STFI NYTT
22-81 MP
massa och papper

Ernst Back och Anne-Marie Olsson

Temperaturens inverkan vid hetkalandrering av kartong utvärderad i en pressimulator

STFI-meddelande serie B nr 579

Rapporten kan beställas av företag och anställda inom svensk skogsindustri på bifogade svarskort.

Hetkalandrering ett sätt att förbättra ytegenskaperna

Allt större krav ställs idag på kartongens ytegenskaper och tryckbarhet, t ex krav på ytjämnhet och glans. Ett sätt att förbättra dessa egenskaper utan att nämnvärt påverka styvheten är hetkalandrering vid hög temperatur, högre än de som används idag.

I detta arbete presenteras egenskaper efter hetkalandrering (gloss calandering) av kartong av helblekt sulfat vid temperaturer upp till 350°C. Glans och ytjämnhetsutvecklingen samt tjockleks- och styvhetsminskningen har undersökts. Kalandreringsförsöken är utförda i en pressimulator uppbyggd enligt principen hammare och städ. Den förvärmda hammaren får falla mot rumstempererade prover och generera väldefinierade presspulser inom 5 till 15 ms presstid.

För en kommersiell flerskiktskartong — bestruken och obestruken — *(se fig)* var det optimala temperaturområdet 250—300°C för utveckling av glans och ytjämnhet. Tjockleksförlusten var ungefär 1,5 % något stigande med ökande temperatur och böjstyvhetsförlusten ungefär 2 %, oberoende av temperaturen.

Vid ett visst linjetryck var högt specifikt tryck och kort nyptid det effektivaste sättet att förbättra ytegenskaperna. Ett nyp med högt tryck var effektivare än två nyp med lägre tryck. I fukthaltsområdet 7—15 % har fukten ingen effekt på glans och ytjämnhet och styvhet.

Borstning har i huvudsak en additiv effekt till hetkalandrering för glansutveckling men ger ingen ytterligare ytjämnhet.

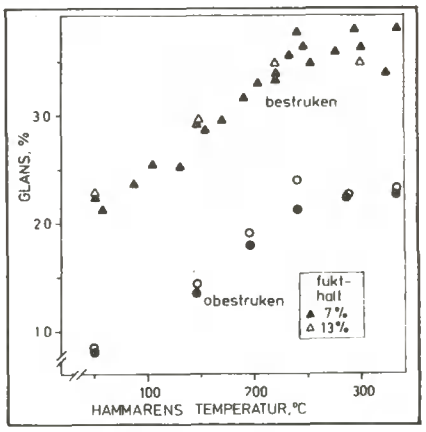
Hetkalandrering vid hög temperatur anses verka genom en mjukning och återbindning av fibrer i ytskiktet, varvid flockarnas lokala tjockleksvariationer omvandlas i densitetsvariationer.

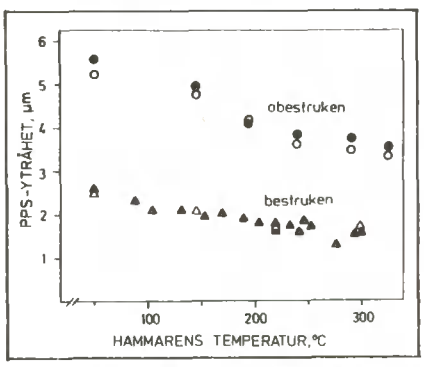
Kontaktpersoner är Ernst Back och Anne-Marie Olsson.

Denna kunskap har tagits fram inom projektet ”Presstorkning — heta pressnyp på löpande bana”.

Rådgivande för projektet har varit en projektkommitté som består av följande ledamöter från industrin:

PK-Emballagematerial med f.n.
Christer Engman, AB Iggesunds Bruk
Bengt Carlsson, Korsnäs Marma AB
Alf Forsberg, Norrlands Skogsägares Cellulosa AB
Gunnar Hemström, Fiskeby AB
Bengt Hylander, AB Statens Skogsindustrier
Lars-Erik Eriksson, Svenska Förpackningsforskningsinstitutet
Thomas Ericsson, AB Papyrus-Kopparfors
Jan Olausson, Svenska Cellulosa AB
Per Jonsson, Billeruds AB
Lars Martinsson, Esseltepac





Utveckling av 75° glans och Parker Print Surf —PPS — ytråhet vid hetkalandrering inom temperaturintervallet 50—320°C för bestruken och obestruken kommersiell flerskiktskartong. Gynnsammaste temperaturen för denna kartong med avseende på glans och ytjämnhet är 250—300°C. Effekten av fukthalt är försumbar. Ingen systematisk effekt av kalandertemperatur på styvheten kunde konstateras, genomsnittlig böjstyvhetsförlust var ca 0,6 %.

Pressnypet motsvarar vid maskinhastigheten 300 m/min ett linjetryck av 71 kN/m och en nypbredd av 2,5 cm.

nyckelord
paperboard
gloss calendering
temperature
gloss
smoothness

Detta digitala dokument skapades med anslag från

Stiftelsen Nils och Dorthi Troëdssons forskningsfond

Ernst Back, Anne-Mari Olsson

TEMPERATURENS INVERKAN VID HETKALANDRERING AV KARTONG UTVÄRDERAD I EN PRESSIMULATOR

STFI-meddelande B nr. 579

Innehållsförteckning

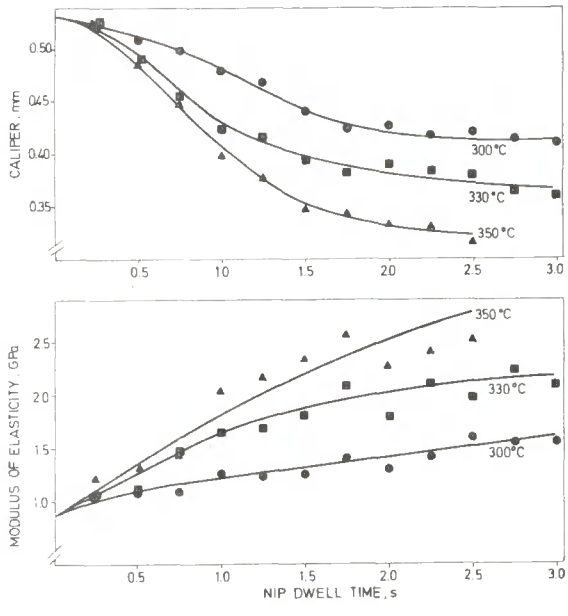
	sid
Inledning	4
Experimentell ansats	5
Resultat	
effekt av kalandertemperatur	7
effekt av fukthalt och bestrykning	10
effekt av presspuls	11
effekt av upprepade pulser	14
kombinerad effekt av hetkalandrering och borstning	14
Pressimulatorns användbarhet för utvärdering av hetkalandrering	16
Diskussion	18
Experimentella detaljer	19
Tackord	21
Litteraturreferenser	22

Stockholm juli 1981 (FS B:79)

Inledning

I litteraturen finns indikationer att hetkalandrering vid förhöjda temperaturer är mer fördelaktig än andra sätt att nå ytjämnhet och glans med liten förlust av tjocklek och böjstyvhet; se exempelvis arbeten av Krenkel (1)(2)(3). Liknande temperatureffekter har observerats i maskinglättar och superkalandrar, (4)(5)(6). Målet för detta arbete har varit att undersöka effekten av hetkalandrering i ett stort temperaturintervall, upp till 350°C. Dessa temperaturer förmodas i framtiden kunna användas för hetkalandrar.

