

Papeis com extensibilidade aumentada.

Determinação — Processo de fabricação — Utilização.

Papers with increased extensibility.

Determination — Process of production — Utilisation.

Papiere mit erhöhter Dehnung.

Begriffsbestimmung — Herstellungsverfahren — Verwendungsmöglichkeiten.

Pelo Eng.^o CHRISTIAN WORBS da Escher
Wyss GmbH, Ravensburg, Alemanha
Occidental.

SUMMARY: — Creped extensible papers have been produced for many decades. Since 1958, the so-called "Clupak" paper has been produced and converted in an increasing measure.

For the time being, there is no summarising publication about this theme: the following article wishes to close this gap.

AUSZUG: — Gekreppte Papiere mit erhöhter Dehnung werden schon seit vielen Jahrzehnten hergestellt. Seit 1958 wird das sogenannte "Clupak"-Papier in stets zunehmendem Umfang erzeugt und verarbeitet. In der Fachliteratur gibt es jedoch keine zusammenfassende Darstellung zu diesem Thema; diese Lücke soll durch den vorliegenden Aufsatz geschlossen werden.

1 — INTRODUÇÃO

Papéis-crepon extensíveis têm sido produzidos há muitas décadas. Desde 1958, produz-se e utiliza-se cada vez mais o papel do tipo "Clupak". Na literatura do ramo, até agora não havia publicação completa sobre este assunto: o seguinte artigo tem a finalidade de preencher esta lacuna.

2. — DETERMINAÇÃO

2.1. — A CAPACIDADE DE TRABALHO DA FOLHA DE PAPEL.

Para melhor determinação dos papéis, principalmente dos papéis para fins de embalagem, o conceito de "capacidade de trabalho" ganha cada vez maior importância.

A capacidade de trabalho, também chamada de resistência à tração, é uma medida da capacidade do papel para receber energia. Também aqui se mede a carga de ruptura e a dilatação da fita de medição: porém, durante o processo de medi-

ção, registra-se tanto a força de tração que age sobre a fita, como o grau de dilatação até a ruptura, numa fita registradora como diagrama de tensão e dilatação. A superfície limitada pela curva desenhada e pela abscissa representa neste diagrama de tempo e distância o trabalho durante o processo de ruptura e é utilizada como medida da energia recebida pela fita de papel durante o processo de medição. Em geral, usa-se para a medição um medidor da resistência à tração com dispositivo para escrever.

Também foram desenvolvidos dispositivos mais simples que não registram curvas, mas indicam a recepção de energia com valor numérico. Entretanto, é possível comparar os valores obtidos pelos diversos medidores.

A aptidão de várias características do papel, como por exemplo resistência à tração, extensibilidade, resistência à ruptura e capacidade de trabalho, para a determinação do valor de papéis para sacos de embalagem e dos próprios sacos de embalagem é descrita detalhadamente num artigo de Bulgstaller e Krauss, publicado em 1955 na revista alemã "Das Papier".

As vantagens da medição da capacidade de trabalho ficaram tão evidentes nesse artigo como nas investigações posteriores feitas por McKee Whitsitt nos Estados Unidos e de um novo estudo alemão feito por Penskofer.

2.2. — INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS DO PAPEL SOBRE A MEDIÇÃO

Na determinação da extensibilidade e da resistência do papel temos que tomar em consideração que os valores de medição são influenciados pelas seguintes características do papel:

a) UMIDADE: — Fibras de plantas podem pegar e soltar umidade, mesmo sendo fixadas na folha de papel. A elasticidade e a plasticidade das fibras e, portanto, da folha de papel alteram-se pela alteração da umidade.

Por exemplo, com o aumento do conteúdo de umidade aumenta também o alongamento à ruptura: entretanto, diminui a carga de ruptura. No continente europeu, as medições são geralmente feitas numa umidade de ar relativa de 65%. A TAPPI, porém, indica 50% para as medições.

Na comparação dos resultados de medições feitas em diversos países temos que considerar, portanto, as respectivas umidades de ar relativas.

b) ORIENTAÇÃO DE RESISTÊNCIA: — A resistência e a extensibilidade do papel feito à máquina não são as mesmas na direção longitudinal (= direção do fluxo) e na direção transversal.

Estas diferenças têm por causa a posição das fibras na formação da folha e os esforços mecânicos na máquina de papel, como por exemplo no processo de impressão, pela tração no fluxo, bem como na secagem.

3 — PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

3.1. — EXPLICAÇÕES GERAIS.

Depois da formação da folha, o fluxo de papel sofre alterações da resistência na drenagem por meio de vácuos e prensas, durante a secagem pela adesão das fibras e no processo de alisamento, novamente por pressão e fricção. A direção principal das forças que age sobre o fluxo é vertical à superfície da folha. Ao mesmo tempo, porém, também há forças que agem no fluxo no sentido longitudinal. Estas forças, que podem ser forças de tração ou forças de pressão, aumentam a extensibilidade do fluxo acabado.

As forças de tração sobre o fluxo num conteúdo seco de menos de 60% estendem o fluxo no sentido longitudinal. Esta extensão longitudinal causa uma contração transversal. Num conteúdo seco de mais de 60%, a maior parte da água livre já deve ter sido afastada. Na camada fina d'água que fica entre as fibras, ocorrem grandes tensões superficiais que aproximam as fibras uma à outra. Conforme uns, essa contração do fluxo ocorre num conteúdo seco de 85 a 90% conforme outros, de 70 a 90%. Campbell publicou um método de cálculo dessas tensões de superfície e mencionou forças de 5, 4 a 38 kp/cm², de acordo com o tamanho das fibras. A contração do papel ocorre tanto no sentido longitu-

dinal como no transversal: entretanto, a contração longitudinal é compensada pela extensão do fluxo.

Em soma, o fluxo fica alongado: em consequência, o alongamento à ruptura diminui muito mas a resistência à ruptura longitudinal aumenta. As relações entre contração, extensibilidade e resistência foram bem explicadas por Brecht. A influência da composição do material e da moagem sobre a contração é bem conhecida.

A subdivisão da parte de secagem em grupos de acionamento é feita de acordo com a contração.

Na comparação dos dados de papéis kraft normais dos Estados Unidos e da Europa verifica-se muitas vezes que a contração transversal dos papéis europeus é maior. De uma parte, isso pode ser devido às diferenças nas matérias-primas, mas principalmente à construção diferente das partes da secagem (por exemplo, também no caso das máquinas de papel para sacos), para influenciar favoravelmente a extensibilidade transversal: nos Estados Unidos, porém, mesmo partes de secagem muito grandes ficam subdivididas em só 3 grupos de acionamento, e a extensibilidade transversal diminui de acordo.

