



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 139732

(51) Int. Cl.² C 04 B 13/28

(21) Patentsøknad nr. 741606
(22) Inngitt 03.05.74
(23) Løpedag 03.05.74

(41) Alment tilgjengelig fra 06.11.74
(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 22.01.79
(30) Prioritet begjært 05.05.73, Forbundsrepublikken Tyskland,
nr. P 23 22 707

(54) Oppfinnelsens benevnelse Mørtel av uorganiske bindemidler.

(71)(73) Søker/Patenthaver BAYER AKTIENGESELLSCHAFT,
509 Leverkusen-Bayerwerk,
Forbundsrepublikken Tyskland.

(72) Oppfinner KURT SCHAUPP,
Köln,
Forbundsrepublikken Tyskland.

(74) Fullmektig Bryns Patentkontor A/S, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner U.S. (US) patent nr. 3677780 (106-89)

139732

Strukturkomponenter som gulvbelegg, veggplater, vegger, tak og lignende fremstilles vanligvis ved å blande uorganiske bindemidler som anhydritt (naturlig eller syntetisk), gips eller sement, i noen tilfeller ufortynnet, men vanligvis i kombinasjon med aggregater som sand, grus, perlitt, pimpesten eller skummet plast med vann, vanligvis i nærvær av tilsetninger som luftinnførende stoffer eller plastifiseringsmidler, og behandling av den resulterende blanding. For å gi komponentene fremstilt med denne mørtel gode egenskaper, er det vesentlig å anvende en lav vannbindefaktor (WBF), dvs. å benytte så lite vann som mulig basert på det anvendte bindemiddel. Imidlertid blir ofte mørtel viskøs på denne måte. Hvis vanninnholdet ytterligere reduseres, taper mørtelen sin plastisitet og følgelig gode bearbeidbarhet også. For derfor å fremstille høykvalitets komponenter fra en mørtel som denne, må mørtelen utsettes for intens mekanisk komprimering ved vibrering og/eller pressing. Da selv dette ikke er tilstrekkelig for mange formål, er det ofte nødvendig å benytte økede bindemiddelmengder for å oppnå de nødvendige egenskaper som høy styrke, hurtig herdning eller tidlig fjerning av forskalling, vanntetthet etc.

Alle de ovennevnte forholdsregler omfatter betraktelige utlegg og store omkostninger. Av denne grunn anvendes de ikke ofte. I stedet gjøres mørtelen lettere å bearbeide ved å øke vannbindefaktoren. Dette resulterer ofte i kvalitative defekter eller i skade på komponentene som fremstilles.

Følgelig er det blitt gjort forsøk på å forbedre forarbeidbarheten av mørtel ved hjelp av kjemiske tilsetninger. Således er det kjent å benytte såkalte plastifiserere for betong, hvorav omtrent alle er overflateaktive stoffer som eksempelvis alkylarylsulfonater, etylenoksydaddisjonsprodukter, alkylfenol-

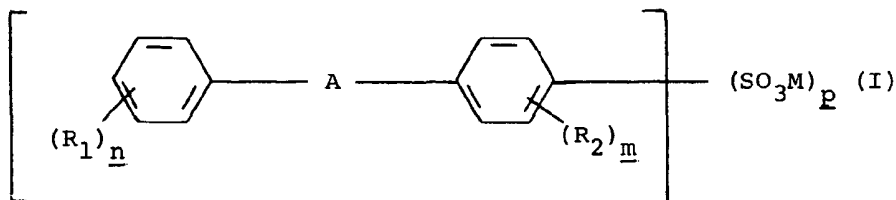
polyglykoletre, ligninsulfonater og andre, også kombinasjoner herav. Disse produkter anvendes vanligvis i mengder fra 0,01 til 0,1%, basert på bindemidlet. Innsparing av vann eller økning i flytbarheten med optimal dosering utgjør knapt 10-12%. Høyere tilsetninger bevirker ikke noen merkbar økning i plastifiserings-effekten, derimot har de for det meste alltid en ekstremt motsatt effekt på mørtelens egenskaper som gir seg fremfor alt utslag i en nedsetning i herdningshastigheten, en økning i luftpore-innholdet og en reduksjon i styrken.