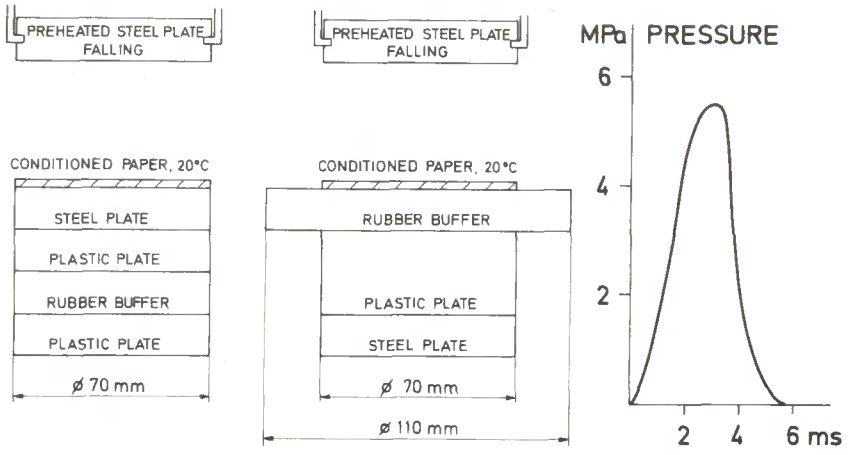
Det framgår här att utveckling av ytjämnhet i en hetkalander beror på kompression och återbindning av fibrer i kartongens ytskikt, framför allt där tjockleken är större på grund av flockar från formeringen. Dessutom ökas glansen genom reorientering i bestrykningsskiktets plan av bestrykningens lerpartiklar. De båda effekterna beror på i banans ytskikt uppnådd temperatur, kartongens fukthalt samt presspulsen, dvs dess tryck och tid. Dessa parametrar utgör de huvudsakliga processvariablerna för hetkalandrering. Som väntat ger förlängda pressnyp som tillåter temperaturen att penetrera även i de undre kartongskikten, förutom god glans och ytjämnhet även ökad förlust i tjocklek och böjstyvhet. Dessa densifieringseffekter för tjocklek och elasticitetsmodul vid höga temperaturer exemplifieras i figur 1 (7)(8) för obestruken kartong.



Figur 1 Effekt av nyptid i ett mera stationärt pressnyp om 300°C till 350°C på tjocklek och E-modul för obestruken kartong från tidigare mätningar (8).

Experimentell ansats

Med en pressimulator uppbyggd enligt principen hammare och städ beskriven tidigare (9), kan presspulsen varieras med avseende på tryck och tid och därmed impuls. Ett stort område av presspulser och även upprepade pulser kan simuleras. Utrustningen har modifierats så att hammartemperaturen kan varieras inom ett stort område genom att dess yta består av en utbytbar polerad stålplatta som kan förtermostateras. Proverna som är konditionerade till 20°C placeras på städet, vars yta består av antingen en stålplatta på en gummibuffert eller gummibufferten på stålplattan. Dessa två städ ger samma genomsnittliga presspuls men olika lokal tryckfördelning över provets ytdelar av varierande tjocklek och ger olika grad av skjuvkrafter. Dessa två städ och standardpulsen visas i fig 2. Anledningen till dessa två uppbyggnader är att städet med gummi som kartongunderlag vid en presspuls producerar curl med den konvexa sidan mot hammaren och med böjningsaxeln i maskinriktningen. Sådana böjda prover kunde inte användas vid utvärdering av böjstyvhet. Tydligen expanderar gummiplattan radiellt under kompressionen för att när trycket minskar återta sin ursprungliga form. När friktionen mellan gummi och kartong är hög följer kartongen gummit och spänningar löses ut speciellt på undersidan, vilket ger curl. Om den bestrukna sidan med låg friktion läggs mot



Figur 2 Uppbyggnad av pressimulatorn med den fallande hammaren, och av städet i stål-kartong-gummi nyp resp stål-kartong-stål nyp. De bägge städen ger samma presspuls om hammaren faller på samma sätt. Standardpresspulsen till höger motsvarar ett linjetryck av 71 kN/m vid en maskinhastighet av 300 m/min.

gummistädet, minskas denna curl men kartongen har fortfarande sin konvexa sida mot hammaren. Helt elimineras denna curl om kartongens undre sida beläggs med en glatt plastfilm, eller om kartongprovet läggs på en städyta av stål. Sistnämnda prover har alltid använts vid utvärdering av böjstyvhet. Detta stål-kartong-stål nyp gav en något flammig glans, som var mest synlig för ögat men utjämnades i glansmätaren. Man erhöll dock några % lägre glans för stål-kartong-stål nypet än för stål-kartong-gummi nypet. Skillnaden i ytjämnhet var obefintlig, eller till fördel för stål-kartong-stål nypet. En del av försöken utfördes endast med stålstäd.

I ett pressnyp varierar trycket P med tiden t. Pressimpulsen per ytenhet

$$I = \int_{t_0}^{t_1} P\,dt$$

kan beräknas ur presspulsen upptagen med en kraftgivare under städet. Impulsen kan variera genom att ändra hammarens fallhöjd, h, och vikt, m, eftersom

$$I = \left(\sqrt{2gh} + \sqrt{2gh_1}\right) \cdot m/A$$

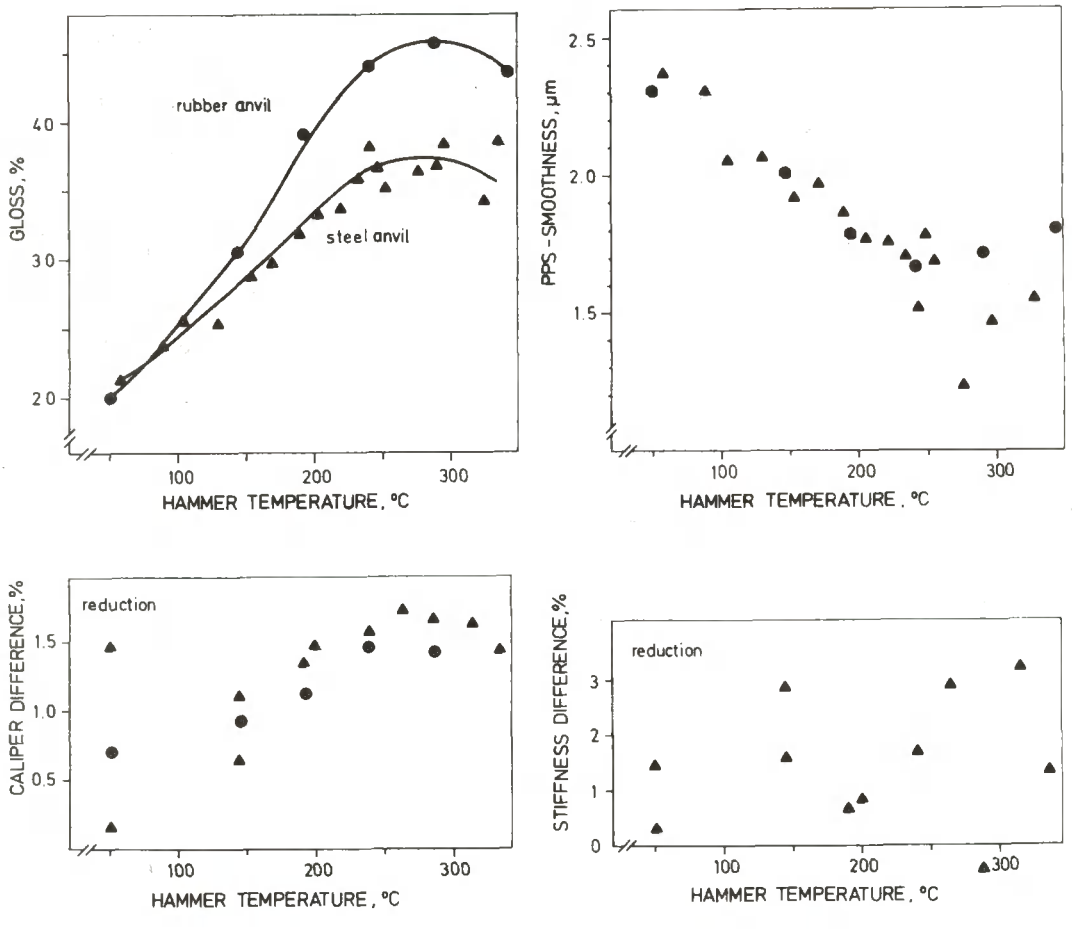
där h är fallhöjden och h_1 är återstudshöjden och A är pressplattans yta. Presspulsens tidslängd varieras med tjocklek och mjukhet hos gummiplattan i städet. I en pappersmaskin är linjetrycket L lika med impulsen I, multiplicerad med maskinhastigheten v. $I = L/v$. Nyplängden är nyptiden $t_1 - t_0$ multiplicerad med maskinhastigheten = $(t_1 - t_0)v$. För kalibrering och mätning av presspulsen, se under experimentella detaljer.