Vamos voltar, porém, ao nosso assunto original, que é o aumento da extensibilidade. As forças de pressão longitudinais acima mencionadas são utilizadas na fabricação de papeis com maior extensibilidade nos dois processos mais usados, ou sejam:

- a) no processo de crepon já conhecido;
- b) no processo de recalque chamado de método "Clupak", usado há mais ou menos dez anos.

Neste processo de recalque, há grandes forças normais que agem sobre o fluxo verticalmente à superfície da folha.

3.2. — PAPÉIS-CREPON.

A fabricação de papeis-crepon começou há muitas décadas. Sua "descoberta" pode ter acontecido numa tentativa de limpar um rôlo úmido aderido. Da multiplicidade dos processos e das máquinas para fazer crepon que surgiram depois, podemos salientar o processo úmido e o processo seco para fazer crepon, bem como um método combinado, com um processo de crepon e um de estampagem.

O processo úmido é feito na última prensa úmida, conhecida pelo nome de prensa de crepon.

O rôlo superior é um rôlo de crepon duro e possivelmente liso, de aço ou ferro fundido, ao qual o papel adere firme e uniformemente. A raspadeira encostada a este rôlo tira o fluxo, o qual fica recalcado em consequência da sua adesão ao rôlo. Fazem-se dobras transversais à largura do fluxo. O grau de crepon é determinado por uma tira de papel que conduz o fluxo através de um cilindro ao secador que segue. Este secador é geralmente muito mais aquecido do que o primeiro. Pela secagem rápida alcança-se a formação do crepon de modo que a superfície ondulada que caracteriza o papel-crepon fica firme e não pode mais ser esticada na secagem posterior.

A prensa de crepon tem que ser construída com muita exatidão. O rôlo de aço tem que ser

muito bem polido para ser liso. A dureza do revestimento de borracha tem que ser uniforme. O abaulamento tem que ser extremamente correto.

Todos os róis têm que ser fabricados e montados com a maior exatidão. O acionamento da máquina tem que ser montado de tal maneira que os grupos que seguem à instalação de crepon possam correr com o retardamento correspondente ao grau de crepon.

O processo seco de crepon é uma combinação de contração por raspadeira e tração do grupo de acionamento que segue.

Contrário ao crepon úmido, cujo conteúdo seco é de m/m 30 a 35% no processo, o crepon seco é tirado depois da secagem sobre um cilindro alisador, ao qual o fluxo úmido fica quase colado por um rôlo de pressão, com o conteúdo seco de 90 a 95% de acordo com o produto.

Para a pressão linear uniforme vale o mesmo que já foi dito sobre a prensa de crepon úmido. O abaulamento adequado do rôlo de pressão é indispensável. Também é necessário o polimento sob pressão de vapor dos cilindros alisadores com alta pressão de vapor.

O conteúdo seco do fluxo depende da possivelmente uniforme passagem de calor pelo cilindro alisador e, assim, da temperatura uniforme da superfície que é de 100 a 115° C. A construção do cilindro e principalmente do desvio de condensado do cilindro cresce em importância com o aumento da velocidade da máquina.

A superfície de cilindros — principalmente no caso de corpos de cilindro fundidos — é tão problemática como a dos róis no crepon úmido: exigem-se grande e uniforme dureza, forma geométrica, uniforme e sem cavidades chatas e poros. Em geral, fazem-se grandes exigências quanto à fundição e ao acabamento. Usam-se ligas duras ou revestimentos finos de aço inox.

As pressões de raspadeira alcançam 90 a 175 Kgs/m, em casos extremos com pressão adicional de mais de 300 Kgs/m. — A adesão do fluxo ao cilindro é melhorado pela adição de substâncias químicas: também o valor pH do material tem muita influência. Sobre a distribuição uniforme longitudinal e transversal da formação da folha, falaremos mais tarde.

Já desde a primeira guerra mundial, papéis sêda foram creponados a seco: desde a década dos 20, conhecem-se os papéis sêda creponados de um lado e hoje são as máquinas automáticas para "algodão" de celulose as máquinas de papel mais rápidas. Esses papéis com baixo peso de superfície não podem mais dispensar o crepon seco.

O método de crepon úmido mais conhecido é o crepon leve que já foi fabricado na Alemanha na década dos 40. Originalmente, o papel — na maioria dos casos para sacos — recebeu na 3ª. prensa uma extensão de 6 a 10%, o que — com carga de ruptura suficiente — deu uma capacidade de trabalho razoável. A velocidade de trabalho era de m/m 200 m/min. Mais tarde, o processo de crepon foi transferido a um cilindro de crepon adicional depois do primeiro cilindro de secagem. Depois desse cilindro, foi ligado uma prensa de estampagem. Esta prensa simples com rôlo de borracha inferior e rôlo superior gravado com sulcos na forma de V na circunferência, cujo

perfil é de filê de rôca, estampa no fluxo sulcos no sentido longitudinal continuamente. A velocidade de trabalho podia ser aumentada para 300 m/min.

Na década dos 50, surgiu nos Estados Unidos o processo "doustress" para papel para sacos. O papel é creponado ao úmido da maneira convencional na última prensa: em seguida, ele é conduzido sobre pré-secadores e depois estampado no sentido longitudinal na chamada "prensa de marcação".

A prensa de estampagem consiste num rôlo de aço gravado e num contra-rôlo elástico com revestimento de borracha, algodão ou papel. O papel recebe uma extensão longitudinal de m/m 10% no máximo e uma capacidade de trabalho que é melhor do que a do papel crepon. Duostress é ainda fabricado numa usina nos Estados Unidos e numa na Itália: entretanto, parece que a firma que tinha registrado o patente passou a fabricar papel kraft Clupak e tampado.

Em princípio, podemos afirmar que os papéis crepon úmidos não são muito econômicos por causa da baixa velocidade de trabalho e da má utilização da superfície de secagem em consequência da estrutura dobrada do fluxo. A estrutura também prejudica a possibilidade de estampagem e o revestimento da superfície. Em geral, a porosidade aumenta muito.

3.3. OUTROS PROCESSOS PARA O AUMENTO DA EXTENSIBILIDADE.

Uma série de processos já registrados ainda não encontraram utilização comercial. Temos que aguardar se um ou outro desses processos será aplicado ou não.

Para o tratamento do papel com substâncias químicas afim de aumentar sua extensibilidade, queremos mencionar dois métodos:

Na década dos 50 foi estudado na Alemanha um tratamento do papel com substâncias higroscópicas, principalmente com cloreto de magnésio. Considerou-se a umidificação por meio de escovas ou de mergulho, bem como um tratamento posterior, como por exemplo numa calandra quente. O processo deveria dar — por exemplo no caso do pergaminho — aumento de extensibilidade de m/m 2% para m/m 6%, com a melhoria simultânea da transparência.

