



(12) **UTLEGNINGSSKRIFT**

(19) NO

(11) **174045**

(13) B

(51) Int Cl⁵ C 07 D 207/27, C 08 G 65/32

Styret for det industrielle rettsvern

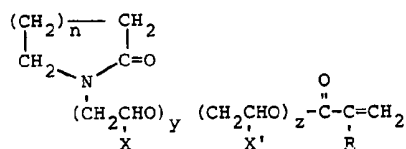
(21) Søknadsnr	884845	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	16.02.88, PCT/US88/00417
(22) Inng. dag	31.10.88	(85) Videreføringsdag	31.10.88
(24) Løpedag	16.02.88	(30) Prioritet	02.03.87, US, 20840
(41) Alm. tilgj.	31.10.88		
(44) Utlegningsdato	29.11.93		

(71) Patentsøker	Rhône-Poulenc Surfactants and Specialities LP, Black Horse Lane, Monmouth Junction, NJ 08852, US
(72) Oppfinner	David J. Tracy, Lincoln Park, NJ, US Mohamed M. Hashem, Wayne, NJ, US Fulvio J. Vara, Chester, NJ, US
(74) Fullmektig	Sigrun E. Græsbøll, Bryn & Aarflot AS, Oslo

(54) **Benevnelse** **Pyrrolidonylakrylat-blokkpolymerer**

(56) **Anførte publikasjoner** Ingen

(57) **Sammendrag**
(1) Pyrrolidonylakrylat-blokkpolymerer som har
formlene:



hvor n har en verdi fra 1 til 3; X og X' er forskjellige, og hver er hydrogen eller metyl; y og z hver har en verdi fra 1 til 40, unntatt minst en av y og z er større enn 1, og R er hydrogen eller metyl;

(2) fremstilling av nevnte polymerer; og

(3) anvendelse av nevnte polymerer.

Ifølge et aspekt vedrører oppfinnelsen forbindelser som er overlegne emulgeringsmidler for bruk i emulsjonspolymerisasjon av vannuoppløselige monomerer. Ifølge et annet aspekt angår oppfinnelsen en forbedret emulsjonspolymerisasjonsprosess.

5 I den senere tid har det blitt lagt stor vekt på laminerende adhesiver, spesielt de som innebærer vannuoppløselige polymersystemer, f.eks. vinylpolymerer, som fremstilles ved emulsjonspolymerisasjon. Det er imidlertid problemer som følger med disse adhesivene, hvorav noen resulterer
10 fra tilstedeværelsen av resterende overflateaktivt middel i den resulterende sammensetningen.

Generelt er emulsjonspolymerisasjoner av vannuoppløselige polyestrer velkjent og innebærer en emulgerende blanding inneholdende et emulgeringsmiddel, en vannuoppløselig monomer og en
15 inert dispergerende væske i hvilken monomeren er uoppløselig. Emulgeringsmiddelet opprettholder den ikke-agglomererende suspensjon av monomer og tilveiebringer et sted hvor polymerisasjon av små monomerkuler finner sted. I løpet av polymerisasjonen blir imidlertid små mengder av emulgeringsmiddelet
20 sperret i polymerprodukt og representerer således problemer med etterfølgende utluting og ustabilitet ved lagring. I tillegg forårsaker mange av disse emulgeringsmidlene i restmengder misfarging ved etterfølgende bruk.

Dessuten, ettersom mange av substratene som vanligvis er
25 belagt med disse adhesivene er vanskelige å fukte pga. deres lave overflateenergier, er det generelt nødvendig etterpå å tilsette et overflateaktivt middel til adhesivet for å lette fukting av overflaten før forming av adhesivbelegget.

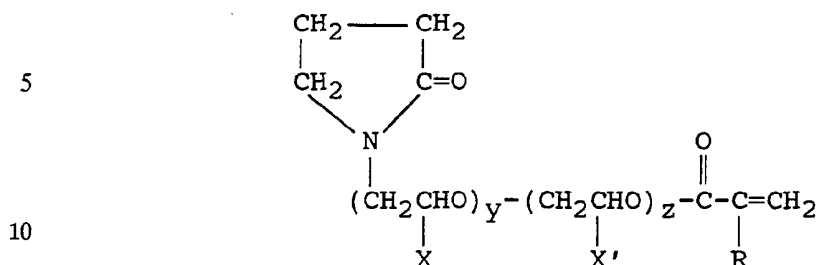
Det er følgelig et formål med oppfinnelsen å overvinne de
30 ovenfor omtalte problemer ved hjelp av en økonomisk og kommersielt gjennomførlig fremgangsmåte ved bruk av et forbedret emulgeringsmiddel.