De pressade proverna har utvärderats med avseende på 75°C glans, ytjämnhet enligt Parker Print Surf. ytråhet - PPS -, tjocklek och trepunkts böjstyvhet. De två sistnämnda parametrarna presenteras som den relativa minskningen jämfört med prov uttaget alldeles intill det pressade för att minimera effekten av variationer i banan. Eftersom Parker Print ytråhet (17) värderar luftflödet längs en spalt mot kartonger i kubikrotskala betyder högre värden lägre ytjämnhet och vice versa.

Resultat

Temperaturens effekt

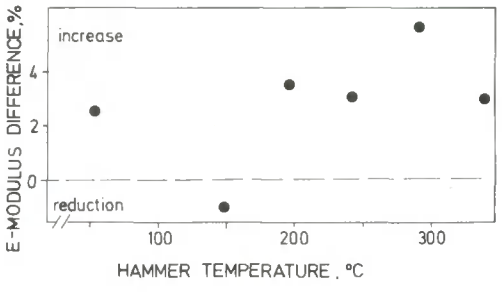
Figur 3 visar utveckling av glans och ytjämnhet samt minskningen i tjocklek och böjstyvhet för en 260 g/m^2 5-skikts blekt sulfatkartong dubbelbestruken med vardera 9 g/m^2 smet baserad på styren-butadien latex och lera. Kartongen är uttagen efter bestrykning och maskinkalandrering men före hetkalander och borstning. Proven höll vid försöken 7 % fukthalt och 20°C. I figuren redovisas resultat av både stål-kartong-stål nyp och stål-kartong-gummi nyp för standardpulsen given i Figurerna 2 och 7.



Figur 3 Temperaturens effekt vid standardpressnypet på 75° glans, på ytjämnhet och på tjockleks- och styvhetsförlust. Trianglar avser stål-kartong-stål nyp och ringar stål-kartong-gummi nyp, allt för 260 g/m^2 bestruken och maskinglättad blekt sulfatkartong med ursprungligen 19 % glans och 2,6 µm PPS, Parker Print Surf. ytråhet. Ju lägre PPS-värden, desto jämnare kartong.

Det framgår att maximal glans och ytjämnhet erhålls när hammarens yta är 250 till 300°C. Förlusten i tjocklek ökar något med ökad temperatur till ett maximum i detta temperaturområde medan styvhetsminskningen förefaller oberoende av temperaturen eventuellt med ett minimum vid 250 till 300°C; se även fig 5.

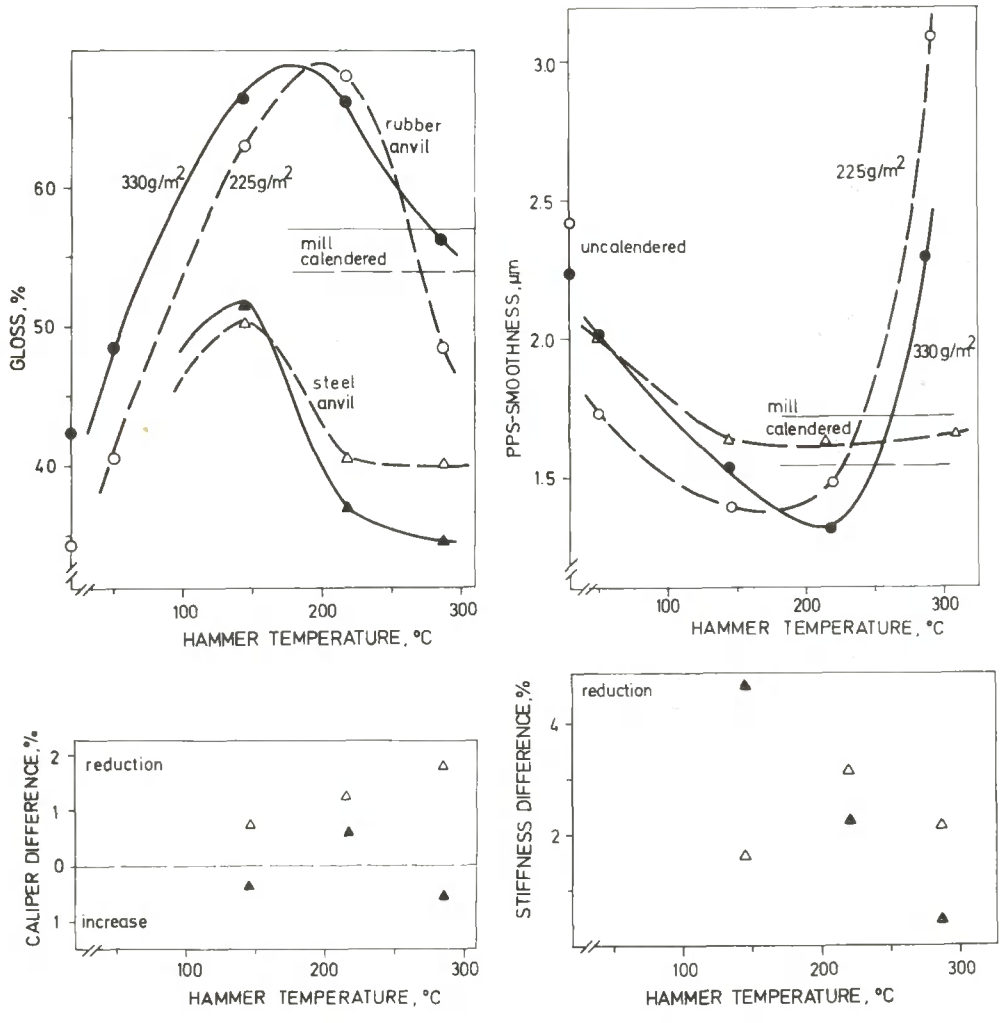
Böjstyvheten är produkten av E-modulen - elasticitetsmodulen - och tvärsnittets tröghetsmoment där tröghetsmomentet är proportionellt mot tjockleken i kubik. För ett homogent material av en viss ytvikt är E-modulen proportionell mot densiteten och därmed omvänt proportionell mot tjockleken. Därför är styvheten i det här fallet proportionell mot tjockleken i kvadrat. Enligt derivatan skall då en mycket liten relativ minskning i tjocklek orsaka en dubbelt så stor relativ minskning i böjstyvhet. Men figur 2 och därpå följande figurer visar en relativ minskning i styvhet som är lägre än denna dubbla tjockleksminskning i området med hög kalandertemperatur. Detta tyder på en stark återbindning i det heta ytskiktet, varigenom en avsevärt högre E-modul kompenserar för en del av förlusten i tröghetsmoment. Ökningen av E-modulen räknad över hela tjockleken exemplifieras i figur 4, medan ökningen i ytskiktet väntas vara avsevärt större.



Figur 4 Den genomsnittliga elasticitetsmodulens beroende av presstemperaturen för materialet i figur 3. E-modulen ökar, särskilt i det högre temperaturområdet. I det komprimerade ytskiktet ökar E-modulen avsevärt mer.