No princípio desta década, faziam-se na Noruega ensaios sobre o tratamento do papel com amoníaco líquido. O fluxo é mergulhado num banho de amoníaco durante 5 a 15 segundos: aí, ele absolve amoníaco. Em seguida, um par de róis exprime a umidade excedente e conduz o fluxo na câmara de evaporação, na qual, entre róis de guia, ele fica exposto a radiadores de calor que fazem evaporar o amoníaco excedente. Indica-se como causa do aumento da extensibilidade no tratamento com amoníaco o fato que as fibras inflam e se contraem, o que causa a contração de toda a folha. Uma passagem única deve dobrar a extensibilidade de papel kraft não branqueado — para m/m a 4% a 7% em cada direção. Teoricamente, isso daria na extensibilidade uma folha aproximadamente isotrópica: entretanto, papéis crepon e papéis Clupak são normalmente anisotrópicos, quer dizer, o aumento da extensibilidade

dá-se principalmente numa só direção, a longitudinal. O utrossim, o processo deve melhorar a resistência à ruptura: a porosidade é dobrada. Tratamentos múltiplos contraíram fluxos de ensaio a um quarto do seu tamanho original. No tratamento de amoníaco, a folha fica mais mole e a superfície obtém uma micro-estrutura um pouco mais áspera do que a do papel kraft normal.

Há outra possibilidade na moagem de alta consistência ou melhor no pré-tratamento do material antes de prepará-lo para melhorar as características físicas do papel. O material é densificado para uma consistência de 30% e preparado em moínhos de alta consistência. Depois segue a diluição e em seguida a moagem costurária. Na máquina de papel trabalha-se então com fluxos possivelmente curtos, sobretudo na secção de secagem. Isso melhoraria a extensibilidade de até 50% no sentido transversal e 10% no sentido longitudinal.

Não é nova a idéia da secagem completamente sem tração, na qual também a contração longitudinal pode ter seu efeito e a extensibilidade transversal melhora. Em 1953 foi pedido na Alemanha o registro de uma patente, na qual o fluxo vindo dos pré-secadores deve ser submetido, com 60 a 80% conteúdo seco, à acelerada secagem à contração por ar quente, aquecimento dielétrico ou radiação infra-vermelha. Com esse processo, o papel poderá ser completamente secado por exemplo sobre um cilindro alisador. O alongamento à ruptura deverá aumentar para 8% no sentido longitudinal e para 12% no sentido transversal.

Uma invenção suêca foi registrada em 1961 e ficou conhecida pelo nome de "Airborne Dryer". Numa certa secção da parte de secagem convencional, os cilindros de secagem são substituídos por um canal secador, pelo qual o papel é transportado para as correntes de ar quente que saem de bocais: esta é, portanto uma secagem oscilante. No fim do canal o fluxo é desviado por rôlos especiais, o que dá várias passagens nas quais o papel fica secado praticamente sem tração. A contração livre leva ao aumento do alongamento à ruptura: naturalmente, a extensibilidade transversal aumenta relativamente mais. A primeira instalação na Suécia trouxe resultados relativamente bons. Entretanto, os custos da instalação são altos, o que justifica mais sua montagem numa construção nova do que numa reforma. Já foi considerada a combinação com uma instalação Clupak, na qual as extensibilidades tanto longitudinal como transversal poderiam ser influenciadas no mesmo grau.

3.4. — PROCESSO CLUPAK

Esse método foi inventado nos Estados Unidos por Sanford L. Cluett, desenvolvido pela West Virginia Pulp & Paper Co. e aplicado comercialmente pela primeira vez 1957. A referida firma e a Firma Cluett & Peabody fundaram em conjunto a firma Clupak Inc., New York, que desde o começo desta década já tem concedido mais de 50 licenças, fora das licenças concedidas às fábricas de maquinário para a construção de instalações em cujas bases também a Escher-Wyss está fabricando instalações Clupak.

Usam-se duas construções diferentes na fa-

bricação de papéis com maior extensibilidade e superfície lisa:

1 — A instalação Clupak com pano de borracha rotativo sem fim que passaremos a chamar de "instalação de pano";

2 — A instalação de dois rôlos, sendo um com revestimento metálico e outro de borracha, que passaremos a chamar de "revestimento de dois rôlos". (Originalmente, esta instalação foi chamada de Prensa Scott-Expand, mas por decisão judiciária agora ela também é licenciada pela Clupak Inc.)

A base de trabalho das duas instalações é aproximadamente a mesma e as características dos produtos são muito parecidas.

3.4.1. A INSTALAÇÃO CLUPAK COM PANO DE BORRACHA É MONTADA NA SECÇÃO DE SECAGEM DA MÁQUINA DE PAPEL

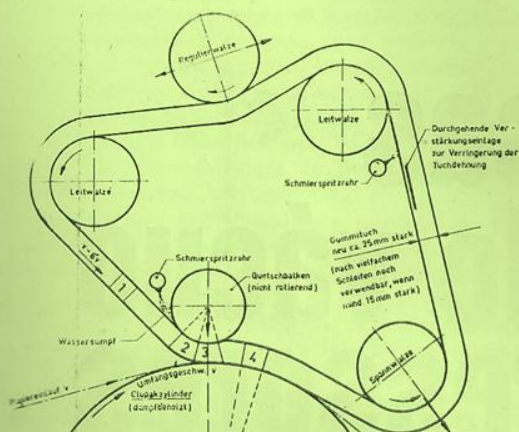
O fluxo de papel passa por um lugar de prensa entre o cilindro aquecido de vapor e o pano de borracha rotativo. O pano de borracha é feito com fita sem fim com a espessura de m/m 25 mm e largura um pouco maior do que a largura útil do papel que entra, de uma qualidade excepcionalmente forte de borracha, com a dureza de m/m 50 durômetros. Ele é munido de um dispositivo para diminuir a extensibilidade do pano.

Pela montagem do dispositivo perto do lado interno do pano, também o eixo neutro do pano vira para dentro. Quando o pano de borracha passa pelo lugar estreito entre o cilindro e a viga de pressão (a distância entre os dois é menor do que a espessura do pano), a parte externa do pano fica acelerada, enquanto que a parte interna continua a correr com a velocidade do pano que é um pouco menor. O processo pode ser comparado com a passagem de um líquido por um bocal Venturi.

Olhando no croquis N.º 1 os setores de pano marcados de 1 a 4, o processo fica mais claro ainda. O setor 1 é plano e corre com a velocidade ($v - \text{zeta} \cdot v$), quer dizer mais devagar do que o fluxo de papel antes da instalação de pano. O setor 2 é deformado pela curvatura da viga de pressão, a velocidade é inalterada por dentro, porém, por fora é acelerada mais ou menos para a velocidade do papel. O estreitamento que segue acelera o pano por fora ainda mais, de modo que no começo do setor 3 ele já alcançou a velocidade v do fluxo de papel, respectivamente da circunferência do cilindro: desta maneira, o fluxo pode entrar sem impedimento entre o pano e o cilindro e passa pelo lugar de pressão. Logo depois da passagem do lugar mais estreito, o pano de borracha começa a desprender-se, quer dizer, encurtar-se e adaptar-se mais uma vez à velocidade original de ($v - \text{zeta} \cdot v$). O papel é recalqueado pelo pano de borracha que se desprende. O pano tem que seguir então a curvatura contrária do cilindro (setor 4), o que causa mais um recalque do fluxo.