Et annet formål med oppfinnelsen er å tilveiebringe nye forbindelser som har utmerkede overflateaktive egenskaper.

35 Et ytterligere formål er å tilveiebringe en fremgangsmåte for fremstilling av nevnte nye forbindelser.

Disse og mange andre formål ved oppfinnelsen vil fremgå fra det nedenstående.

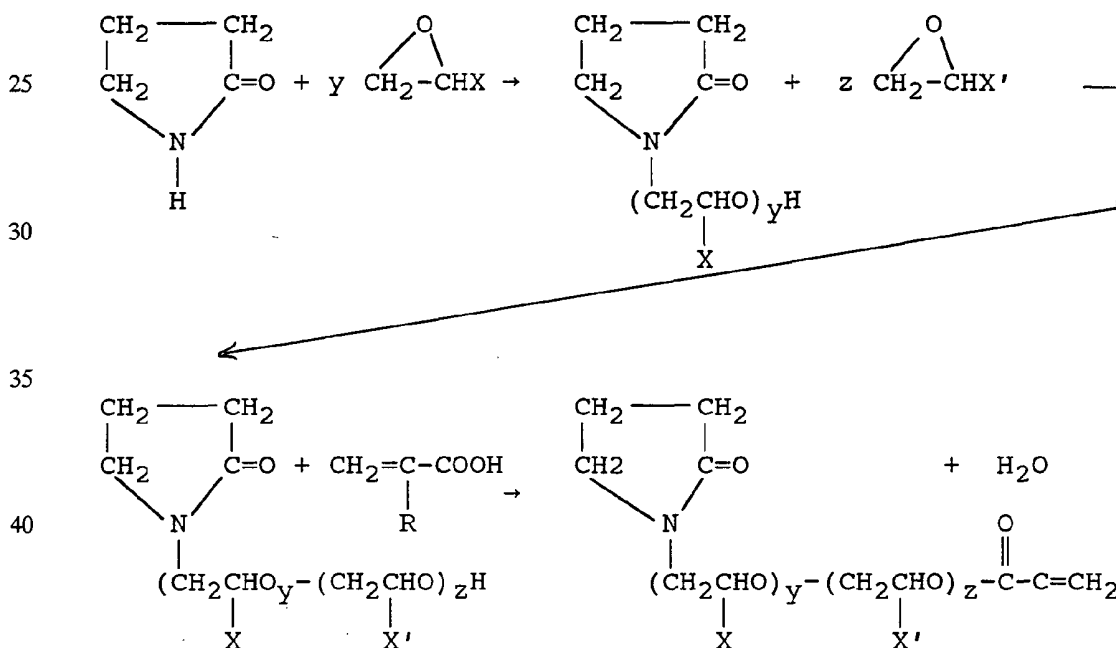
Følgelig er det ifølge oppfinnelsen tilveiebrakt en gruppe laktam-akrylat-blokk-kopolymerer som har formelen:



hvor X og X' er forskjellige, og hver av X, X' og R er valgt fra gruppen bestående av hydrogen og metyl; og y og z er hele tall som hver har en verdi fra 1 til 40, unntatt, når X er metyl, så har y en verdi som er større enn 1, og, når X' er metyl, så har z en verdi som er større enn 1.

Av de ovenfor angitte forbindelsene er de hvor hver av y og z har en verdi som er større enn 4, foretrukket. Mest foretrukket av disse forbindelsene er de hvor polyoksypropylenenhetene er større i antall enn polyoksyetylenenhetene.

Forbindelsene ifølge foreliggende oppfinnelse fremstilles generelt ifølge nedenstående ligning:



hvor y, z, X, X' og R har de ovenfor angitte betydninger.