Data för blekt sulfatkartong av två tjocklekar från en annan fabrik visas i Figur 5. Här erhölls maximal glans och ytjämnhet redan vid temperaturer under 200°C. Vid försöken började vid hammartemperaturer över 150°C bestrykningen fastna på den heta ytan vilket ledde till reducerad ytjämnhet och glans. Detta fenomen

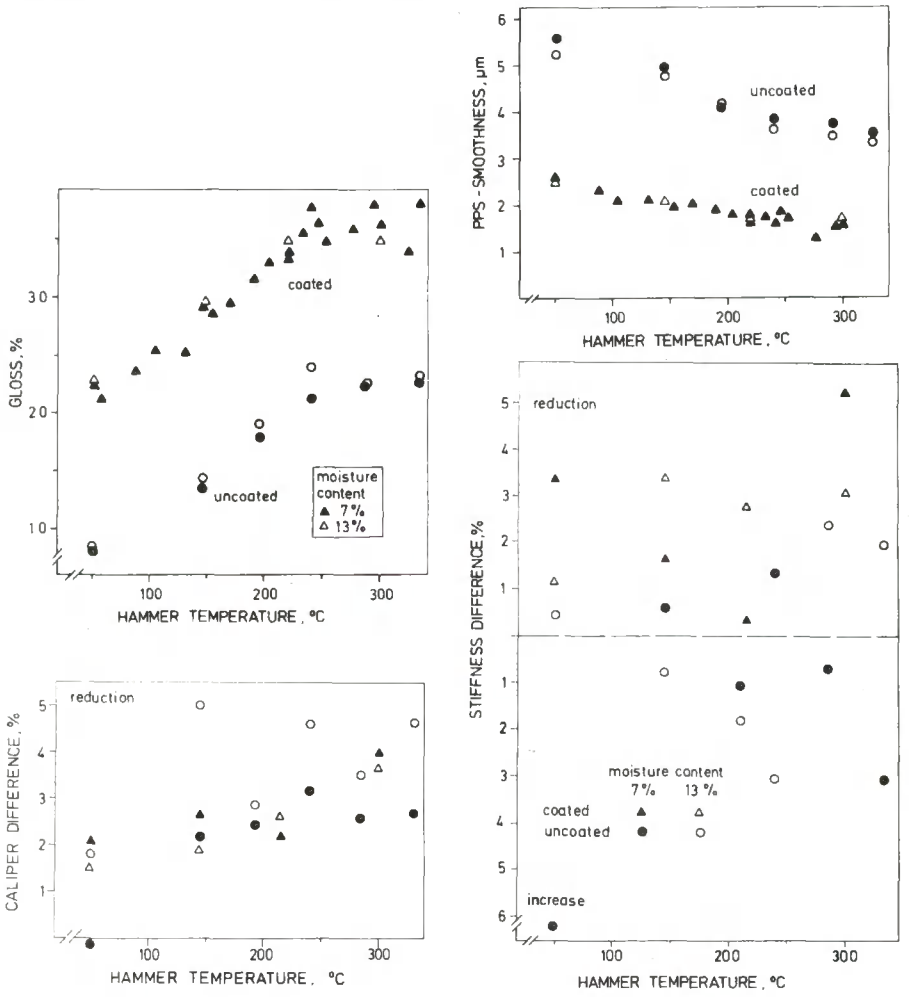
påverkar inte böjstyvheten som reducerades med endast ca 1,5 % vid 300°C. För denna kartong var skillnaden mellan de olika nypen större än för kartongen i fig 3. Det indikerar att skjuvkrafterna har större effekt på orientering av lerpartiklarna här än på standardkartongen.



Figur 5 *Effekten av presstemperaturen med standardpulsen på två ytvikter av en annan kartong av blekt sulfat. Samma kartong har hetkalandrerats i fabrik med angivna resultat. Data före hetkalandrering ges på vänstra ordinaten. Trianglar används för stål-kartong-stål nyp och ringar för stål-kartong-gummi nyp. Heldragna linjer och fyllda punkter motsvarar ytvikten 330 g/m². Streckade linjer och öppna punkter motsvarar 225 g/m².*

Effekt av fukthalt och bestrykning

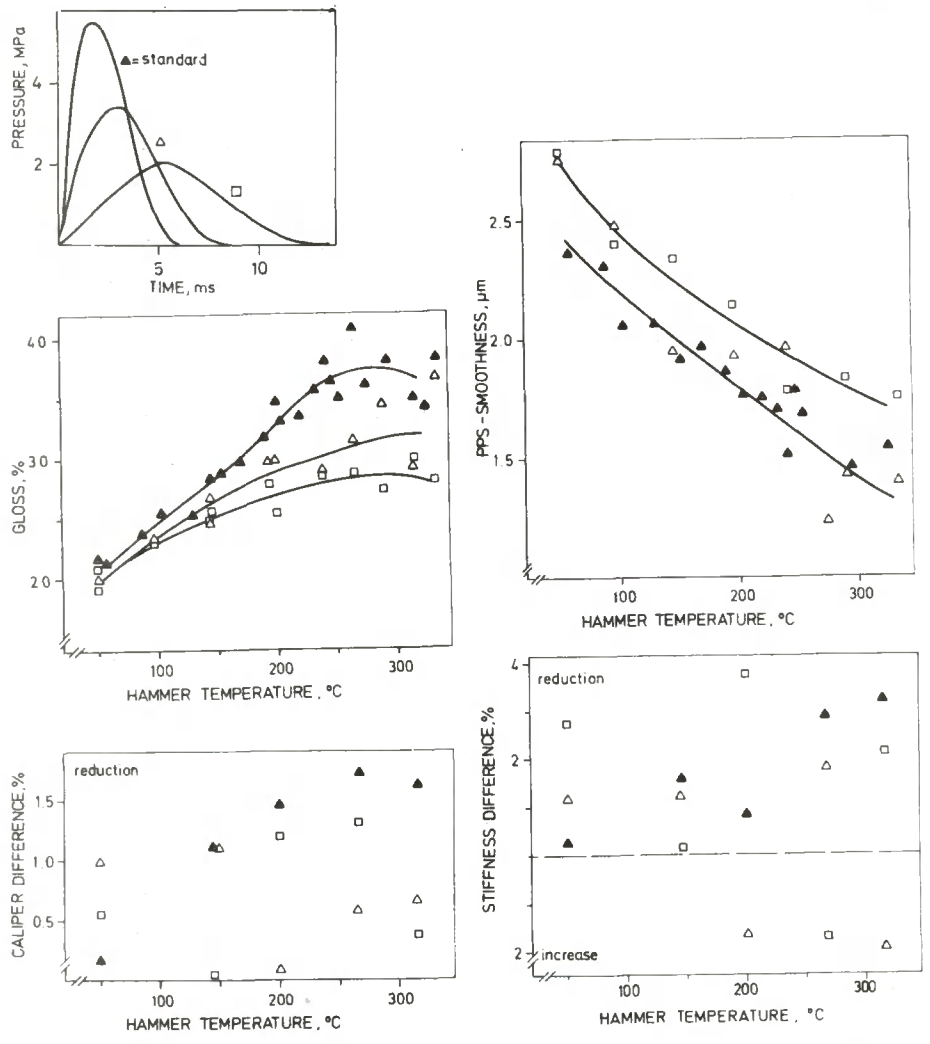
I Figur 6 jämförs effekten av kartongens fukthalt vid 7 och 13 % för såväl bestruken som obestruken standardkartong. Inom det här använda fuktområdet förelåg ingen signifikant effekt av fukthalten. Såväl för obestruken som för bestruken kartong ligger maximal glans och ytjämnhet i området 250 - 300°C. Själva bestrykningsskiktet är således inte den avgörande faktorn för hetkalandreringseffekten, men kan givetvis bidra i olika sammanhang.



Figur 6 Inverkan av kartongens fukthalt vid standardpresspulsen i ett stål-kartong-stål nyp för bestruken och obestruken kartong av blekt sulfat, beskriven i figur 3. Ökning av fukthalten från 7 till 13 % har tydligen ringa effekt på glans och ytjämnhetsutvecklingen. Hög kalandertemperatur har samma positiva effekt för bestruken som obestruken kartong. Fyllda symboler motsvarar 7 % fukthalt och öppna symboler 13 % fukthalt. Ringar motsvarar obestruken och trianglar bestruken kartong.