No processo de recalque o papel fica exposto a uma grande força longitudinal pelo efeito de fricção do pano: porém, ele desliza na superfície polida do cilindro, na qual se forma uma camada de vapor.

As forças de cisalhamento têm o efeito de forças de recalque, as fibras são empurradas uma



1 — Instalação Clupak com pano de borracha. Apresentação esquemática do funcionamento. Tradução dos dizeres dentro do croquis:

Regulierwalze = rôlo regulador.

Leitwalze = rôlo guia.

Durchgehende Verstärkungseinlage zur Verringerung der Tuchdehnung = refôrço para diminuir a extensibilidade do pano.

Schmierspritzrohr = injetor para lubrificação. Gummituch, neu ca. 25 mm stark (nach vielfachem Schleifen noch verwendbar, wenn mind. 15 stark) = pano de borracha, espessura m/m 25 mm quando novo (depois de muitos polimentos ainda utilizável com a espessura mínima de 15 mm).

Quetschbalken (nicht rotierend) = viga de compressão, não rotativa.

Wassersumpf = água.

Spannwalze = rôlo esticador.

Papiereinlauf = entrada do papel.

Umfangsgeschw. (indigkeits) = velocidade de circunferência

Clupakzylinder (dampfeinheit) = cilindro Clupak, aquecido a vapor.

As outras, parcialmente até uma acima da outra, e ficam curvadas. Sendo que o pano de borracha, que fica sob forças de pressão pela viga e sob forças de tração pela tensão do pano, exerce grandes forças radiais sobre o fluxo do papel, este não tem liberdade de movimento neste sentido. Portanto, a superfície lisa do papel fica mantida, não ocorrendo aumento da superfície como no caso do papel crepon.

AUMENTO DA EXTENSIBILIDADE TRANSVERSAL

Além do aumento da extensibilidade longitudinal, também aumenta a extensibilidade transversal durante o recalque. Isto não é consequência direta do processo. Ao tirar a extensão longitudinal da folha de papel, a extensão transversal fica mantida. É possível que este fenômeno do aumento da extensibilidade transversal é a consequência da tendência do fluxo de estender-se no sentido transversal na ocasião do recalque longitudinal: esta extensão é impedida pelo pano; assim, a força contrária resulta também o recalque transversal.

O cilindro Clupak é aquecido a vapor e é acionado numa temperatura de superfície de 107 a 120° C. Muitos fabricantes de papel Clupak inclinam ao aumento da temperatura do cilindro (este é construído para a pressão de vapor de 9 pressões atmosféricas no máximo). Isso, porém,

diminui muito a durabilidade do pano de borracha sem alcançar um aumento considerável da extensibilidade do papel. Fora da camada de vapor que se forma na superfície tangida pelo papel, também a alta temperatura do cilindro firma rapidamente a maior extensibilidade. Em geral, o cilindro é cromado, o que aumenta a lisura da superfície e impede a ferrugem.

EMULSÃO DE ÓLEO DE SILÍCIO

É muito discutido o uso da emulsão de óleo de silício, aspergida sobre o cilindro. O óleo de silício é misturado num recipiente com água numa proporção de 1:100 e bombeado continuamente aos tubos injetores. Por bocais à pressão faz-se uma fina neblina de aspergimento, a qual se precipita sobre o cilindro. O que sobra, volta à caixa de aspergimento: desta maneira, evitam-se perdas da emulsão. A maioria da água misturada se evapora no cilindro entre a caixa de aspergimento e o influxo do papel, de modo que aí só mais existe uma camada de silício sobre a superfície. Assim sendo, o conteúdo seco não diminui na instalação Clupak no caso da escolha certa da quantidade de silício: também o fluxo de papel absorve muito pouco óleo de silício. Erradamente, muitas vezes considerava-se o processo Clupak um processo químico, ao mencionar-se o uso do óleo de silício. Entretanto, a única tarefa do silício é o aumento da lisura da superfície do cilindro. A firma Escher Wyss geralmente fornece o injetor de óleo de silício junto com as demais instalações, apesar de que maiores pesos de superfície, m/m a partir de 80 g/m², podem ser tratados sem a camada de óleo de silício. Quanto maior o peso de superfície, tanto menor o gasto de óleo de silício. No caso de pesos menores, o óleo de silício melhora o trabalho de qualquer maneira; também a instalação Clupak fica menos sensível à distribuição desigual da umidade no fluxo e a outras irregularidades. Na fabricação de papel Clupak de celulose de bagaço com a adição de celulose Kraft, trabalha-se sempre com silício. Queremos mencionar ainda que não há objeções contra o uso de silício na fabricação de papel para embalagem de produtos alimentícios.

NOVA SUPERFÍCIE DE CILINDRO

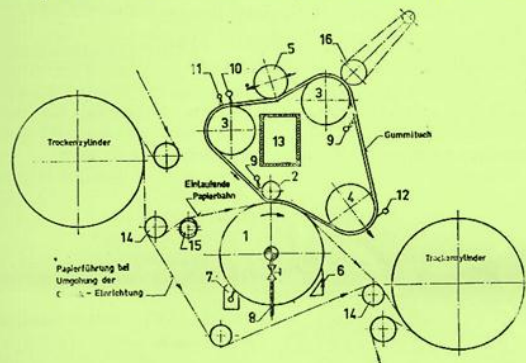
O mais recente desenvolvimento é uma nova superfície de cilindro. Este revestimento é montado num processo especial e aproveita as boas características anti-adesivas e as de glissagem do teflon. Por um tratamento especial da parte metálica dos componentes de revestimento, a superfície é tornada áspera, o que aumenta ainda mais o efeito anti-adesivo. Antes, a montagem da instalação Clupak tinha que ser feita num lugar onde o conteúdo seco do fluxo ficava entre 62 e 67%. Em caso de conteúdo seco muito alto, a superfície do papel ficava áspera e lembrava o papel crepon. Com conteúdo seco muito baixo não se podia alcançar o desejado aumento da extensibilidade. Agora, porém, é possível montar a instalação Clupak com conteúdo seco muito menor (m/m 45%), teoricamente até logo depois da secção de prensa. Agora é possível também dar uma lisura unilateral aos papeis Clupak. Antes, teríamos que

montar o cilindro de alisamento — que exige um conteúdo sêco de entrada de 45 a 50% — antes da instalação Clupak, o que naturalmente era impossível. Hoje, porém, é possível montar a instalação Clupak antes do alisamento unilateral. A nova superfície de cilindro também permitirá a aplicação do sistema Clupak para outros tipos de papel, como por exemplo para papéis com superfície colada. Até agora, esses tinham que passar a colagem com maior conteúdo sêco para evitar que o fluxo absorvesse umidade demais.