Mer spesielt utføres reaksjoner 1 og 2 under vannfrie betingelser, ved en temperatur mellom 120 og 180°C under et trykk mellom ca. 204,8 og 653,0 kPa. Reaktantene i de indi-

viduelle trinnene (1) og (2) omrøres i en periode på mellom ca. 10 min. og ca. 3 timer ved reaksjonstemperatur, hvorefter innholdet i de respektive forseglede reaktorene avkjøles og nøytraliseres med en mineralsyre slik som f.eks. fosforsyre, saltsyre, svovelsyre, eller en svak syre slik som eddiksyre. Siden de ovenfor angitte reaksjoner er kvantitative, er mengden av epoksydreaktant i trinn (1) og (2) betegnet med enhetene y og z, avhengig av antall enheter som er ønsket i den endelige blokkstrukturen. Reaksjon (1) utføres fortrinnsvis under svakt alkaliske betingelser tilveiebragt ved hjelp av et uorganisk hydroksyd, så som natriumhydroksyd, kaliumhydroksyd o.l.

Som definert ovenfor er epoksydreaktantene som benyttes i den ovenfor angitte ligning etylenoksyd og propylenoksyd, og deres tilsetningsrekkefølge avhenger av produsentens valg og strukturen til det ønskede produkt.

For å fremstille foreliggende endelige akrylat-blokkpolymerer blir mellomproduktet fra reaksjon (2) oppløst i et normalt væskeformig, inert oppløsningsmiddel, så som benzen, toluen, cykloheksan, et C_8+ hydrokarbon, osv., for å tilveiebringe en oppløsning inneholdende mellom ca. 25 og 75 vekt% av mellomproduktet. Oppløsningen oppvarmes for å fjerne eventuelt vann som kan være til stede. Oppløsningen bringes deretter i kontakt med akrylsyre eller metakrylsyre under sure betingelser, i nærvær av en antioksydant, en radikal-inhibitor slik som p-metoksyfenol, butylert hydroksytoluen, dibutylhydrokinon, pyrokatekin, o.l. Den resulterende blanding kokes deretter ved tilbakeløp for å fjerne vann i form av en azeotrop ved en temperatur fra ca. 8 til ca. 135°C, fortrinnsvis fra 100 til 120°C, og ureagert akryl- eller metakrylsyre sammen med oppløsningsmiddel fjernes ved vakuumstripping ved en temperatur i beholderen mellom ca. 100 og ca. 150°C. Den ovenfor omtalte fremgangsmåte er effektiv med henblikk på å fremstille foreliggende pyrrolidonylakrylat-blokkpolymerer i høyt utbytte og renhet.

Foreliggende produkter er i besittelse av utmerkede overflateaktive og fuktende egenskaper og danner miceller i oppløsning, og således er de særlig nyttige som emulgeringsmidler for bruk i den vandige emulsjonspolymerisasjon av vannuoppløselige monomerer slik som styren, butadien, isopren,

vinylidenklorid, akrylnitril, vinylklorid og estere slik som vinylacetat, -akrylat og -metakrylat som enten inneholder eller ikke inneholder en mindre mengde, mindre enn 6%, av en vannoppløselig monomer, f.eks. akrylsyre.

5 Foreliggende laktamer danner miceller med hydrokarbonendene orientert mot micellens indre og pyrrolidonylendene ragende utover inn i det dispergerende medium. Når monomeren tilsettes, kommer dens molekyler i kontakt med initiatoren og går inn i micellens indre. Micellen øker i størrelse ettersom
10 monomerpolymerisasjon foregår, og den voksende polymeren reagerer med dobbeltbindingen i den terminale akrylatgruppen til emulgeringsmiddelet, og binder således kjemisk et molekyl av emulgeringsmiddelet til den polymere hovedkjeden. Kjemisk binding av foreliggende forbindelser med de polymeriserende
15 vannoppløselige monomerene gir mange nyttevirksomheter blant hvilke er fraværet av resterende utlutbart emulgeringsmiddel i det polymere produktet og elimineringen av emulgeringsmiddelutluting til overflaten av de tørkede polymerproduktene. Fraværet av utlutbart emulgeringsmiddel nedsetter også belastningen på behandlingsanlegg for avløpsvann.
20

Polymerisasjonen av vannoppløselige forbindelser kan utføres ved bruk av de velkjente polymerisasjonsteknikkene slik som de som er rapportert i F. A. Bovey et al., "Emulsion Polymerization", Wiley (Interscience) New York, 1955, eller
25 oppsummert i kapitlene av J. W. Vanderhoff, W. F. Fowler, Jr. og Harry K. Stryker et al. i G. E. Ham's "Vinyl Polymerization Part II", Marcel Dekker, New York, 1969.

