

(19) DANMARK



PATENTDIREKTORATET
TAASTRUP

(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT



(11) 158302 B

(21) Patentansøgning nr.: 3455/84

(51) Int.Cl.⁵ C 04 B 40/02

(22) Indleveringsdag: 13 jul 1984

(41) Alm. tilgængelig: 23 jan 1985

(44) Fremlagt: 30 apr 1990

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 22 jul 1983 DE 3326492

(71) Ansøger: *SICOWA VERFAHRENSTECHNIK FUER BAUSTOFFE GMBH & CO. KG; Hander Weg 17; 5100 Aachen, DE

(72) Opfinder: Eckhard *Schulz; DE

(74) Fuldmægtig: Internationalt Patent-Bureau

(54) Fremgangsmåde til hærdning af formlegemer af bindemiddelholdige, porøse, lette byggematerialer

(56) Fremdragne publikationer

DK pat. nr. 3471, 4065, 128451
DE off. g. skrift nr. 1943939

erstatning for eller også i tillæg til dampen tilfø-
res trykbeholdernes indre varme før afkølingsfasen og
ved hjælp af styret afblæsning af damp forhindres en
stigning af damptemperaturen ud over en på forhånd
givet slutværdi, hvorved der opnås en integreret
tørring.

(57) Sammendrag:

3455-84

Fremgangsmåden vedrører hærdning af formlege-
mer af bindemiddelholdige byggematerialer i det indre
af en autoklavs trykbeholder, hvilken autoklav tilfø-
res et gasformigt varmemedium, hvis temperatur dels
forøges i en opvarmningsfase til en given øvre slut-
værdi, dels opretholdes i en holdefase, der varer, i
det mindste indtil en forudbestemt ligevægtstempa-
tur opnås i det indre af formlegemet, og dels ved
trykformindskelse reduceres i en tilstødende afkø-
lingsfase til udtagningsstemperatur, hvorved sædvanli-
ge porøse, lette byggematerialer får tilført store
mængder vand via nedslag af vand fra den til brug ved
hærdningen i autoklaven indførte damp. For med den
mindst mulige omkostning at frembringe formlegemer med
et lille vandindhold benyttes på den ene side en gas
som erstatning for dampen, hvilken gas holdes under
vandets fordampningstemperatur ved, at den sættes
under et tilstrækkelig tryk, og på den anden side som

DK 158302 B

Opfindelsen vedrører en fremgangsmåde til hærkning af formlegemer af bindemiddelholdige porøse, lette byggematerialer i vanddamp i det indre af en autoklavs trykbeholder ifølge krav 1's indledning.

- 5 Ved kendte fremgangsmåder af denne art, fx kendt fra DE offentliggørelsskrift nr. 1 943 939, tilføres den til hærkningen nødvendige varme til formlegemet, der skal hærdes, ved hjælp af mættet damp, der ledes ind i autoklavens trykbeholder.
- 10 Varmetilførslen ved hjælp af damptilsætning begrænser sig i det væsentlige til opvarmningsfasen, medens der i holdefasen kun sker en varmetilførsel ved tilsætning af yderligere damp i et sådant omfang, det er nødvendigt til opretholdelse af den forudbestemte,
- 15 øverste slutværdi af den mættede damps temperatur med hensyntagen til de ved trykbeholderen forekommende ringe varmetab. Holdefasens længde afhænger såvel af det anvendte byggemateriale som af den tid, der skal til, for at den til hærkningen ønskede ligevægtstemperatur nås i det indre af formlegemet. Ved auto-
- 20 klavering af f.eks. silikat-byggematerialer, ligger ligevægtstemperaturen ved ca. 156°C, og den øvre slutværdi af mættet damps temperatur er 203°C ved et mætningstryk på 16 bar. Når hærkningen er afsluttet, efter
- 25 at ligevægtstemperaturen er nået, følges holdefasen af en afkølingsfase, i hvilken damptrykket reduceres kontinuerligt, i reglen lineært, til omgivelsestrykket. Derefter tages formlegemerne ud af trykbeholderen og står til rådighed for den videre anvendelse efter fuldstændig afkøling til omgivelsestemperaturen.
- 30

- Formlegemer af tunge byggematerialer opnår ved sådanne fremgangsmåder til hærkning i reglen tilfredsstillende styrkeværdier ved et vandhold i størrelsesordenen fra omkring 3 til omkring 5 volumenprocent. Denne størrelsesorden svarer til ligevægtsværdien af vandindholdet af formlegemer i murværk.
- 35