A mesma coisa deve valer para os papeis revestidos à máquina. Para estes dois tipos de papel, porém não há marcado constante.

4) croquis N.º 2 mostra o esquema da instalação do pano.

A instalação Clupak é acionada pelo moente do cilindro de secagem (1) com a velocidade do grupo de secagem anterior, com a consideração aos fluxos de papel costumários. O acionamento é igual aos outros grupos de acionamento da máquina; a força necessária mais ou menos igual à de uma prensa úmida ou de um pequeno grupo de se-



2 — Esquema da instalação Clupak com pano de borracha.

Trockenzylinder = cilindro de secagem.

Gummituch = pano de borracha.

Einlaufende Papierbahn = entrada do fluxo do papel.
Papierführung bei Umgehung der Clupak-Einrichtung = fluxo de desvio, não passando pela instalação Clupak

cagem de igual largura. Tem também um acionamento elétrico adicional, que é acoplado ao acionamento principal e fica ligado quando este deixa de funcionar. Pode-se também providenciar um gerador de emergência que é ligado automaticamente no caso de curto-circuito. Fora do motor do acionamento adicional é este que fornece força aos motores dos engrenagem ligados que acionam os raios dos papeis de borracha. Desta maneira evita-se a queimadura do pano de borracha que seria inevitável se este parasse sobre o cilindro quente. Os grupos de acionamento que seguem à instalação Clupak têm que correr até 15% mais devagar conforme extensibilidade alcançada. O acionamento tem que ser montado de acordo.

A viga de pressão (2) de aço inox não gira: a água fornecida pelo tubo injetor (9) providencia a lubrificação. Assim sendo, a viga com relativamente pequeno diâmetro pode ser suportada na largura em vários lugares, sem usar-se suportes complicados que marcariam tanto a viga como o pano. A água que sai pelos lados é pegada por uma gaxeta lateral que não se vê no croquis. A

carga da viga de pressão é feita por cilindros de diafragma pneumáticamente acionados. A pressão linear da viga de pressão é muitas vezes ajustada como desproporcionadamente alta, a extensão resultante e retirada pelos fluxos depois da instalação Clupak: assim, as fibras rebentam-se a resistência à ruptura do produto baixa, sem falar da durabilidade do pano.

A raspadeira (6) mantém a superfície limpa e possibilita o transporte do papel, (7) é o injetor de silício já mencionado, (8) a entrada do vapor.

Como todas as guias de fita, também a guia de pano de borracha é montada por vigas: estas são revestidas de madeira. Para diminuir a fricção entre o pano e o rôlo, o lado interno do pano é mantido úmido pelo injetor (9).

Isto simultaneamente esfria o lado interno do pano. Um rôlo esticador (4) pneumáticamente acionado cuida da tensão necessária ao pano; o desvio lateral do pano é impedido pelo rôlo regulador (5), que é ajustado por um regulador automático e um regulador manual de emergência. O tubo esfriador (10) é ligado por fotocelas no caso do rebento do fluxo: isso impede o aquecimento e a queimadura do pano pelo contato direto com o cilindro. A mesma coisa é alcançada com os injetores de margem (11) que injetam uma neblina fina sobre as margens não cobertas por papel. Em geral, a "alma" da instalação, o pano de borracha, sempre recebe a devida consideração. A viga em balanço (13) possibilita a troca suave do pano pesado e delicado. Também sem rebento, a alta temperatura do cilindro endurece rapidamente a superfície do pano de borracha. A camada mais dura tem a tendência de formar tendas finas no lugar da pressão, as quais aumentam se a gente não prestar atenção. Por polimento sistemático cada semana, em algumas fábricas cada 120 horas, a superfície fica regenerada, apesar de serem polidos cada vez só partículas de milímetros. Para isso serve um dispositivo de polimento à fita (16).

A durabilidade do pano de borracha aumenta pelo polimento sistemático: hoje em dia, alcançam-se 2.000 a 4.000 horas de trabalho.

O pano fica utilizável até ser polido a uma espessura mínima de m/m 15 mm. A passagem de corpos estranhos pelo lugar de pressão pode causar maiores danos ao pano. O fabricante do pano fornece uma solução de borracha da mesma qualidade que o pano e os eventuais reparos são feitos com esta solução pelos operários da fábrica de papel.

TRABALHO DA MÁQUINA DE PAPEL COM A INSTALAÇÃO CLUPAK

A fabricação de papel Clupak não necessita alterações de trabalho da própria máquina de papel, ou só alterações pequenas. Temos que considerar naturalmente que o peso de superfície, o qual serve para base ao ajustamento do fluxo da parte úmida, tem que ser menor do que o peso de superfície do papel acabado no rôlo, mais ou menos pela mesma percentagem pela qual aumenta a extensibilidade.

Corpos estranhos (areia, etc.) têm que ser removidos na limpeza do material, pois esses podem causar buracos no fluxo de papel na instalação Clupak: é a mesma coisa que pode acontecer no

alisamento. Nas montagens em máquinas já existentes eventualmente precisa-se ampliar a limpeza do material.

Com a alta tenacidade do papel fica mais difícil separar o fluxo. Os métodos costumários de troca de rôlos geralmente têm que ser alterados para não pôr os operadores em perigo.

O perfil do fluxo, quer dizer, as oscilações do péso de superfície e da umidade no sentido longitudinal e principalmente no sentido transversal, tem que ser tão uniforme quanto possível. Isto facilita o trabalho da instalação Clupak, no caso de papéis para sacos a fabricação de sacos de várias camadas de vários rôlos estreitos na máquina para fazer sacos.

As margens secas que às vezes acontecem causam superfícies ásperas das zonas marginais depois da instalação Clupak.

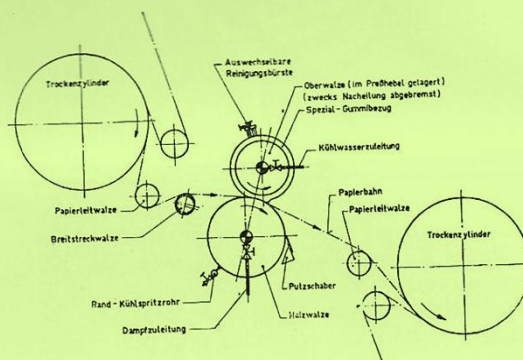
É só poucas vezes que o papel Clupak é guiado por um alisador sêco: neste caso, só por um par de rôlos.