De mange parameterne i emulsjonspolymerisasjonsteknikken kan justeres av fagmannen på området til oppnåelse av spesielt
30 ønskede resultater. Komonomerene kan tilsettes til den vandige fasen gradvis eller i én sats. Initiatoren kan også tilsettes i overensstemmelse med en rekke forskjellige mulige systemer. Således kan én eller flere av komponentene emulgeres først i den omrørte vandige fasen før initieringen begynnes, eller en
35 mettet oppløsning av en gassformig monomer kan opprettholdes i nærvær av overflateaktive komonomerer og av initator før komonomerer gradvis tilsettes med eller uten ytterligere overflateaktive monomerer. Monomerer kan tilsettes kontinuerlig eller i etter hverandre følgende porsjoner. Videre kan en

polymerisasjon startes i nærvær av et på forhånd fremstilt kim-materiale. Likeledes, avhengig av reaktiviteten av de andre monomerene som er involvert, kan det polymeriserbare overflate-aktive middelet innføres i polymerisasjonsemulsjonen på én gang ved polymerisasjon, eller en del av de polymeriserbare materia-
lene kan innføres periodisk gjennom hele polymerisasjonen eller kontinuerlig ved innføring av en del av det polymeriserbare materiale under polymerisasjonsforløpet.

Friradikal-donorene som benyttes for å initiere kopolymerisasjonen, kan velges fra hvilke som helst av initiatorene for vandig emulsjonskopolymerisasjon som er kjent innen teknikken, inkludert dem som gjennomgår spalting under innvirkning av varme, og dem som bevirkes til å danne frie radikaler ved reaksjon med reduserende midler. Vannoppløselige initiatorer vil vanligvis bli foretrukket, inkludert kaliumpersulfat, ammoniumperoksydifosfat, hydrogenperoksyd og andre som vil være kjent av fagfolk på området. Når reduserende midler benyttes, er det foretrukket å anvende vannoppløselige materialer slik som natriumformaldehydsulfoksylat, natriummetabisulfitt og askorbinsyre. Mengdene som skal benyttes, avhenger av den ønskede polymerisasjonsgraden, og av andre faktorer som er velkjent innen teknikken. Den vandige emulsjonsblandingen inneholder fortrinnsvis mellom 0,1 og 10%, spesielt fra 0,2 til 2 vekt% initiatør. Dersom et reduserende middel anvendes, blir det også benyttet i en mengde som totalt er mellom ca. 0,1 og 5%, spesielt 0,2-2 vekt% av den ferdige emulsjonen. Fagfolk på området vil forstå at mengden av initiatør som benyttes, kan variere avhengig av den spesielle initiatoren som benyttes, samt molekylvekten til den ønskede polymer. Generelt resulterer bruken av høyere initiatornivåer i polymerer av lavere molekylvekt, og vice versa.

Mens reaksjonstemperatur for emulsjonspolymerisasjon kan varieres over et bredt område, f.eks. ved bruk av vann eller olje som sirkulerer gjennom kapper eller spiraler for oppvarming og avkjøling, er det hensiktsmessig i tilfelle av monomerer slik som vinylacetat, å benytte tilbakeløpskondensasjon som et middel for temperaturregulering. M.h.t. trykk er atmosfæretrykk hensiktsmessig for mange typer kopolymerisasjon, men det er hensiktsmessig å ha overatmosfæriske trykk for å

begrense gassformige monomerer slik som metylen eller butadien eller lett flyktige monomerer slik som vinylklorid. Trykk er også nyttig i visse tilfeller for å oppnå ønskede nivåer av oppløselighet for monomerer i polymerisasjonssystemet. Typiske 5 forhøyede trykk varierer fra ca. 344,8 til 1 034,3 kPa til 10 atmosfærer eller mer. De vanlige justeringene for å regulere pH-verdi, viskositet og andre egenskaper kan også benyttes.