Ifølge østerriksk patent nr. 263.607 foreslås tilsetning av modifisert amino-s-triazinharpiks til uorganiske bindemidler. Denne tilsetning sies å gi strukturmaterial med god heft, strekkstyrke og trykkfasthet og en høy overflatekvalitet.

Det er en hensikt med oppfinnelsen å modifisere mørtel således at den gjøres mer bearbeidbar under fremstilling av strukturkomponenter med overlegen styrke og andre egenskaper.

Oppfinnelsen vedrører mørtel modifisert med formaldehyd-kondensasjonsprodukter og som inneholder uorganisk bindemiddel og eventuelt tilslagsstoffer og/eller tilsetningsmidler, idet mørtelen er karakterisert ved at den inneholder kondensasjonsprodukter av formaldehyd med sulfonerte aromatiske etere og/eller sulfonerte aromatiske iminer og/eller sulfonerte aromatiske sulfoner. Mørtelen kan ytterligere omfatte i det minste en tilsetning valgt fra gruppen som består av et plastifiseringsmiddel, herdeakselerator, retardator, luftinnførende middel, fortykker, aktivator eller anti-skumstoff og/eller i det minste et aggregat valgt fra gruppen bestående av sand, grus, perlitt, pimpesten eller skummet plast.

Kondensasjonsproduktene som anvendes ifølge oppfinnelsen kan oppnås eksempelvis ved å kondensere formaldehyd med en forbindelse med formel:



hvor

R_1 og R_2 uavhengig av hverandre betyr hydrogen, et alkylradikal med 1 til 6 karbonatomer (som eksempelvis metyl, etyl, isopropyl eller hexyl), eller $-NR'R''$;

R' og R'' betyr uavhengig av hverandre hydrogen eller et alkylradikal med 1 til 6 karbonatomer som eksempelvis metyl, etyl, propyl eller hexyl;

A betyr $-O-$, $-NR'-$ eller $-SO_2-$;

M betyr hydrogen eller bindingsmessig ekvivalente mengder av alkali-, jordalkali- eller jordmetallatomer, som eksempelvis Na, K, $Mg_{1/2}$, $Ca_{1/2}$, $Al_{1/3}$, alkalimetallatomer, spesielt K, foretrekkes;

m og n betyr uavhengig av hverandre et helt tall fra 1 til 5;

p betyr et helt tall fra 0 til 4, fortrinnsvis 0 til 2 og spesielt 0 til 1;

idet forbindelsen har minst et hydrogenatom egnet til kondensasjon med formaldehyd som kan enten forbindes til karbonatomet i den aromatiske ring eller hvor en $NR'R''$ -substituent er tilstede i molekylet til nitrogenet.

Fortrinnsvis er det ikke mer enn to $NR'R''$ -substituenten i hvert molekyl med formel I.

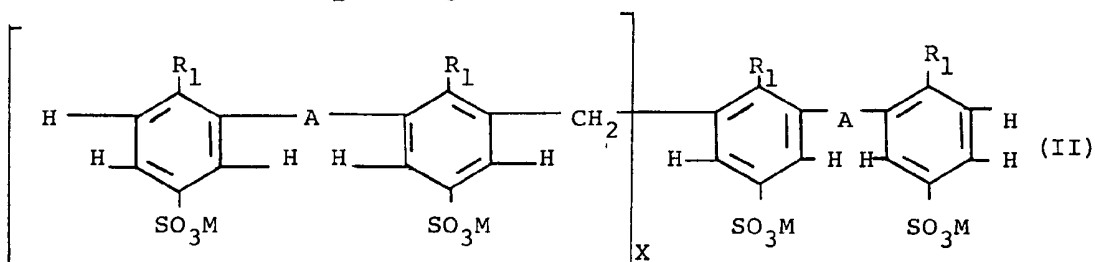
Hvis usulfonerte aromatiske etre eller iminer eller sulfoner kondenseres med formaldehyd, kan kondensasjonsproduktet etterpå sulfoneres eksempelvis med svovelsyre, oleum eller klorsulfonsyre. En molekylenhets tilsvarende den generelle formel I bør fortrinnsvis ha en SO_3M -gruppe (M med ovennevnte betydning) ved enden av kondensasjonsproduktet.