O enrolamento é muitas vezes feito com menor umidade do que a costumária (conteúdo sêco de 93 a 97%). Também aqui, os perfis longitudinal e transversal da distribuição de umidade influem sobre a extensibilidade. Diferenças de umidade causam alterações da extensibilidade.

3.4.2. INSTALAÇÃO DE DOIS RÔLOS (croquis N.º 3).

Esta instalação — semelhante na sua construção a uma prensa úmida normal — consiste de um par de rôlos, entre os quais o fluxo de papel é guiado. O rôlo inferior tem uma superfície lisa metálica, é aquecido a vapor, recebe um polimento constante por meio de uma raspadeira especial. Os pedacinhos de borracha que provêm do outro rôlo e que aí aderem, são retirados. As zonas marginais, não cobertas de papel, são esfriadas e lubrificadas por injetores. O revestimento de borracha do rôlo superior é muito grosso e portanto deformável. A poeira de borracha é removida com uma escova. O rôlo superior tem esfriamento

aquático por dentro. O rôlo inferior é acionado pelo motor principal, o rôlo superior é ligado por uma engrenagem de transmissão com um gerador



3 — Esquema da instalação Clupak com 2 rôlos
Tradução dos dizeres dentro do croquis:

Trockenzylinder = cilindro de secagem.
Auswechselbare Reinigungsbürste = escova trocável para limpeza.

Oberwalze, im Presshebel gelagert, zwecks Nacheilung abgebremst = rôlo superior, apoiado na alavanca de pressão, freado para fins de retardamento.
Spezial-Gummibezug = revestimento especial de borracha.

Kühlwasserzuleitung = entrada de água fria.

Papierleitwalze = rôlo guia do papel.

Breitstreckwalze = laminador.

Papierbahn = fluxo de papel.

Rand-Kühlspritzrohr = injetor de água fria.

Putzschaber = Raspadeira para limpeza.

Dampfzuleitung = entrada de vapor.

Heizwalze = rôlo aquecedor.

de freio: este cuida da respectiva carga da brecagem necessária do rôlo superior.

Em consequência da pressão linear e do retardamento do rôlo superior com fricção correspondente na base das forças de brecagem, o revestimento grosso de borracha é triturado e se desprende depois da passagem pela prensa, da mesma maneira que o pano de borracha da instalação de pano. Obtém-se o mesmo efeito de recalque do fluxo de papel como na instalação de pano de borracha.

Há notícias da Escandinávia sobre o funcionamento muito satisfatório desta instalação. As velocidades de trabalho ficam ao redor de 300 m/min, o consumo de força ainda fica entre os limites. Nos Estados Unidos, as máquinas de papel em questão são acionadas com pelo menos 460 m/min: a força necessária da instalação de dois rôlos para estas velocidades é m/m 40% mais do que a da instalação de pano do mesmo tamanho. O desgaste dos revestimentos dos rôlos de borracha foi melhorado muito graças às experiências obtidas: sua durabilidade agora é de 5.000 a 10.000 horas. O polimento sistemático do rôlo de borracha é feito agora somente cada 300 horas, com a retirada 1 a 2 mm de borracha cada vez. (Antigamente, isso se fazia cada 48 horas, com a retirada de 6 mm).

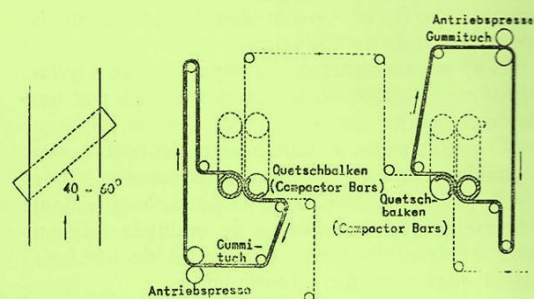
O funcionamento mais favorável é com as superfícies de pêso de 70 a 120 g/m², o conteúdo sêco do fluxo deve ser de m/m 70%, e as velocidades de trabalho não devem ser muito altas, em consideração ao rendimento a ser ajustado.

É evidente a superioridade da instalação de pano com muito maior tolerância de superfície de pêso, praticamente sem limite de velocidade para cima e a independência alcançada de um certo conteúdo sêco na entrada. Entretanto, as características do papel com maior extensibilidade são aproximadamente as mesmas em ambas as instalações.

3.4.3. PAPEL CLUPAK ISOTRÓPICO. (CROQUIS N.º 4).

Depois de muitos anos de preparação pela

Clupak Inc., já existe instalação para a produção de papel Clupak isotrópico. Este "Angle Bar Compactor" (recalcador à viga angular) já comprovou sua eficiência como instalação de ensaio, com a largura de 1,5 metros. O uso comercial é



4 — Recalcador Clupak à viga angular.

Tradução dos dizeres no croquis:

Antriebspresse = prensa de acionamento

Gummituch = pano de borracha.

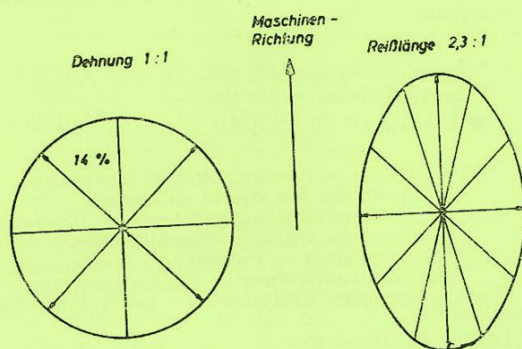
Quetschbalken (compactor bars) = vigas de compressão.

considerado praticável para máquinas com a largura de até 4 metros. A força necessária seria de 230 HP no máximo nesta largura e na velocidade de 300 m/min: para as duas instalações ligadas em série seria então de 460 HP. Espera-se poder reduzir esses valores ainda mais.

Também esta instalação funciona com pano de borracha. Entretanto, o lugar de pressão é montado oblíquo à direção do pano de borracha, num ângulo de m/m 45°. Em consequência das

altas tensões, nos primeiros ensaios o cilindro rotativo desviou muito o pano de borracha que não obedeceu a nenhum ajustamento. Portanto, o cilindro rotativo foi substituído por um fixo, também aquecido a vapor. Assim sendo, o pano passa entre duas vigas fixas e tem que ser acionado por uma prensa de tração. Como deslizador, o silício é aplicado diretamente sobre o papel que entra: o pano é lubrificado com água por dentro e por fora para diminuir a fricção. Em casos de rebento, um tubo injeta água fria diretamente à entrada do pano.