Det polymeriserbare overflateaktive middelet er generelt til stede i polymeren i mengder fra ca. 0,5 til ca. 6 vekt%, 10 fortrinnsvis fra 0,7 til 3%, skjønt en hvilken som helst effektiv emulgerende mengde på nyttig måte kan anvendes. Selv om andre ikke-polymeriserbare anioniske, kationiske eller ikke-ioniske dispergeringsmidler eller overflateaktive midler kan benyttes i polymerisasjonen, bør de bare anvendes i så små 15 konsentrasjoner (dvs. mindre enn ca. 0,3-0,5) at deres tilstedeværelse ikke vil ha en merkbar effekt på ytelsesevnen ved sluttanvendelsen. Bruken av større mengder som vil forringe de egenskaper som er ønsket i den endelige adhesivsammensetningen, må unngås.

20 Emulsjonen fremstilles vanligvis ved et faststoffinnhold fra ca. 40 til 65 vekt%, og før bruk som et laminerende adhesiv blir den fortrinnsvis fortynnet til et endelig faststoffinnhold fra 15 til 20% av økonomiske grunner. Egnede fortynningsmidler innbefatter vann og C₂-C₄ alifatiske alkoholer.

25 Den høye reaktiviteten til den terminale akrylatgruppen i foreliggende overflateaktive midler muliggjør deres kjemiske inkorporering i polymerlateksen, mens laktamringen bidrar med utmerkede fukteegenskaper og høy affinitet for substrater slik som metall, tre, betong eller primerbehandlede eller belagte 30 overflater. Følgelig behøver det ikke benyttes noe utvendig fuktemiddel for å tilveiebringe en mottakelig substratoverflate.

Foreliggende forbindelser er i besittelse av en unik kombinasjon av egenskaper. Mer spesielt gir pyrrolidonyl- 35 eller laktamdelen hydrofile egenskaper; etylenoksyd-propylenoksydsegmentet bidrar til nedsettelse av grenseflatespenning, og endelig presenterer den terminale akrylatgruppen et sterkt reaktivt polymeriserbart sted på hvilket kopolymerisasjon med forskjellige monomer eller monomerer kan baseres.

Pyrrolidonyldelen har også evne til ringåpning under polymerherding for interpartikkel-tverrbinding med forbindelser eller polymerer inneholdende frie karboksyl- eller amingrupper eller selvtverrbinding for derved å danne et nettverk av tverrbundede steder i en termoherdende film eller sammensetning.

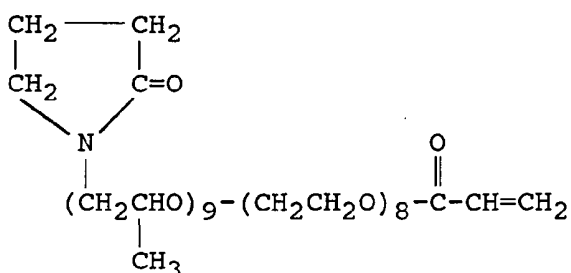
Produktene ifølge foreliggende oppfinnelse er også nyttige som adhesiver eller belegg for matvareemballasje, malte overflater, lær, papir, tekstiler, tre, plaster og keramiske materialer. Laktamakrylat-blokkpolymerene kan også inkorporeres i malingpreparater og gulvoverflatebelegg fordi de er i besittelse av gode dispergeringsegenskaper og høy motstandsevne overfor vasking med såpe og andre oppløsningsmidler. Følgelig har slike sammensetninger som inneholder fra ca. 0,5 til ca. 5 vekt% av de foreliggende forbindelser langvarig holdbarhet og glans.

De pigmentfuktende egenskapene til foreliggende forbindelser gjør dem til nyttige stoffer for inkorporering i emulsjonskopolymerer slik som vinylacetat/etyl eller butylakrylatkopolymerer, butylakrylat/metylmetakrylat-kopolymerer, og 95% vinylacetat/5% akrylsyre-kopolymer og gjør det mulig at pigmentet kan tilsettes direkte og dispergeres ensartet i de kopolymere emulsjonene som kan benyttes som trykkfarger med utmerket gjennomtrengningsevne.