Stillingen av ligandene R_1 , R_2 og SO_3M i forhold til gruppen A som binder den aromatiske kjerne er på ingen måte bundet til en viss konfigurasjon. Eksempelvis kan en SO_3M -gruppe være i orto- eller para-stilling til A-gruppen. Det samme gjelder med hensyn til substituentene $R_2 = NR'R''$. Imidlertid er SO_3M og $NR'R''$ -gruppene fortrinnsvis plassert i meta-stilling, og alkylsubstituenten i orto- eller para-stilling til gruppen A. En aromatisk kjerne inneholder fortrinnsvis ikke mer enn to SO_3M -grupper og spesielt bare en SO_3M -gruppe.

Forbindelser svarende til formel I er kjent fra litteraturen. Følgende forbindelser nevnes eksempelvis: difenylamin, difenylsulfon, difenylamin-4-sulfonsyre, 4'-metyldifenylamin-4-sulfonsyre (Chem. Ber., 55 3079, 3092) og ditolyleter. Kondensa-

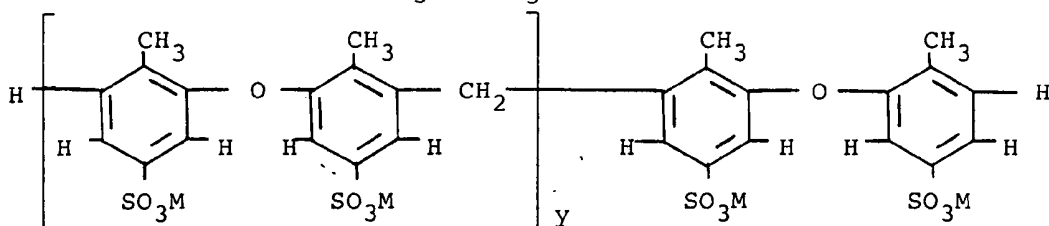
sjonen av forbindelser som disse med formaldehyd omtales i litteraturen (eksempelvis US-patent nr. 2.315.951, tysk patent nr. 58.072 og 67.013), eller kan utføres som omtalt nedenfor i eksempel 1b i tilfelle ditolyleter.

En eksempelvis formel for kondensasjonsproduktene ifølge oppfinnelsen som er blitt forenklet med hensyn til substituentstillingen av R_1 og SO_3M , er



I formel II er kondensasjonsgraden X fra 1 til 50, fortrinnsvis ca. 4 til 15; kondensasjonsproduktene har gjennomsnittlig molekylvekter fra ca. 400 til 30.000, fortrinnsvis fra ca. 1000 til 10.000. R_1 har samme betydning som for formel I. De anvendte produkter kan også være blandinger med en forskjellig kondensasjonsgrad X..

Ifølge oppfinnelsen er det foretrukket å sette til mørtelen kondensasjonsprodukter av sulfonert ditolyleter med formaldehyd. Et eksempeå for disse kondensasjonsprodukter er vist med formel III nedenfor, som er blitt forenklet med hensyn til substituentstilling av CH_3 og SO_3M :



I formel III er Y fra 1 til ca. 40, fortrinnsvis ca. 4 til 10, forbindelsen har gjennomsnittlig molekylvekter fra ca. 800 til 20.000, fortrinnsvis ca. 1.500 til 5.000. Også i disse forbindelser kan andre alkyl og sulfonsyregrupper eventuelt være tilstede i en kjerne.