O papel é recalado nas duas instalações liga-



5 — Características do papel com o recalador Clupak à viga angular.
Tradução dos dizeres no croquis:
Dehnung = extensibilidade.
Maschinenrichtung = direção da máquina.
Reißlänge = comprimento de ruptura.

das em série sempre num ângulo de 45° à direção do fluxo, uma vez à esquerda e outra à direita: o resultado é uma extensibilidade que dá teoricamente um papel absolutamente isotrópico. Medições práticas só demonstraram alterações pequenas a partir da forma circular das extensões ilustradas no croquis N.º 5 que teoricamente são iguais em todas as direções. O comprimento de ruptura não é uniforme, mas continua a ser maior na direção longitudinal.

4. UTILIZAÇÃO DOS PAPEIS CLUPAK.

4.1. AS CARACTERÍSTICAS DOS PAPEIS CLUPAK SÃO DECISIVAS PARA A SUA UTILIZAÇÃO

O croquis N.º 6 mostra, com base nos diagramas típicos de tensão e extensibilidade do papel normal e do papel Clupak o aumento considerável da capacidade de trabalho e a influência sobre as características transversais. Vê-se também nos diagramas que o papel extensível deve ter um limite possivelmente alto para obter uma alta força de tração durante o exame.

O croquis N.º 7 mostra os diagramas de tensão e extensibilidade dos papeis crepon e do papel crepon de estampagem. Vê-se claramente em todos estes diagramas que a utilização de um papel pode ser pré-determinada com base neste método de exame.

A tabela N.º 1 relaciona os valores de comparação para papeis kraft para sacos normais e os

VARIMOT

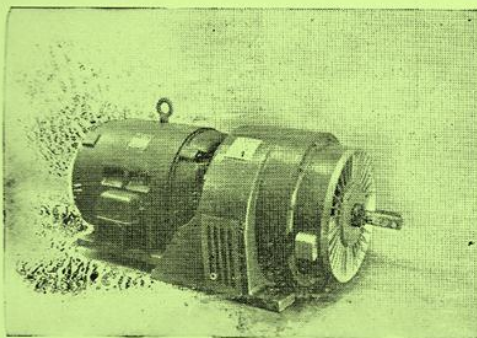
VARIADOR DE
VELOCIDADE SEM PONTOS
ELETROMAGNÉTICO

0-800 RPM
0-1600 RPM
0-3500 RPM
DE 1 A 2000 HP

ECONOMIZE NO PREÇO E GANHE
NOS CUSTOS DE FABRICAÇÃO
UTILIZANDO O MODERNO

VARIMOT

COM CONTRÔLE REMOTO
P/ ACIONAMENTO
CONTRÔLE TENSÃO
SINCRONIZAÇÃO, ec.



VARIMOT

EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS LTDA.

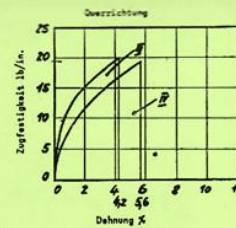
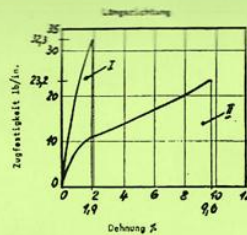
AV. SANTOS DUMONT, 514 — FONE: 2274863
SÃO PAULO, SP

Representante no Rio de Janeiro:
PRESERVE

PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS E VENDAS LTDA.
R. ALVARO ALVIM 48 - Cj. 713 - FONE: 22-5140

de Clupak. A capacidade de trabalho (longitudinal) fica quadruplicada com a extensão escolhida de 9% e as características transversais também melhoram de acordo. Assim, a diminuição da resistência à tração, portanto da carga de ruptura, não é interessante. A resistência ao rasgo é geralmente melhorada de m/m 5% no sentido longitudinal e de m/m 15% no sentido transversal. A porosidade é ligeiramente alterada: porém, contrário aos papéis crepon, ela pode ser influenciada pela moagem no caso do papel Clupak. A porosidade é muito importante no caso de sacos de papel, pois ao encher os sacos o ar tem que sair pelos poros do papel. Os valores do papel europeu indicam que também um papel normal com boas características de resistência pode ser melhorado pelo processo de recalque.

Também misturas com materiais de fibras curtas alcançam valores excelentes. O processo de recalque é mecânico e portanto independente da qualidade do material. Na utilização de fibras curtas de 80 a 100% alcançou-se o dobro da ca-



Arbeitsaufnahmefähigkeit:

Normales Papier, I = 4,2 FT · LB/LB² (6,3 cm kg/100 cm²),
Clupak-Papier, II = 16,8 FT · LB/LB² (25,2 cm kg/100 cm²),
Normales Papier, III = 7,2 FT · LB/LB² (10,8 cm kg/100 cm²),
Clupak-Papier, IV = 8,4 FT · LB/LB² (12,6 cm kg/100 cm²).

6 — Papéis com extensibilidade aumentada. Comparação dos diagramas de tensão e extensibilidade para papel normal e papel Clupak. (Ambos examinados com 50% de umidade relativa.)

Tradução dos dizeres no croquis:

Längsrichtung = direção longitudinal.

Querrichtung = direção transversal.

Zugfestigkeit = resistência à tração.

Dehnung = extensibilidade.

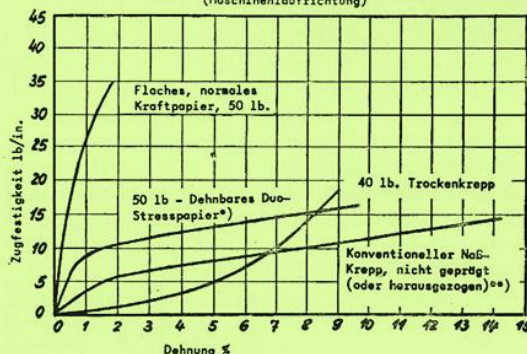
Arbeitsaufnahmefähigkeit = capacidade de trabalho

Normales Papier = papel normal.

Clupak-Papier = papel Clupak.

pacidade de trabalho. Papel velho, bagaço, palha, e matérias-primas semelhantes foram utilizadas com sucesso. A tabela N.º 2 indica as melhorias alcançadas com a utilização de 55% de bagaço: os papéis de bagaço são utilizados com sucesso para a fabricação de sacos de várias camadas.

Typische Spannungs-Dehnungs-Kurven
(Maschinenlaufrichtung)



* Gurley Stiffness = 290 MG

** Gurley Stiffness = 210 MG

Aus US-Patent 2.96.425 (1961)

7 — Papéis com extensibilidade aumentada.

Tradução dos dizeres no croquis:

Typische Spannungs-Dehnungs-Kurven = diagramas típicos de tensão e extensibilidade.

Zugfestigkeit = resistência à tração.

Maschinenlaufrichtung = direção do fluxo.

Flaches, normales Kraftpapier = papel kraft liso, normal.

Dehnbares Duostresspapier = papel "duostress" extensível.

Trockenkrepp = crepon seco.

Konventioneller Nasskrepp, nicht geprägt (oder herausgezogen) = crepon úmido convencional, não estampado (ou estirado).