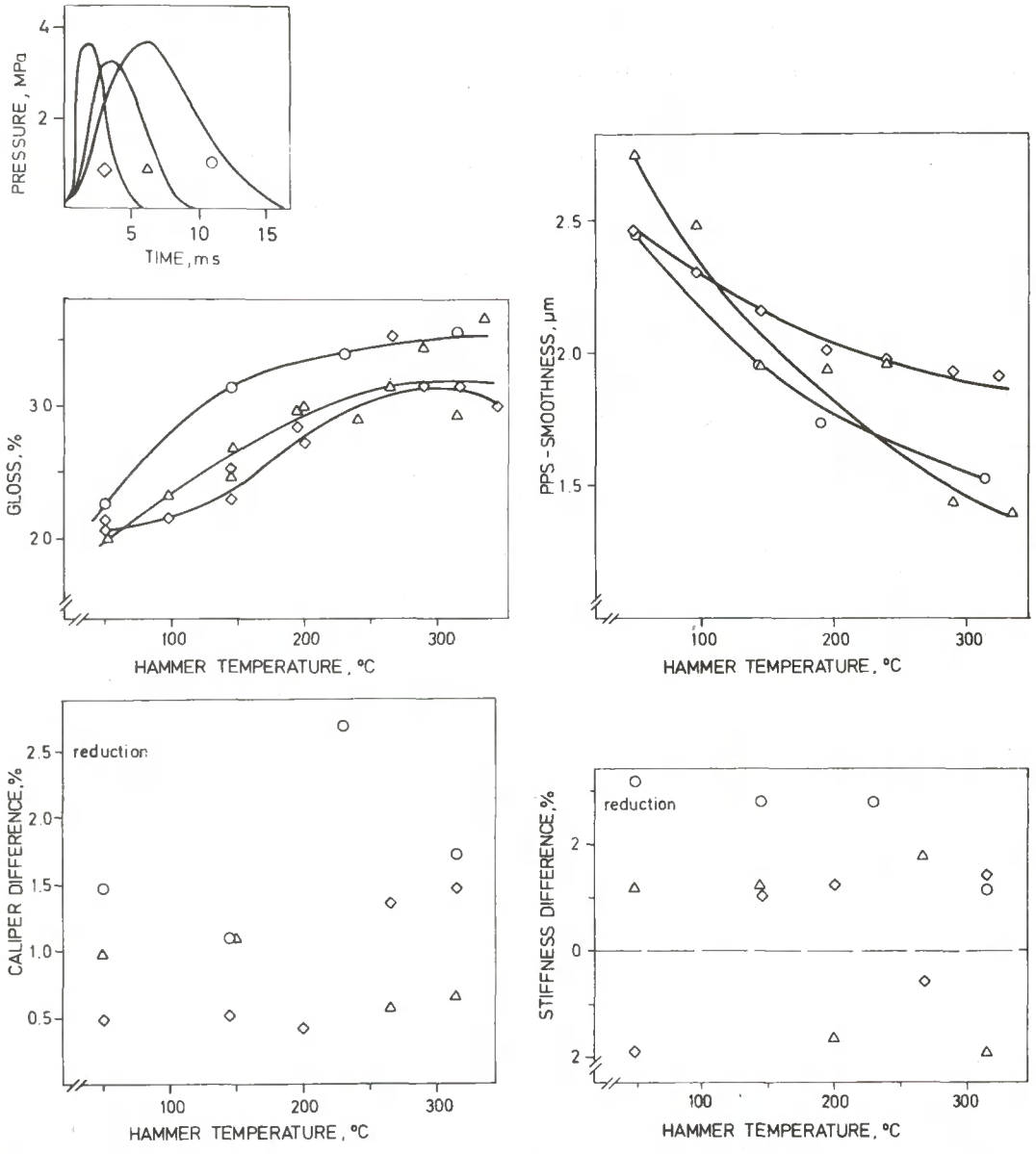
Effekten av presspulsen

Figur 7 jämför tre presspulser med lika impuls, dvs med lika linjetryck vid en given maskinhastighet, här t ex linjetrycket 71 kNm vid 300 m/min maskinhastighet. De olika pulserna kan motsvara olika mjukhet respektive tjocklek hos gummiskiktet på anpressvalsen, för att åstadkomma olika nyptider vid en viss maskinhastighet. Det förefaller som om vid lika linjetryck den tidsmässigt kortaste presspulsen och därmed högsta maximala tryck utvecklar bästa glans och ytjämnhet. Tjockleken minskar något mera med ett sådant hårt nyp, med utan signifikant effekt på böjstyvheten. Dessutom har temperaturen sin största effekt vid den hårda presspulsen. Alla data avser pressning i stål-kartong-stål nyp.



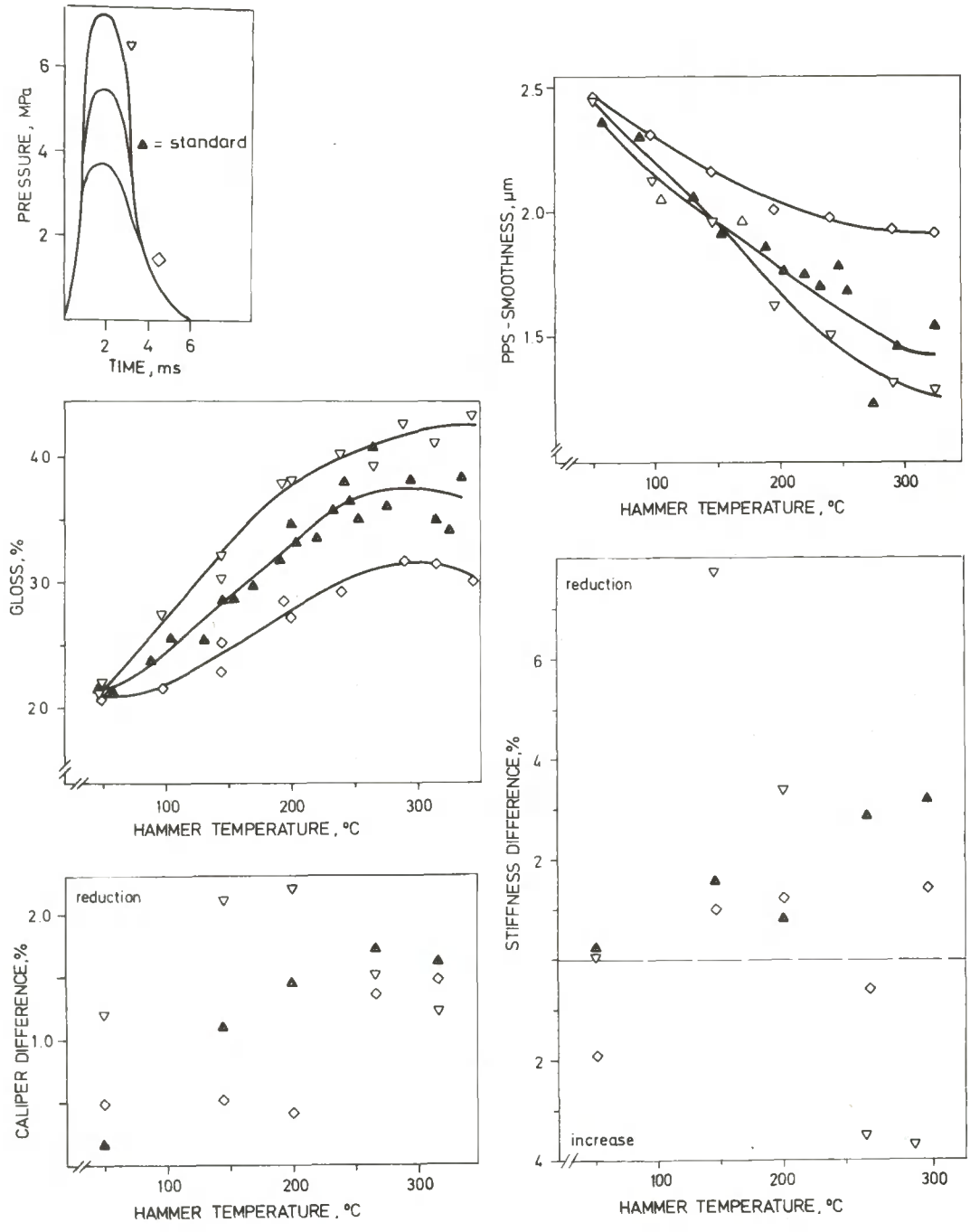
Figur 7 Effekt av olika presspulser vid samma pressimpuls, här motsvarande 71 kN/m linjetryck vid 300 m/min över temperaturområdet. Avser standardkartongen i figur 3 och stål-kartong-stål nyp. Standardpulsen från figur 2 är inkluderad. Det framgår klart att ett hårt nyp är fördelaktigare än ett mjukt.