Hærdes derimod formlegemer af lette byggematerialer, som især porøse silikater eller porøs beton, ifølge sådanne hærdemetoder, kan det konstateres, at formlegemerne forlader autoklavens trykbeholder med
5 et vandindhold, der ligger i en størrelsesorden på omkring 20 volumenprocent, hvilket vandindhold ikke blot influerer på styrken af formlegemet, men også forøger dets vægt og nedsætter dets varmeisolerende egenskaber. Formlegemer af sådanne lette byggematerialer opnår først deres ligevægtsfugtighed på om-
10 kring 3-5 volumenprocent efter en lang tørretid, i reglen i allerede opmuret tilstand, hvilket har til følge, at der påløber betydelige ekstra varmeomkostninger til udtørring af murværk, før formlegemerne
15 opnår deres ligevægtsfugtighed og dermed deres fulde styrke og varmeisoleringsegenskaber. Da formlegemerne er udsat for et ret betydeligt svind under et sådant udtørningsforløb, må der yderligere forventes en revnedannelse i bygværkerne.

20 Grunden til at formlegemer af lette byggematerialer har et højt vandindhold, når de forlader autoklaven er, at de allerede er behæftet med et højt vandindhold stammende fra tilsatsvand under fremstillingen, og at de under hærdeforløbet til stadighed
25 optager vand ved dampens kondensation på de kondensationsudsatte overflader, der netop ved porøse, lette byggematerialer er stærkt forøget. Vandet i formlegemerne forbliver i disse i næsten fuldt omfang, idet varmeindholdet i formlegemer af lette byggematerialer
30 ikke er tilstrækkeligt til inden for afkølingsfasen ved fordampning at medføre en nævneværdig sækning af vandindholdet.

For at sænke vandindholdet af de færdighærdede formlegemer af lette byggematerialer er det kendt, at
35 formlegemerne, før de gennemgår hærdeningen i autoklaven, underkastes vakuumtørring. Denne har dog en re-

lativt dårlig virkningsgrad og fører yderligere ikke til tilfredsstillende resultater, idet formlegemerne i et stort omfang optager kondensvand ved hærningen i atmosfæren af mættet damp.

5 Opgaven, der ligger til grund for opfindelsen, er at tilvejebringe en fremgangsmåde til hærning af formlegemer af bindemiddelholdige, porøse, lette byggematerialer, ved hvilken formlegemerne kan justeres til at have et vandindhold, der blot beløber sig til
10 omkring 3-5 volumenprocent, hvilken fremgangsmåde er simpel og har en god virkningsgrad.

Til løsning af opgaven tjener fremgangsmåden ifølge krav 1's indledning og med de træk, der er angivet i kravets kendetegnende del. Med hensyn til
15 yderligere udførelsesformer af opfindelsen henvises til fremgangsmådekravene 2 og 3.

Ved tilførsel af varme i en speciel fase, tilføres formlegemerne den varmemængde, som er nødvendig til fordampning af det i formlegemerne værende
20 vand på nær det ønskede indhold af restvand. Den derved i betragtning af mætningstilstanden af dampen i autoklavens trykbeholder, i sig selv forventede temperaturstigning forhindres ved afblæsning af damp, og den med afblæsning af damp forbundne forstyrrelse af
25 ligevægten mellem vand og damp i autoklavens trykbeholder udlignes til stadighed ved fordampning af vand fra formlegemerne. På denne vis sikres på en simpel måde fremstillingen af formlegemer, der har det ønskede lave vandindhold, når de forlader autoklavens
30 trykbeholder. Fremgangsmåden ifølge opfindelsen kan således styres meget præcist og der opnås med den en fremragende virkningsgrad, samtidig med at eksisterende autoklaver kan anvendes og kun kræver forholdsvis små ombygninger for at kunne benyttes ved udøvelse af fremgangsmåden ifølge opfindelsen.
35

En til udøvelse af fremgangsmåden egnet autoklav kræver blot en til trykbeholderen hørende op-

varmningsindretning, og i en afblæsningsledning for trykbeholderen en damptrykreguleringsventil med forindstillelig reguleringskarakteristik. Ved hjælp af en sådan reguleringsventil kan der, som følge af opvarmningen, efter opnåelse af den forud givne øverste sluttemperatur af dampen, i enhver fase, i hvilken fordampningen af vandet fra formlegemerne fremkaldes, forudindstilles et temperatur/trykforløb under varmetilførslen, hvilket forløb garanterer en fordampnings- og energioptimeret behandling af formlegemerne.

Det er principielt muligt at foretage varmetilførslen i opvarmningsfasen som før ved indføring af damp i autoklavens trykbeholder, og kun lade varmetilførslen ske ved opvarmning af trykbeholderens indre efter at den øverste sluttemperatur er nået. Der foretrækkes dog et procesforløb, i hvilket den totale varmetilførsel under hærdeningen foretages ved hjælp af trykbeholderopvarmningen, da varmetilførslen herved kan doseres på speciel følsom måde og desuden kan realiseres med lille konstruktiv indsats. Hærdes på denne måde formlegemer, som især i opvarmningsfasen løber en fare for, på grund af fordampning af det i legemerne indeholdte vand, at danne revner eller få overfladebeskadigelser, kan sådanne fænomener modvirkes ved, at man i begyndelsen af opvarmningsfasen i trykbeholderen indfører en lille mængde vand, som forholdsvis hurtigt går over til at være mættet damp og modvirker en fordampning af vand fra formlegemerne før tiden.