Kondensasjonsproduktene som anvendes ifølge oppfinnelsen anvendes i mengder fra ca. 0,05 til 10 vekt%, og for-

trinnsvis i mengder fra ca. 0,3 til 2 vekt% basert på tilstede-værende bindemiddel. De bevirker slik markert plastifiserings-effekter til mørtel at selv mørtel fremstilt ved relativ lav vannbindefaktor er enten spontant frittflytende eller krever bare et begrenset arbeide for å bli bragt i form av kompakte komponenter. Hvor kondensasjonsprodukter settes til mørtelen ifølge oppfinnelsen kan vannbindefaktoren være betraktelig redusert, således at det for samme komprimeringsgrad eksempelvis oppnås komponenter med ekstremt gunstige egenskaper som høy styrke, lav porøsitet og følgelig høy tetthet. På den annen side er det mulig å oppnå med samme vannbindefaktor eller med bare en svak reduksjon i mengden av blandevann, så sterkt plastifisert mørtel at det ikke mer er behov for komprimering, og som når den anvendes jevner seg jevnt ut over store flater av seg selv. Da mørtelen fremstilt ifølge oppfinnelsen vanligvis bare inneholder en relativt liten vannmengde, har den heller ikke noen tendens til såkalt blødning, dvs. bindemiddel, aggregat og vann forblir en homogen masse selv i tilfelle forlenget standtid, og i tilfelle vibrasjonskomprimering adskilles intet av blandingsvannet ved overflaten. Kondensasjonsproduktene ifølge oppfinnelsen benyttes fortrinnsvis ved fremstilling av frittflytende mørtel og frittflytende puss, fremfor alt basert på anhydritt som bindemiddel, i hvilket tilfelle en meget gunstig plastifiseringseffekt er spesielt fremtredende.

I noen anvendelsesområder kan det oppnås en ytterligere forbedring ved å kombinere forbindelsene anvendt ifølge oppfinnelsen med spesielle hjelpemidler og/eller tilsetninger. Innen oppfinnelsens ramme er hjelpemidler stoffer som reagerer med basisk virkende bindemidler, dvs. i tilfelle av syntetisk anhydrid med kalken som alltid er tilstede for å danne i det vesentlige uoppløselige hydroksyder og som på sin side er istand til med andre basiske komponenter å danne hydrauliske herdeforbindelser som inkorporeres i den herdnende mørtel. Det er på denne måte mulig å oppnå spesielt sterke mørtelstrukturer som i tilfelle puss eksempelvis ikke bare øker trykkfastheten, men også vesentlig forbedrer slitastjernetstandsevnen på overflaten. Hjelpemidler av denne type er f.eks. $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ og $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$; de kan settes til bindemidler i mengder på ca. 0,1 vekt% til 5 vekt%, fortrinnsvis i mengder fra ca. 0,2 vekt% til 2 vekt%.

For spesielle anvendelser kan forbindelsene ifølge oppfinnelsen også kombineres med andre tilsetninger, f.eks. med vanlige plastifiseringsmidler (eksempelvis kondensasjonsprodukter av nonylfenol med etylenoksyd), herdningsakseleratorer (eksempelvis CaCl_2 for sement eller K_2SO_4 for anhydritt), tetningsmidler (eksempelvis alkaliske jordsalter av stearinsyre), luftinnførende stoffer (eksempelvis kalsiumligninsulfonat) eller retarderere (eksempelvis salter av vinsyre eller sintronsyre).

Oppfinnelsen skal beskrives nærmere ved hjelp av noen eksempler, hvori alle deler er vektdeler, hvis intet annet er angitt.