Med samma nyp visar Figur 8 effekten av nyptid vid lika maximaltryck, dvs effekten av en förlängning av nypet från 2,5 till 7,5 cm vid 300 m/min. Denna förlängning vid lika maximaltryck kan åstadkommas genom att använda mjukare gummiskikt i anpressvalsen och samtidigt höja linjetrycket. En sådan förlängning leder till en förbättring av glans och ytjämnhet.



Figur 8 Effekten av pulstid vid konstant maxtryck över temperaturområdet för standardkartongen i figur 3 med stål-kartong-stål nyp. För att öka pulstiden från 5,5 ms till 16 ms och bibehålla maximaltrycket, behövs vid 300 m/min maskinhastighet en ökning av linjetrycket från 71 kN/m till 150 kN/m. Presspulstider över 9 ms har mycket liten ytterligare inverkan på ytjämnheten men negativ inverkan på styvheten.

Men som framgår av Figur 9 är denna effekt mindre än om det ökade linjetrycket i stället används till att endast höja maximaltrycket.



Figur 9 Effekten av maxpresstrycket vid lika presspulstid för ett stål-kartong-stål nyp på kartongen i figur 3. Högre maximaltryck kräver högre linjetryck , t ex vid 300 m/min från 71 kN/m för standardpulsen till 94 kN/m för pulsen med högsta trycket. Effekten av denna ökning av maxtrycket till 7 MPa är påtaglig för utveckling av glans och ytjämnhet, medan motsvarande effekt på böjstyvheten ej kan utläsas.

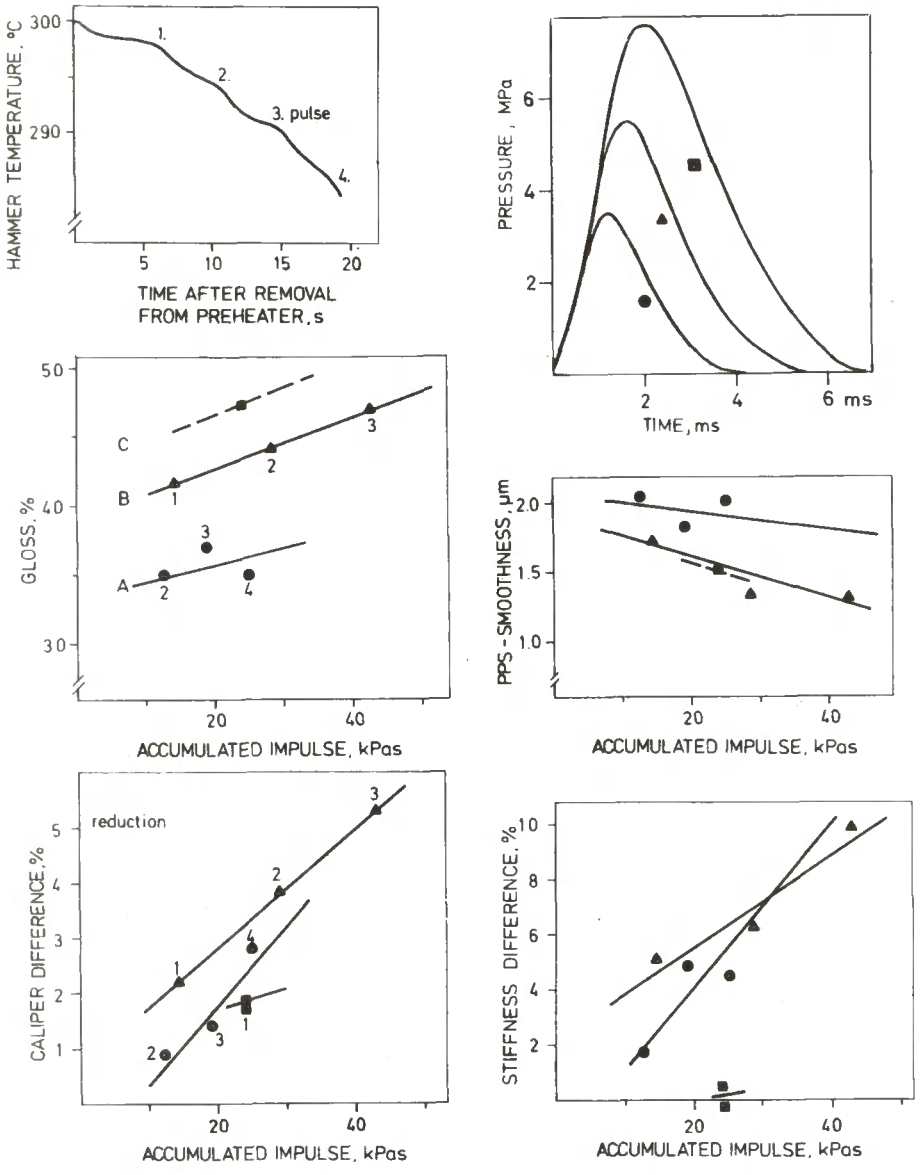
Tjockleken minskar mer med ökat maximaltryck, men bara vid de lägre temperaturerna, inte i det optimala temperaturområdet. Detsamma gäller för böjstyvhet. Faktiskt leder det högsta maximaltrycket i optimala temperaturområdet till en ökning i böjstyvhet som är signifikant vid 90 % konfidensintervall. Det beror på att vid 250 till 300°C återbindningen i det upphettade ytskiktet blir påtaglig nog för att kompensera effekten av minskad tjocklek.

Effekt av upprepade pulser

Några presspulser applicerades flera gånger på samma provyta. Den förvärmda hammaren användes utan återuppvärmning till dessa upprepade nyp. Figur 10 visar att dess temperaturfall för varje presspuls är ca 3°C. Tre olika presspulser har använts och resultaten är redovisade som funktion av den totala impulsen dvs av totalt linjetryck summerat över dessa pressnyp. Det framgår att om tillräckligt linjetryck inte kan nås med ett nyp är flera nyp i serie nyttiga för glans och ytjämnhet. Det är dock bättre med ett enda nyp med högt tryck än flera nyp i serie med lägre tryck om man jämför vid lika total impuls, dvs vid lika totalt linjetryck vid en given maskinhastighet. Figuren visar också att ett enda nyp med högt tryck ger lägre förlust i tjocklek och böjstyvhet.

Kombinerad effekt av hetkalandrering och borstning

Glansen kan förbättras genom borstning av bestruken kartong. Här har hetkalandrering i pressimulator kombinerats med borstning i en laboratorieborstanordning. Tabell 1 visar utvecklingen av glans och ytjämnhet. Vid utveckling av glans är effekten av borstning och hetkalandrering i stort sett additiva oavsett i vilken ordningsföljd de företogs. För utveckling av ytjämnhet har borstning nästan ingen effekt. Detta är av allmänt intresse såtillvida att man i USA oftast använder endast hetkalandrering medan man i Europa ofta endast borstar kartong. För det mesta är ytjämnhet viktigare för tryckbarheten medan glans har intresse endast i ett fåtal applikationer.



