 340 kg/m^3 , který byl umístěn ve vzdálenosti 4 cm od ústí Bunsenova kahanu a byla sledována doba, po kterou se ohřívaná část nepropadne. Tato doba činila pro tento vzorek 2 hodiny 13 minut.

Nasákavost materiálu je velmi vysoká, avšak předpokládá se že v následujících experimentech a návrzích technologie bude řešena hydrofobizace dané hmoty.

Teplotní roztažnost nebyla dosud stanovována.

3. Závěry plynoucí ze získaných výsledků a zkušeností s technologií výroby pěnosádry

Všechny experimentální práce byly poznamenány nepředvídatelným chováním suspenze plniv v sulfitovém výluhu, proto docházelo k nerovnoměrné produkci pěny. Dalším nedostatkem bylo obtížné nastavování parametrů látkové bilance v dynamickém režimu výroby.

K vyloučení výše uvedených nahodilostí bylo přistoupeno ke konstrukci dalšího typu směšovacího a dávkovacího systému, který respektuje dosud získané poznatky. Nelze však vyloučit, že ani tento systém nebude ideální, ale vzhledem absolutní nemožnosti získat exaktní reologická data, postupujeme empirickou cestou optimalizace.

Přes výše uvedené potíže byla získána poměrně široká škála vzorků, u nichž byly orientačně stanoveny základní vlastnosti. Na základě získaných výsledků se domníváme, že lze dosáhnout vlastností, které by vyhovovaly pro případnou aplikaci hmoty ve stavebních izolacích.