Opfindelsen vil nu blive forklaret nærmere ved hjælp af tegningen, som viser et skematisk snit i en autoklav til udøvelse af fremgangsmåden ifølge opfindelsen.

Den viste autoklav omfatter en trykbeholder 1 udført som sædvanligt, f.eks. med en trykbeholder 1 i

form af et liggende cylinderlegeme, og med en beholdervæg 3, der omgiver beholderens indre 2. Ved sin ene ende er trykbeholderen 1's indre 2 tilgængelig via en kedellem 4, som åbnes for indkørsel på skinner 5' af ladvogne 5 med en ladning formlegemer 6, og som efter fyldningen af det indre 2 med formlegemer 6 kan lukkes tryktæt.

Trykbeholderen 1 er på hele sin yderside forsynet med en isolering 7, og kedellemmen 4 har også en isolering 8.

Trykbeholderen kan i sin øverste halvdel i det mindste i nogle afsnit være udformet som en dobbeltvægget beholder, hvorved der dannes et mellemrum 10 mellem beholdervæggene 3 og 9, hvilket mellemrum kan gennemstrømmes af et varmebærende medium. Det forstås, at ved en sådan udformning er trykbeholderen i det dobbeltvæggede afsnit udformet som dobbeltvægget beholder langs hele sin omkreds. Det varmebærende medium, f.eks. termo-olie, kan styret af en ventil 11 ledes ind ved 12 i mellemrummet 10 og igen forlade dette ved 13 for f.eks. at gennemløbe en ikke vist varmeveksler til genopvarmning af varmemediet, før det igen træder ind i mellemrummet 10.

I stedet kan der som vist ved den nederste halvdel af trykbeholderen 1 være en opvarmningsindretning i form af en rørslange 14, som kan være placeret på den som enkeltvæg udførte beholdervæg 3, og som på den udadvendende side kan være afdækket med isoleringen 7. Denne rørslange 14 kan ligeledes være gennemstrømmet af et varmebærende medium, som tilføres ved 15 og bortledes ved 16.

Principielt er det også tænkeligt at placere f.eks. en sådan rørslange i trykbeholderen 1's indre 2.

Endelig er det tænkeligt, at man i stedet for opvarmningsindretninger arbejdende med et varmebæren-

de medium, som termo-olie eller lignende, anvender en elektrisk opvarmningsindretning. Trykbeholderen 1 har som sædvanlig et fjerntermometer 17, et manometer 18 samt en dampafblæsningsledning 19, i hvis ledningsdel 20 der er indsat en damptrykreguleringsventil 21. I ledningen 22 er der yderligere indkoblet en sikkerhedsventil 23.

Efter fyldning af trykbeholderen 1 med formlegemer 6 tilføres, i tilfælde af at der er behov for det, en vis mængde vand til beholderens indre 2, hvorefter opvarmningen tilkobles. Under opvarmningen fordamper det tilførte vand under dannelse af en dampatmosfære, som allerede kort efter starten af den ved indkobling af opvarmningen indledte opvarmningsfase går over i mætningstilstand. Som følge af den fremadskridende opvarmning stiger temperaturen til en forudgivet øvre slutværdi, f.eks. 203°C, som nås efter omkring fem timer, og som på grund af dampens mætningstilstand ledsages af en trykstigning til 16 bar. Under denne opvarmningsfase stiger også formlegemernes temperatur, hvorved dog ligevægtstemperaturen i formlegemernes indre er tidsmæssigt forsinket i forhold til overfladetemperaturen. Da opnåelsen af ligevægtstemperaturen er bestemmende for gennemhærdningen af formlegemerne 6, holdes i tilslutning til opvarmningsfasen den valgte, øverste sluttemperatur i konstant højde i et stykke tid, hvor varigheden af denne holdefase afhænger af byggemateriale- og formkriterier for formlegemet 6 og kan konstateres empirisk eller ved måling. I holdefasen tilføres ved hjælp af opvarmningen ingen eller i hvert fald kun så meget varme til trykbeholderen 1's indre 2 som netop nødvendigt for at vedligeholde damptemperaturens øvre slutværdi. Til undgåelse af en i holdefase uønsket varmetilførsel kan opvarmningen i holdefasen kobles mere eller mindre ud. I stedet for dette er

det også tænkeligt, at det varmebærende mediums temperatur nedsættes fra eksempelvis i begyndelsen 250°C-300°C til omkring 203°C.