Figur 10 *Överst till vänster visas hur temperaturen hos press-hammaren sjunker under fyra upprepade pulser när hammaren inte termostateras dessemellan. Starttemperaturen är 300°C och förlusterna accepterbara i försöken. Tre pulser, överst till höger, anbringades upp till fyra gånger på samma prov. Kartongen är samma som i figur 3 och nypet är av stål-kartong-stål typ. Resultaten presenteras som funktion av sammanlagd impuls, summerad över använda nyp, och därmed av sammanlagt linjetryck. Vid 300 m/min i maskinhastighet motsvarar impulsen 10 kPa · s ett linjetryck av 50 kN/m. Siffrorna i figurerna visar antalet anbringade pressnyp.*

Tabell 1. Kombinerad effekt av borstning och hetkalandrering

	75° glans, %	ytråhet PPS, µm
obehandlad bestruken kartong	19	3,0
endast hetkalandrerad	46	1,6
endast borstad	52	2,8
borstad + hetkalandrerad	70	1,6
hetkalandrerad + borstad	70	1,6
effekten uppnådd av:		
endast hetkalandrering	+ 28	- 1,4
endast borstning	+ 33	- 0,2
borstning av kalandrerade prov	+ 24	0,0
kalandrering av borstade prov	+ 18	- 1,2

Pressimulatorns användbarhet för utvärdering av hetkalandrering

Tabell 2 ger standardavvikelserna vid mätningarna, utförda enligt avsnittet experimentell ansats nedan. Dessutom upprepas i Figur 11 data från figur 2 med medelvärdets 90-procentiga konfidensintervall vid det i tabell 2 angivna antalet mätningar.

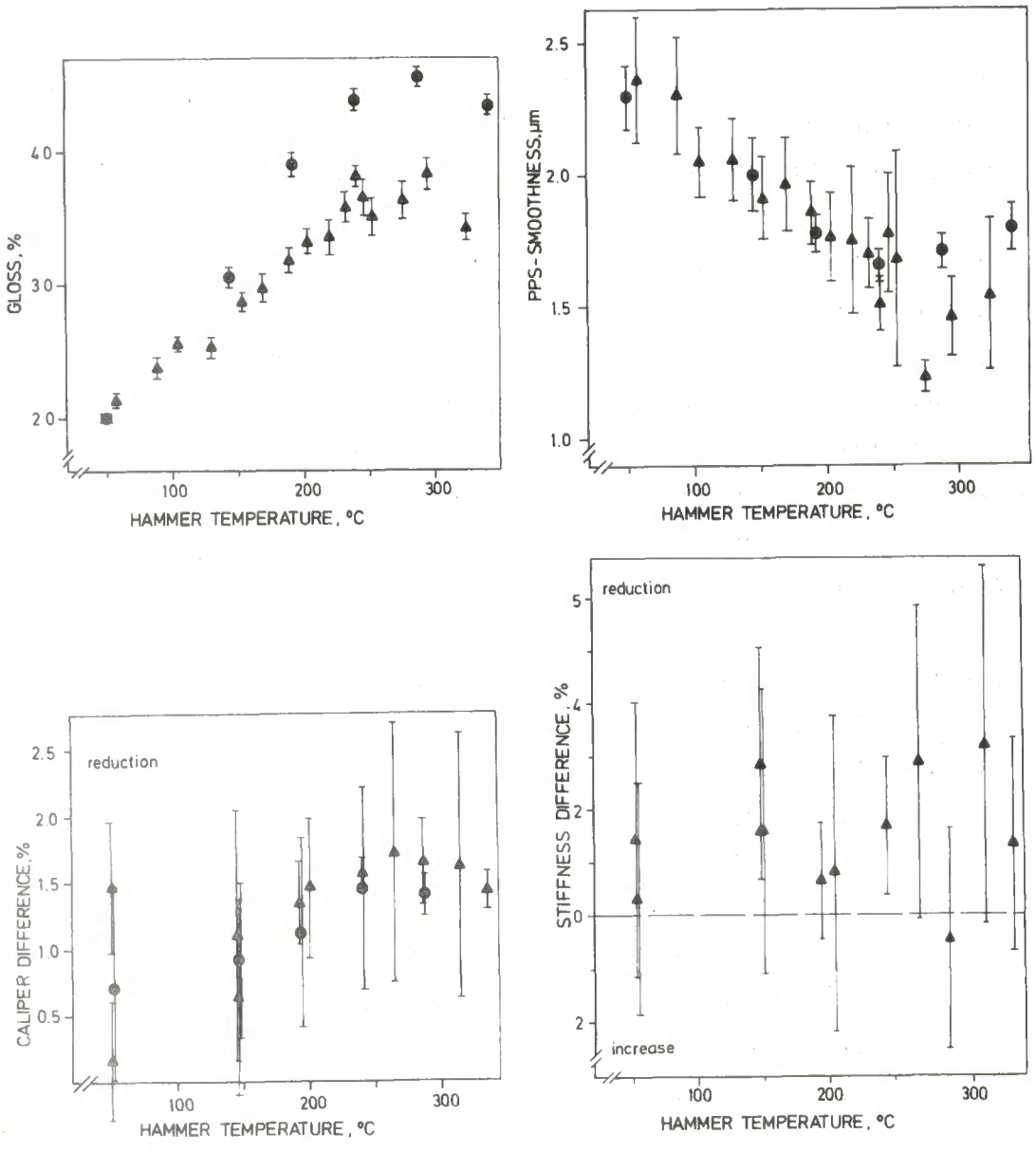
Tabell 2. Reproducerbarhet av uppmätta egenskaper efter ett stål-kartong-stål nyp.

		standard-avvikelse x)	variations-koefficient x)	90 % konfidens-intervall för medelvärdet	antal prov
75° glans	%	2,9 ± 1,2	9,0 ± 2,7	1,0	24
PPS-ytråhet	µm	0,15 ± 0,06	8,2 ± 4,0	0,2	4
tjockleksminskning	%	1,0 ± 0,3	300	0,8	6
styvhetsminskning	%	4,1 ± 1,0	600	3,4	6

x) med dess standardavvikelse

Styvhetsförlusten är beräknad som skillnaden mellan styvheten för pressad och opressad provyta i remsor uttagna på bara ett par centimeters avstånd från varandra. Trots detta får medelvärdet hög

standardavvikelse och ett stort 90 % konfidensintervall. Detta är i och för sig naturligt för en differens. En nackdel är att remsorna på grund av pressimulatorns storlek är små. Det gör att flockigheten i kartongen får stor effekt för styvheten. Det skulle vara positivt för mätnoggrannheten om pressimulatorns yta kunde ökas till t ex det dubbla. Då skulle det även bli möjligt att direkt mäta tryckbarheten.



Figur 11 *Några data från figur 3 med 90 % konfidensintervall för alla temperaturer. Detta visar noggrannheten för erhållna resultat.*

Diskussion

Det framgår i detta arbete att hetkalandrering kan effektiviseras genom att höja kalandertemperaturen över idag brukliga 150 till 180°C. Samtidigt som därigenom glans och ytjämnhet förbättras blir styvhetsförlusten icke större. Resultaten tyder till och med på att en viss minskning av styvhetsförlusten är möjlig. För att kunna utnyttja temperatureffekterna måste dock bindemedlet i bestrykningen ha så hög mjukningstemperatur att det inte klibbar fast på den heta cylindern.

Resultaten tyder på att hetkalandrering vid hög temperatur kombinerar två effekter, som båda utnyttjar mjukningen i ytan av kartongen. Den ena effekten är glansutveckling på grund av skjuvkrafter, som reorienterar främst lerpartiklarna i bestrykningen så de kommer att ligga i kartongens plan (10) och som till mindre del även omflyttar bindemedel över kartongytan (11). Reorienteringen möjliggörs av den termiska mjukningen av bestrykningsbindemedlet. Olika bindemedel med olika mjukningstemperatur kan därför bete sig olika. Denna reorienteringseffekt har sin betydelse främst för utveckling av glans. Ytjämnheten påverkas endast litet. Ett alternativt sätt att nå främst denna reorientering är borstning som även den endast påverkar glansen.