Etter å ha beskrevet oppfinnelsen generelt henvises det i det følgende til eksempler som skal illustrere foretrukne utførelser av oppfinnelsen.

Eksempel 1

Fremstilling av



A. Til en nitrogenspylt autoklav ved 150-160°C under et vakuum på 2 mm ble det under omrøring tilsatt 85 g (1,0 mol) pyrrolidon og 0,5 g natriumhydroksylflak. Vakuomet ble av-

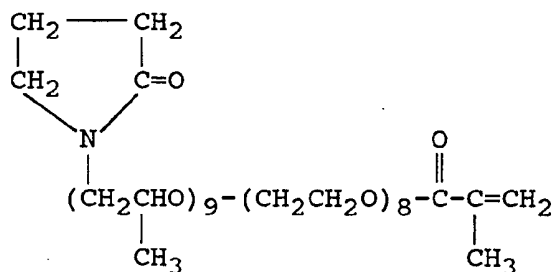
lastet ved tilsetning av 580 g (10,0 mol) propylenoksyd ved 160°C under et overtrykk på 308,2 kPa. Autoklaven ble holdt ved 160°C i 1 time, hvorefter den ble avkjølt til 65°C og innholdet nøytralisert med 1,1 g 85% fosforsyre. Etter oppvarming til 85-90°C under nitrogenspyling for å fjerne vann ble 634 g produkt tatt ut. Dette produkt ble analysert ved NMR (kjerne-

B. Til en nitrogenspylt autoklav ved 150°C under et vakuum på 22 mm ble det tilsatt 266 g (0,4 mol) av det unøytraliserte produktet fra 1A under omrøring og deretter ble 176 g (4,0 mol) etylenoksyd tilsatt ved 150°C under et trykk på 308,2 Kpa. Autoklaven ble holdt ved 160°C i 30 minutter, hvorefter den ble avkjølt til 65°C, og innholdet nøytralisert til pH 7-8 ved tilsetning av 0,8 g 85% fosforsyre. Vann ble deretter fjernet ved oppvarming til 85-90°C og reaksjonsinnholdet spylt i 30 minutter med nitrogen. Produktet, 434 g, ble deretter uttatt. Analyse ved NMR indikerte 8,4 mol etylenoksyd og 9,1 mol propylenoksyd. Blakningspunktet til dette produktet (1B) er 67°C (1% i vann).

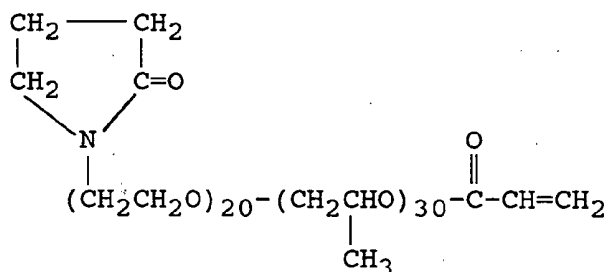
C. Til en 2-liters kolbe med rund bunn utstyrt med et røreverk, dryppetrakt, termometer og et modifisert Dean Stark-rør, forsynt med en stoppekran for fjerning av vann, ble det tilsatt 500 ml toluen og 220 g (0,2 mol) av produkt 1B. Eventuelt vann ble fjernet, hvorefter 0,2 g p-metoksyfenol ble tilsatt, fulgt av 14,4 g (0,2 mol) akrylsyre og 1 ml 100% svovelsyre. Reaksjonsblandingen ble deretter tilbakeløpskokt for å fjerne vannazeotrop, hvorefter toluen og eventuell ureagert akrylsyre ble fjernet ved stripping under et vakuum på 22 m ved en maksimal temperatur i kolben på 120°C. Det reagerte produktet, 236,0 g, ble utvunnet og analysert. Analysen viste karbonylabsorpsjon (ester) ved 1735 cm⁻¹ og pyrrolidonkarbonyl ved 1690 m⁻¹, hvilket således indikerer den ovenfor angitte produktstruktur.