Eksempel 1

a) 1 kg anhydritt blandet til pasta med 10 g kaliumsulfat (= 1 vekt% basert på anhydritt), 3,9 kg sand (kornstørrelse 0-7 mm) og 450 g vann i en planetblander i 1 minutt ved 120 omdr./min og deretter ytterligere 1 minutt ved 240 omdr./min. Det dannes en jordfuktig mørtel. Hvis denne mørtelen innføres i en slumpkjegle 8 cm høy, 10 cm i diameter ved nedre ende og 8 cm i diameter ved øvre ende, plasert på et rystebord, og slumpkjeglen deretter tas av oppad etter at innløpsåpningen er blitt avstrøket, dannes et legeme med en diameter på 10,1 cm ved nedre ende. Hvis det således formede legeme støtes 15 ganger, flater legemet ut eller slumper omtrent til en diameter på 12,5 cm.

b) (I) I et annet forsøk tilsettes 233 deler klor-sulfonsyre langsomt under omrøring til 198 deler 2,2'-ditolyleter oppløst i 240 deler dikloretylen. Temperaturen holdes under 25°C , blandingen omrøres ytterligere noen minutter etter avsluttet tilsetning. Dikloretylenet avdestilleres med en dampstrøm. En således dannet vandig oppløsning av 2,2'-dimetyl-5,5'-disulfodifenyleter oppvarmes deretter til $100-105^{\circ}\text{C}$ og tilsettes 60 deler 37% vandig formaldehydoppløsning under væskeoverflaten over en periode på 80 minutter. Tilsetningen følges av kontinuerlig omrøring, idet små vannmengder tilsettes som nødvendig for å nedsette oppløsningsviskositeten. Etter at alt formaldehyd er tilsatt, omrøres oppløsningen ytterligere 15 timer ved 100 til 105°C . Det fremkomne kondensasjonsprodukt oppnås i fast form ved forsøvnings-tørking. Alternativt kan det fremstilles i vandig oppløsning i den

ønskede konsentrasjon, eventuelt med følgende vanntilsetning. Kondensasjonsproduktet inneholder gjennomsnittlig ca. 8 etergrupper.

(II) Ved fremgangsmåten ifølge eksempel la) fremstilles en pasta av 1 kg anhydritt, 10 g kaliumsulfat, 3,9 kg sand, 450 g vann og 8 g av produktet av (I); en ekvivalent mengde salt, f.eks. kaliumsalt, kan erstattes for syreprodukter av (I). Etterfulgt blanding på samme måte oppnås en tynn flytende mørtel, som etter å ha blitt innført i slumpkjeglen jevner ut ved overflaten omtrent fullstendig av seg selv og etterfulgt av fjerning av denne slumpkjegle danner en vid mørtelkake med en slumpfaktor på 21 cm. En slumpfaktor på 32 cm måles etter foretatt støting 15 ganger.

Bindemiddelsuspensjonen var tyntflytende til en viss grad, således at det var endel separering av grove korn og bindemiddelpasta. I en foretrukket utførelsesform tilsettes en forbindelse svellbar med vann, eksempelvis metylcellulose av en gjennomsnittlig viskositet (eksempelvis 5.000 cp for en 2% vandig oppløsning), i mengder på ca. 0,01 til 0,4 vekt%, fortrinnsvis i mengder på 0,05 til 0,2 vekt%. Det er ikke lengder mulig å se noen tegn på adskillelse.

c) 10 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (= 1%, basert på anhydritt) ble satt til blandingen ifølge eksempel lb) (II) før innføring i slumpkjeglen. Slumpfaktoren var 22 cm før rysting og 33 cm etter rysting. Mørtelen viser ikke noen tegn på avsetning, mens den således var meget flytende. Herdning og avbindingsforhold tilsvarer vesentlig prøve la).

d) En annen prøve var det bare nødvendig med 340 g vann til 1 kg anhydritt, 3,9 kg sand (0 til 7mm), 10 g kaliumsulfat og 8 g av kondensasjonsproduktet fremstilt i b) (I) for å danne en slumpfaktor på 10,3/12,7 cm som vesentlig tilsvarer det i eksempel la), (enskjønt i tilfelle la) måtte det benyttes 450 g vann (= 34% mer) for å oppnå denne effekt.