Den andra effekten vid hetkalandrering är en kompression i det översta kartongskiktet, där tjockleksvariationer på grund av flockar i kartongen gör sig märkbara. Efter kompressionen av ytskiktet återbinds det komprimerade materialet och tjockleksvariationer omvandlas i densitetsvariationer innan banans temperatur snabbt faller efter pressnypet. Sådan vattenfri fiber-fiber bindning vid hög temperatur mellan två 300°C stålplattor har nyligen beskrivits (12). I ett pressnyp, dvs under tryck, kan kartongens ytskikt behålla en del av sitt vatten upp till temperaturer på 200 - 300°C (13) medan en del vatten vandrar in i kartongens inre skikt. När trycket släpper sjunker temperaturen snabbt under 100°C i toppskiktet genom avdunstning. I och med den snabba avkylningen stelnar ytan i den komprimerade formen. Denna process har således vissa likheter med korrugering av fluting. Densifieringen av

ytskiktet kunde observeras i mikroskop. Således ändras vid hetkalandrering ursprungliga ytviktvariationer som föreligger som tjockleksvariationer till motsvarande densitetsvariationer. Eftersom tjockleksvariationerna minskar, utvecklas glans på detta sätt även för obestruken kartong. Återbindningen blir avhängig av temperaturgradienterna och deras tidsberoende. Nyligen publicearde arbeten (14) (15) kan möjliggöra beräkning av temperaturprofiler för att bättre förutse effekten.

Med hög temperatur på kalandercylindern kan optimal glans och ytjämnhet erhållas med ett rimligt linjetryck, t ex 100 kN/m vid 300 m/min. Detta linjetryck skall helst appliceras i ett enda pressnyp med högsta möjliga maxtryck, dvs kortast möjliga nypbredd. Pressnyp över 5 ms, dvs över 2,5 cm vid 300 m/min, har liten positiv effekt vid konstant maxtryck. Det förefaller som om högt maxtryck inte har någon negativ effekt för böjstyvheten, medan kombinationen med längre nypbredd ökar böjstyvhetsförlusten. Således bör bästa resultatet nås med en anpressvals med liten diameter och hård yta.

Eftersträvas maximal glans kan det vara värdefullt att borsta kartongen, även när en hetkalander med högt anpresstryck används för att optimera ytjämnheten.

Den använda laboratorieutrustningen har goda möjligheter att användas för vidare studier av parametrar som påverkar hetkalandrering.

Experimentella detaljer

Den använda pressimulatorn består i princip av en hammare och ett städ, med vilken presspulser med ett stort intervall av maxtryck och presstider kan genereras (9). I hammaren kan en rostfri polerad 15 mm tjock platta med 70 mm diameter infästas i två 3 mm breda och 4 mm djupa spår i plattans sidor. Plattan förvärms på en elektrisk platta och förflyttningen från uppvärmningsanordning till hammare tar ca en sekund. Vid förflyttningen sjunker temperaturen något, vilket uppvägs av högre termostateringstemperatur.

Efter varje enstaka presspuls uppvärmdes plattan ånyo. Vid försöken med upprepade nyp på samma prov användes samma platta utan återtermostatering och temperaturförlusten vid varje puls visas i figur 10. För att skapa pulser med rätt nyptid användes buffertar av naturgummi, här med 90 Pusey & Jones hårdhet med en diameter på 70 eller 110 mm, vars tjocklek varierades. Efter ett större antal pulser ändras gummits egenskaper och presspulsen måste omkalibreras eller gummibufferten bytas. Presspulsen, dvs presstryckets tidsberoende, mättes med en kraftgivare under städet. Signalen därifrån registrerades av en transient recorder av märket Biomation 1010 med en upplösningsförmåga av 0,001 ms. När städet av mättekniska skäl byggdes upp på två olika sätt, som visas i figur 2, var den registrerade presspulsen trots detta densamma.

Laboratorieutrustningen för borstning (16) av små prover bestod av en tagelborste med 100 mm diameter som roterade 450 v/min. Provet borstades fyra gånger i en 37 mm bred borstzon med 120 m/min differenshastighet. Standardkartongen var fabrikstillverkad 260 g/m^2 blekt sulfatkartong, bestruken och maskinglättad. Slumpvis utvalda prover, 30 x 20 cm stora, användes. Obehandlad standardkartong hade en 75^o glans av 19 % och en ytjämnhet av 2,6 µm PPS (Parker Print Surf.). Samma maskinglättade kartong, men obestruken, undersöktes också. Kartongen i figur 5 är från en annan fabrik och likaså en maskinglättad blekt sulfat, men bestruken med annan smet.

Vid varje temperatur utfördes åtta pressförsök. Alla prover utvärderades med avseende på glans. På fyra prover mättes PPS-ytjämnhet, som är förstörande, och på övriga böjstyvhet. Glansen mättes som 75^o Hunter-lab i maskinriktningen med två mätpunkter om 2 cm^2 på varje pressat prov. Ytjämnhet mättes som Parker Print Surf. (17) (18) med mjukt stöd och 0,63 mvp mättryck. Eftersom denna metod mäter luftflödet med en kubikrotskala som omräknas till ett ytjämnhetsvärde, motsvarar höga mätvärden en ojämn yta och låga värden jämn yta.

Styvheten mättes som trepunkts böjstyvhet på tre 15 x 50 mm remsor per prov i maskinriktningen. Från kartongen strax intill pressprovet togs två likadana remsor för att jämföra pressad kartong med opressad. Remsorna böjdes med 10 mm/min i en Instron eller Alwetron universaldragprovare vid 40 mm stödavstånd. Före böjprovningen mättes tjockleken hos remsorna med noggrannheten 0,001 mm.

Tackord

Ett tack till Mats Tufvesson för skickligt experimentellt arbete i en del av denna undersökning.

REFERENSER

1. Krenkel, B. Wochenbl. Papierf., 104(4):129, (1976).

2. Krenkel, B. Wochenbl. Papierf. 104(17):621, (1976).

3. Krenkel, B. Wochenbl. Papierf., 105(11/12):431, (1977).

4. Jackson, M. och Gavelin, G., Svensk Papperstidn. 69(5):131, (1966).

5. Münch, E., Schlunke, J., och Schmitz, W., Wochenbl. Papierf., 106 (16):621, (1978).

6. Schmidt, S. och Kirbis, R. Paper 194 (Aug.4):26, (1980).

7. Johansson, F. och Back, E.L., Medd. Wallboardind., Centrallab. 44B, (1968).

8. Johansson, F. och Back, E.L., ej publicerad.

9. Wahren, D. och Zotterman, C. Paper Trade J., 162,(Aug.15):37, (1978).

10. Dench, I.D. och Gleeson, G.L. Tappi 52:628, (1969).

11. Lepoutre, P. och Means, G. Tappi 61(11):85, (1978).

12. Back, E.L., Wahlström, S. C. och R. Anderson. Tappi 62(3):89, (1979).

13. Back, E.L. och Anderson, R. Svensk Papperstid., 82:35, (1979).

14. Kerekes, R.J., Pulp & Paper Can, Transactions 5:3 TR66-76, (1979).

15. Kerekes, R.J., Tappi 63:9, 137, (1980).

16. Ekman, H. Nordemballage, 45(3):39, (1979).

17. Parker, J.R., Paper Technology, 6(2):126, (1965).

18. Parker, J.R., Tappi 54:943, (1971).

Svenska Träforskningsinstitutet • Swedish Forest Products Research Laboratory

Box 5604 • S-114 86 Stockholm • Telefon 08-22 43 40 • Telex 10880 Woodres

CASLON PRESS 1978