Eksempel 2

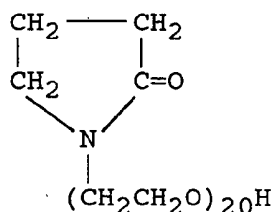
Eksempel 1A, 1B og 1C ble gjentatt med unntagelse av at 0,2 mol metakrylsyre ble benyttet i 1C istedenfor 0,2 mol akrylsyre. Produktet oppnådd i 2C hadde formelen:

**Eksempel 3**

Fremstilling av



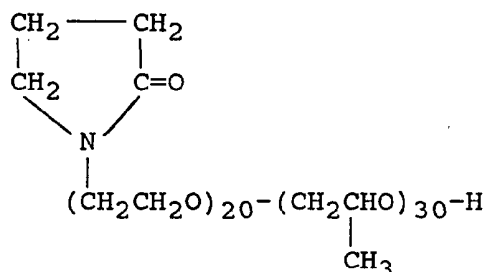
A. Til en nitrogenspylt autoklav ved 150-160°C under et vakuum på 22 mm ble det under omrøring tilsatt 85 g (1 mol) pyrrolidon og 0,5 g natriumhydroksydflak. Vakuumet ble avlastet ved tilsetning av 20,0 mol etylenoksyd ved 160°C under et overtrykk på 308,2 kPa. Autoklaven ble holdt ved 160°C i 1,25 timer, hvorefter den ble avkjølt til 65°C og nøytralisert til pH 7 med 85% fosforsyre. Reaksjonsblandingen ble deretter oppvarmet til 85-90°C under nitrogenspyling for å fjerne vann, og produkt 3A, nemlig



ble utvunnet fra autoklaven.

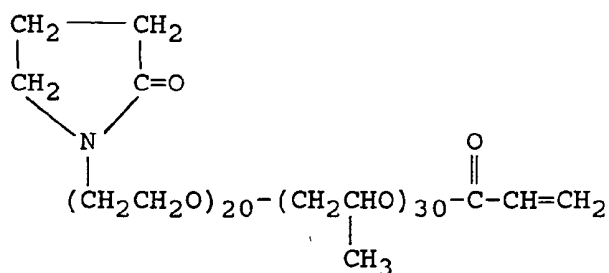
B. Til en nitrogenspylt autoklav ved 150°C under et vakuum på 22 mm ble det tilsatt 0,4 mol av produkt 3A og 12 mol propylenoksyd ble deretter tilsatt ved et overtrykk på 687,4 kPa under omrøring. Autoklaven ble holdt ved 160°C i 30 minutter, hvorefter den ble avkjølt til 65°C og innholdet nøytralisert til pH 7 med 85% fosforsyre. Eventuelt vann ble fjernet ved opp-

varming til 85-90°C, og reaksjonsinnholdet spylt i 30 minutter med nitrogen. Produkt 3B, nemlig



ble utvunnet fra autoklaven.

C. Til en glasskolbe med rund bunn utstyrt med et røreverk, dryppetrakt, termometer og et modifisert Dean Stark-rør forsynt med en stoppekrav for fjerning av vann, ble det tilført 500 ml toluen og 0,2 mol av produkt 3B. Fremgangsmåten beskrevet i eksempel C ble deretter gjentatt for oppnåelse av produktet med formelen:



Eksempel 4

En 3 liters plastkolbe ble utstyrt med en skovl-røreverk, nitrogeninntak, termometer og tilbakeløpskjøler. Deionisert vann (850 g), det overflateaktive produktet fra eksempel 2 (30 g), NaHCO₃ (4,0 g) og 5 g Natrosol® 250 MXR (hydroksylert etylcellulose) ble tilsatt til kjelen ved 65°C og omrørt under en nitrogenatmosfære inntil oppløsning. Natriumpersulfat (3,6 g) ble deretter innført, fulgt av en blanding av vinylacetat (872 g) og butylakrylat (154 g) som ble tilsatt i løpet av en periode på 4 timer. Temperaturen fikk stige fra 65° til 75°C under tilsetningen av monomerblandingen. Etter at tilsetningen av monomerblandingen var fullført, ble reaksjonstemperaturen holdt ved 75°C i 30 minutter. Tertiær-butylhydroperoksyd (0,1 g) ble deretter tilsatt til den resulterende stabile emulsjonen fulgt av en 25 ml 2% oppløsning av natrium-