Styrkene av massene ifølge eksemplene la) til ld) etter 3, 7 og 28 dager er angitt i tabell 1:

139732

8

Tabell 1

Prøve	Settetid (minutter)	Styrke (kp/cm ²) Bøyning-strekk/trykk		
		3 dager	7 dager	28 dager
1a)	240	19,3/142	44,6/254	51,9/268
1b)	310	20,4/139	48,9/285	56,7/291
1c)	250	25,9/187	54,3/310	64,0/348
1d)	180	34,1/218	65,0/344	78,7/412

Eksempel 2

a) 3 kg sement (PZ 350) blandes med 1 kg H₂O (WBF = 0,33) i en planetblander på samme måte som angitt i Eks. 1a). Dette resulterer i dannelsen av en plastisk masse med en slumpfaktor på 16,8 cm før rysting og 23,5 cm etter rysting.

b) Ved tilsetning av 25 g av produktet ifølge eks. 1b) (I), oppnås en slumpfaktor på 38,7 cm før rysting, 44,6 cm etter rysting av samme blandeprosedyre.

c) Bare 720 g vann er nødvendig til å justere materialet ifølge eksempel 2b) til en slumpfaktor ifølge eks. 2a), med andre ord vannbesparelse på 28%.

Styrkene oppnås ved mørtelen ifølge eks. 2a) til 2c) etter 3, 7 og 28 dager - angitt i tabell 2.

Tabell 2

Prøve	Settetid (minutter)	Styrke (kp/cm ²) Bøyning- strekk/trykk		
		3 dager	7 dager	28 dager
2a)	460	31,4/168	41,1/285	63,9/424
2b)	480	34,2/196	52,8/371	68,6/509
2c)	320	56,9/291	71,7/508	82,0/683

Eksempel 3

Anvendelse av et polykondensasjonsprodukt av difenylaminsulfonsurt(4)-natrium med formaldehyd (=I) i betong. I en 100 liters frittfall-betongblanding ble det i 2 minutter blandet:

139732

9 kg Portlandsement PZ 350 F
 45 kg sand (0 - 15 mm)
 4,4 kg vann (WZF = 0,49).

Deretter fastslå utbredningsgraden ifølge DIN 1164 og innstampes deretter i former. I et annet forsøk ble det til ovennevnte blanding satt 0,045 kg av produktet I (= 0,5% referert til sement).

Det ble oppnådd følgende verdier:

I-tilsetning i prosent referert til sement	AM (Utbrednings- grad) cm	Fastheter (kp/cm ²) Bøyning-strekk/trykk	
		3 dager	28 dager
0	20/40,5	52,6/336	63,4/502
0,5	43/58	60,3/374	57,0/472

Tilsetningen av komponent I gir altså en sterk flytningseffekt på frisk betong og gir betongen samtidig høye tidligfastheter. Først de 28 dagers fastheter viser verdier som er sammenlignbare med standardprøven.

Ved et ytterligere forsøk, som ble gjennomført med en annen sement, imidlertid likeledes PZ 350 F, viste det seg ved tilsetning av 0,3% og 0,5% av komponent I og den derved oppnådde vannbesparelse under bibehold av samme utbredningsgrad for alle prøver (AM = 20/40 cm) de nedenfor angitte verdier. Også ved denne forsøksrekke ble det overholdt blandingsforhold sement:sand = 1 : 5 (vektdele).

Tilsetning komponent I i %, referert til sement	WBF	Bøyning-strekk/trykk		kp/cm ²
		3 dager	28 dager	
0	0,56	45,3/213	63,0/398	
0,3	0,50	57,8/338	71,4/487	
0,5	0,48	56,2/359	74,5/502	

Her ble det ved tilsetning av komponent I ikke bare oppnådd forøket tidligfastheter, men også vesentlig forbedrede sluttfastheter.

Eksempel 4

Anvendelse av et dioksyditolyter-sulfosyre-formaldehyd-polykondensat (II) som flytendegjørere for anhydritt- og

139732

10

sementmørtel.