I fortsættelse af holdefasen tilføres det indre 2 af trykbeholderen 1 ved hjælp af opvarmning varme i en mængde, der i betydelig grad overstiger den til udligning af trykbeholderen 1's varmetab nødvendige varmemængde, for på denne vis at tilføre formlegemerne 6 den varme, som er nødvendig til at fordampe det i formlegemerne 6 værende vand fra at udgøre f.eks. 20 volumenprocent til at udgøre en restvandmængde på f.eks. 3 volumenprocent. I denne fase med ekstra varmetilførsel afblæses dog ved hjælp af damptrykreguleringsventilen 21 damp fra trykbeholderen 1's indre 2 (den føres til f.eks. en ved siden af liggende trykbeholder 1) for på denne måde at holde temperaturen af dampen i det indre 2 af trykbeholderen 1 konstant på den forudgivne øvre slutværdi. Damptrykreguleringsventilen 21 sikrer derved på præcis måde, at trykket i trykbeholderen 1's indre 2 forbliver på en konstant værdi af 16 bar.

Medens holdefasen f.eks. varer 90 minutter, kan den påfølgende varmetilførselsfase for fordampning af vand fra formlegemerne 6 vare f.eks. 4 timer. Længden af dette tidsrum afhænger af mange faktorer og kan konstateres empirisk eller ved måling af formlegemernes vandindhold.

Hertil føjer sig så afkølingsfasen, i hvilken trykket, eksempelvis inden for et tidsrum på yderligere 90 minutter, nedsættes lineært fra 16 bar til omgivelsestrykket. Derved går temperaturen af den mættede vanddamp ned fra den øvre sluttemperatur, f.eks. 203°C til omkring 75°C, og formlegemerne bliver derefter taget ud af trykbeholderen 1.

I stedet for at holde damptemperaturen i trykbeholderen 1's indre på den øvre, forudgivne slut-

temperatur under fasen med ekstra varmetilførsel er det også muligt, efter at ligevægtstemperaturen i det indre af formlegemerne 6 er nået, at afblæse damp på en sådan måde fra det indre af trykbeholderen 1, at damptrykket formindskes kontinuerligt eller trinvis. På den måde kan forløbet af vandets fordampning fra formlegemerne styres, når det f.eks. viser sig, at fordampningsforløbet ved opretholdelse af fordampningstemperaturens øverste slutværdi også under fasen med ekstra varmetilførsel vil blive for brat. Ganske vist bliver derved i reglen den kontinuerlige eller trinvis trykformindskelse, der som følge af dampens mætningstilstand ledsages af en formindskelse af damptemperaturen, kun gennemført til en værdi, ved hvilken damptemperaturen ikke eller ikke i væsentlig grad ligger under ligevægtstemperaturen i det indre af formlegemerne. Er ligevægtstemperaturen f.eks. 156°C, så bliver den hertil svarende tryksækning højst gennemført til omkring 5,8 bar. Trykket som funktion af tiden kan således gives et hvilket som helst forløb, der er hensigtsmæssigt for den optimale styring af fordampningen af vand fra formlegemerne 6, og en sådan funktion kan i princippet også omfatte forbigående trykstigningsområder.

25

P A T E N T K R A V

1. Fremgangsmåde til hærkning af formlegemer af bindemiddelholdige, porøse lette byggematerialer i vanddamp i det indre af en autoklavs trykbeholder, ved hvilken fremgangsmåde dampens temperatur, under tilvejebringelse og påfølgende opretholdelse af dampens mætningstilstand, øges i en opvarmningsfase til en forudbestemt øvre slutværdi, opretholdes i en holdefase, der i det mindste varer indtil der opnås en forudbestemt ligevægtstemperatur i det indre af formlegemet, og re-

35

duceres i en påfølgende afkølingsfase ved trykformindskelse til udblæsningstemperatur, k e n d e t e g n e t ved,

5 at der efter opnåelse af den forudbestemte sluttemperatur af dampen og før afkølingsfasen, ved opvarmning tilføres det indre af trykbeholderen en varmemængde, der overstiger den til opvejning af trykbeholderens varmetab nødvendige varmemængde, og

10 at dampens temperatur gennem styret afblæsning af damp fra trykbeholderens indre, hindres i at stige op over den forudbestemte slutværdi.

2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at dampens tryk, efter opnåelse af ligevægtstemperaturen i det indre af formelegemet gennem afblæsning af damp fra trykbeholderens indre, ned-
15 sættes trinvist eller kontinuerligt i en mellemfase, der følger efter holdefasen og ligger før afkølningsfasen, højst til en værdi, der svarer til mætningstrykket ved en damptemperatur af samme størrelse som
20 ligevægtstemperaturen.

3. Fremgangsmåde ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g n e t ved, at dampen afblæses i overensstemmelse med en forudbestemt reguleringskarakteristik.