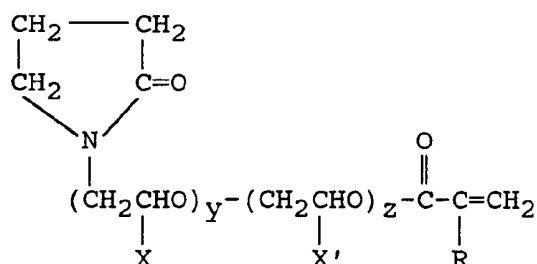
formaldehydsulfoksyilat som ble tilsatt i løpet av en periode på 1 time mens temperaturen ble holdt ved 75°C. Emulsjonen ble avkjølt og filtrert, og 100 ppm av massen ble oppsamlet på en 75 µm sikt. Faststoffinnholdet i den filtrerte emulsjonen var 55,6%, og viskositeten målt i et Brookfield viskosimeter LV (nr. 3 spindel ved 60 omdr./min.), ble funnet å være 2 200 cP.

Den resulterende polymeremulsjon inneholdende foreliggende overflateaktive produkt hadde overlegne fukteegenskaper for overflater og pigmenter.

P a t e n t k r a v :

1. Forbindelse,

k a r a k t e r i s e r t v e d f o r m e l e n



hvor X og X' er forskjellige, og hver av X, X' og R er valgt fra gruppen bestående av hydrogen og metyl; og y og z er hele tall som hver har en verdi fra 1 til 40, unntatt, når X er metyl, så har y en verdi som er større enn 1, og, når X' er metyl, så har z en verdi som er større enn 1.

2. Forbindelse ifølge krav 1,

k a r a k t e r i s e r t v e d a t y o g z h v e r h a r e n v e r d i f r a 6 t i l 40.

3. Forbindelse ifølge krav 1,

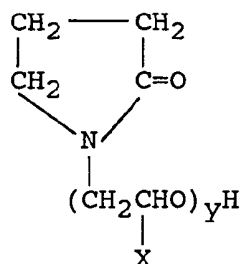
k a r a k t e r i s e r t v e d a t v e r d i e n a v z e r s t ø r r e e n n v e r d i e n a v y, o g X' e r m e t y l.

4. Forbindelse ifølge krav 1,

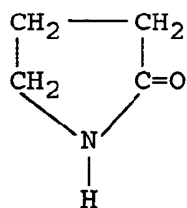
k a r a k t e r i s e r t v e d a t v e r d i e n a v y e r s t ø r r e e n n v e r d i e n a v z, o g X e r m e t y l.

5. Fremgangsmåte for fremstilling av en forbindelse i henhold til krav 1,

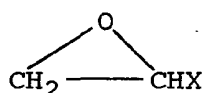
karakterisert ved under vannfrie betingelser og ved en temperatur mellom 120 og 180°C å omsette et laktam som har formelen



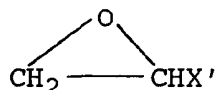
hvor X er hydrogen eller metyl, og y har en verdi fra 2 til 40, og som eventuelt er fremstilt ved under vannfrie betingelser ved en temperatur mellom 120 og 180°C å omsette et forløper-laktam som har formelen



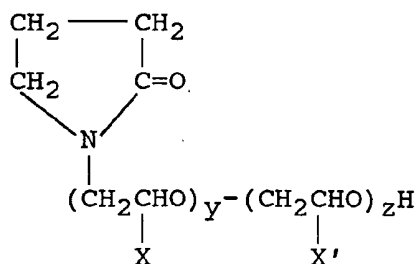
med minst et 2 molart overskudd av et epoksyd som har formelen



hvor X er hydrogen eller metyl, med minst et 2 molart overskudd av et epoksyd som har formelen



hvor X' er forskjellig fra X, og er hydrogen eller metyl, for dannelse av et mellomprodukt som har formelen



hvor z har en verdi fra 2 til 40;

og omsette nevnte mellomprodukt i nærvær av et antioksydasjonsmiddel med en akrylsyre som har formelen



hvor R er hydrogen eller metyl.