Forarbeidelse:

5 kg syntetisk anhydritt med energisator
 20 kg sand (0 - 8 mm)
 2,2 kg vann (= 44% referert til anhydritt)
 (dvs. blandingsforhold med sand = 1:4 vektdeler $\hat{=}$
 ca. 1:2,5 RTl.)

II-tilsetning referert til syntetisk anhydritt		WBF	Utbredelsesgrad før/etter 15 gangers støting
a)	0	0,44	10,0/13,0
	0,1	0,44	10,5/17,3
	0,3	0,44	12,0/20,0
	0,5	0,44	12,3/20,5
b)	0,15	0,36	10,0/15,5
	0,3	0,33	10,0/16,0
	0,5	0,31	10,0/16,0

Virkningen av forbindelse II sees tydelig ved denne oppstilling. Ved de under a) oppførte data sees den gode flyteevne ved den kraftige økning av utbredningsgraden og ved b) ved den sterke redusering av WBF, som her utgjør 20-30% på WBF av O-prøven.

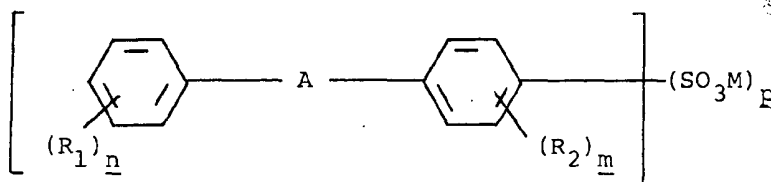
Tilsvarende verdier ble også oppnådd ved sementmørtel.

Patentkrav

1. Mørtel modifisert med formaldehyd-kondensasjonsprodukter og som inneholder uorganisk bindemiddel og eventuelt tilslagsstoffer og/eller tilsetningsmidler, k a r a k t e r i s e r t v e d at mørtelen inneholder kondensasjonsprodukter av formaldehyd med sulfonerte aromatiske etere og/eller sulfonerte aromatiske iminer og/eller sulfonerte aromatiske sulfoner.

2. Mørtel ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at kondensasjonsproduktet er et kondensasjonsprodukt av formaldehyd med forbindelse med formel:

139732



hvor

R_1 og R_2 uavhengig av hverandre betyr hydrogen, et alkylradikal med 1 til 6 karbonatomer eller $-\text{NR}'\text{R}''$;

R' og R'' betyr uavhengig av hverandre hydrogen eller et alkylradikal med 1 til 6 karbonatomer;

A betyr $-\text{O}-$, $-\text{NR}'-$ eller $-\text{SO}_2-$;

M betyr hydrogen, eller bindingsekvivalente mengder av alkali-, jordalkali- eller jordmetaller,

m og n betyr uavhengig av hverandre et helt tall fra 1 til 5 og

p er et helt tall fra 0 til 4;

idet forbindelsen har minst et hydrogenatom i stand til kondensering med formaldehyd som kan enten forbindes til karbonatomet i den aromatiske ring eller hvor en $\text{NR}'\text{R}''$ -substituent er tilstede i molekylet til nitrogen.

3. Mørtel ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at kondensasjonsproduktet har en gjennomsnittlig molekylvekt på 400 til 30.000.

4. Mørtel ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at kondensasjonsproduktet omfatter et kondensasjonsprodukt av en sulfonert aromatisk eter med formaldehyd som har en gjennomsnittlig molekylvekt på 800 til 20.000.

5. Mørtel ifølge krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at den sulfonerte aromatiske eter er sulfonert ditolyleter og kondensasjonsproduktet har en gjennomsnittlig molekylvekt på 1.500 til 5.000.

6. Mørtel ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at kondensasjonsproduktet er tilstede i 0,05 til 10 vekt% av det uorganiske bindemiddel.

7. Mørtel ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at det inneholder i det minste et hjelpemiddel valgt fra gruppen bestående av $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ og $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$, tilstede i 0,2 til 5 vekt% av det uorganiske bindemiddel.