Dehnung = extensibilidade.

Stiffness = rigidez.

TABELA N.º 1: Comparação dos resultados de medição de papel kraft para sacos, normal e Clupak

Medição	Prova	Papel norte-americano §		Papel europeu £	
		normal	Clupak	normal	Clupak
Peso de papel g/m ²	—	81	81	80	80
Espessura mm	—	1,297	1,245	—	—
Carga de ruptura kp	longitudinal	4,2	6,2	9,3	7,8
	transversal	8,7	5	6	5
Extensibilidade %	longitudinal	5,4	9,6	3,2	10,8
	transversal	1,9	5,6	6	7,3
Capacidade de trabalho cm. kg./100 cm ²	longitudinal	6,2	25	16,2	48,6
	transversal	10,7	12,5	26,5	24,6
Resistência ao rasgo g	longitudinal	130	136	—	—
	transversal	150	172	—	—
Porosidade sec/100 cm ³	—	7	9	—	—
" cm ³ /min	—	—	—	260	240

§ Examinado com umidade relativa de 50%.

£ Examinado com umidade relativa de 65%.

TABELA 2: Valores de comparação de papel kraft para sacos, normal e Clupak, ambos com 55% de celulose de bagaço. (Examinado com umidade relativa de 55%).

Medição	Prova	Papel Clupak	Papel normal
Peso de superfície g/m ²	—	100	100
Capacidade de trabalho cm. kg./100 cm ²	longitudinal	14,3	5,3
	transversal	4,3	3,3
Extensibilidade %	longitudinal	9,7	2
	transversal	3	2,6
Carga de ruptura kp	longitudinal	6,3	10,7
	transversal	4,4	4,6
Resistência ao rasgo g	longitudinal	108	102
	transversal	142	128

TABELA N.º 3: Características de papéis Clupak revestidos com politêno e não revestidos.

Medição	Prova	Papel Clupak, papel crú, 68 g/m ²	
		não revestido	revestido ao "extruder" com 22 g/m ² de politêno
Peso de superfície g/m ²	—	68	90
Capacidade de trabalho) cm. kg./100 cm ²	longitudinal	14,5	22
	transversal	10,2	11,7
Extensibilidade %	longitudinal	8,9	9,1
	transversal	5,9	6,3
Carga de ruptura kp	longitudinal	4	6,5
	transversal	3,7	3,5
Resistência ao rasgo g	longitudinal	110	115
	transversal	128	156
Porosidade sec/100 cm ³	—	10	500 +

O revestimento dos papeis Clupak aumenta ainda mais a sua extensibilidade, carga de ruptura e capacidade de trabalho, pois a extensibilidade natural do revestimento age em ligação com o papel Clupak, enquanto que ela se perde em papéis normais com baixa extensibilidade. A tabela n.º 3 indica os respectivos valores de comparação.

O papel Clupak é também muito bem revestível e imprimível. É muito flexível e aguenta carga de choque, bem como dobragens frequentes.

Graças a estas características, este papel é utilizado em muitos processos de fabricação e para muitos tipos, como papel branqueado e não obranqueado. Queremos mencionar os seguintes exemplos de utilização:

4.2. a) PAPEIS DE EMBALAGEM:

PAPEL PARA SACOS, liso ou estampado, para sacos de uma camada ou várias camadas (nêstes últimos, bastam menores superfícies das camadas ou também menos camadas do que no papel normal para sacos, com o mesmo peso líquido dos sacos). Principalmente para cimento, adubos artificiais, açúcar, sementes, produtos plásticos semi-acabados.

PAPEL PARA SAQUINHOS (adequado principalmente para conteúdo cantonado, também para o varejo).

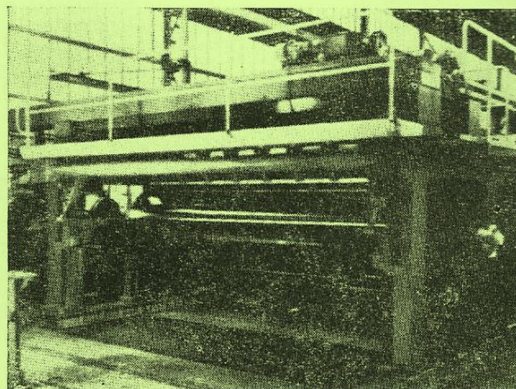
PAPEIS PARA COBERTURA, comerciais ou impermeáveis; revestidos de matérias plásticas ou de folhas; revestidos com coucho impermeável ou com asfalto; papel-cêra; coberturas protetoras, por exemplo para róis de papel de parede ou para flores; embalagem para róis de papel.

PAPEIS PARA COLAR, por exemplo para camada externa de papelões fortes; para revestir caixas, tambores, etc.; fitas para colar; fitas para proteger cantos.

PAPÉIS DE EMBRULHO para revistas e catálogos.

b) PAPEIS ESPECIAIS:

PAPEIS DE CABO



Montagem de uma instalação de pano de borracha para uma máquina de papel kraft, com a largura de tela de 5500 mm e a velocidade de trabalho de 460 m/min para, entre outros, 290 t/ 24 hs. de papéis kraft Clupak para sacos, de 75 g/m². — A foto mostra a instalação sem o pano de borracha. Vê-se o cilindro de secagem e acima disso a viga de pressão, bem suportada na largura. No alto, vê-se a máquina para o polimento do pano de borracha.

PAPELÃO DE PRENSA DIELÉTRICA, 100% de resíduos de algodão, para a indústria de isolamentos elétricos, enrolamento automático (exige-se alta flexibilidade com alto peso de superfície).

PAPEIS ISOLANTES ELÉTRICOS
PAPELÃO ESTAMPADO, imitação de couro.

PAPEL PARA VESTIDOS PROTETORES, TOALHAS DE MESA, LONÇOS DE CAMA, para serem jogados fora depois do uso.
CORTINAS PERSIANAS.

Pensa-se em usar o papel Clupak para os seguintes produtos, no futuro:

PAPEL LISO DE UM LADO

PAPEL-JORNAL por causa da boa lisura

e imprimibilidade. Só precisa-se de pouca extensibilidade que é tirada do papel no caso de alta velocidade de trabalho na prensa rotativa, sem os rebentos costumários.

PAPEIS IMPERMEÁVEIS À GRAXA: estes são facilmente recaláveis. Entretanto, perde-se muito da extensibilidade na supercalandra.

Com certeza, seguirão também outros tipos de utilização. Como em toda a indústria de papel, também na melhoria das características de papel por certos processos é a segurança de serviço que é decisiva. Papel Clupak com extensibilidade aumentada é produzido hoje com velocidades de trabalho de acima de 600 m: portanto, é um produto muito prático tanto pelo ponto de vista da produção como da sua utilização.