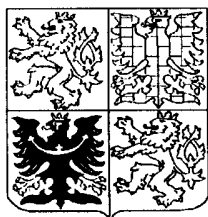


ČESKÁ
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(12)

- (22) 16.03.93
(32) 16.03.92, 27.08.92, 19.10.92
(31) 92/851911, 92/936608, 92/962944
(33) US, US, US
(40) 12.07.95

(21) 2236-94

(13) A3

6(51)

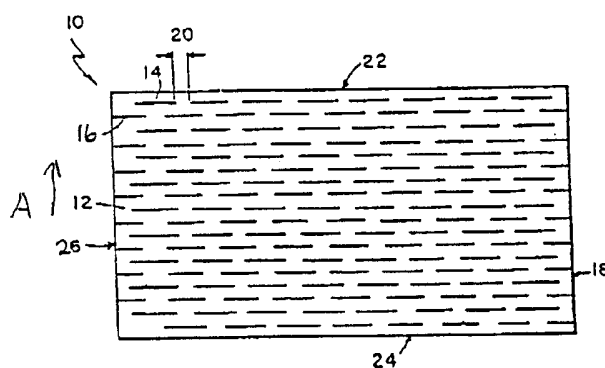
B 32 B 3/24
B 65 B 11/00
B 65 D 81/03

(71) RECYCLED PAPER PRODUCTS CORPORATION,
Sandy Hook, CT, US;

(72) Hurwitz Michael C., Wilton, CT, US;
Goodrich David P., Newtown, CT, US;

(54) Plnicí materiál pro vyplňování dutých prostorů
při balení a způsob ochrany baleného předmětu
tímto plnicím materiálem

(57) Plnicí materiál tvoří nejméně jeden pružný list (12) ohebného papíru, který je opatřen štěrbinami (14, 16), které jsou rovnoběžné s okraji (22, 24) pružného listu (12) a kolmé na jeho texturu. Štěrbiny (14, 16) jsou umístěny v řadách od jednoho konce papíru k protějšnému konci papíru a jsou vzájemně od sebe odděleny neporušenou částí (20). Štěrbiny (14, 16) ve střídajících se řadách jsou umístěny vedle intervalového místa mezi sousedními štěrbinami (14, 16) v sousední rovnoběžné řadě štěrbin (14, 16). Při způsobu ochrany baleného předmětu tímto plnicím materiálem je tento plnicí materiál vložen do dutého prostoru mezi obal a balený předmět a poté se roztáhne roztážením jeho protějšných konců, které jsou rovnoběžné s řadami štěrbin (14, 16), čímž štěrbiny (14, 16) vytvoří řadu otvorů ve tvaru šestiúhelníků.



Obalový materiál

ÚŘAD
PRŮMYŠLEVNÍHO
VLASTNICTVÍ

Číslo	10 11 95
Číslo	0 7 9 5 7

Oblast vynálezu

Předložený vynález se týká obecně pilařského odpadu nebo tlumících materiálů pro použití jako balicí nebo výplňový materiál a zejména nového materiálu pro vyplňování dutých prostor v balicích zásilacích kontejnerech a pro balení zboží.

Dosavadní stav techniky

Materiály pro použití ve vyplňování dutých prostorů při balení nebo obalování předmětů pro chránění při pohybu jsou ve stavu techniky dobře známé. Avšak do dneška takovými materiály byly buďto neekonomické, jako novinový papír, nebo ekologicky nevhodné, jako styrenová pěna nebo plastové bubliny. Výroba styrenové pěny a plastových bublin způsobuje toxický odpad a vytváří problémy s likvidací. Avšak recyklace těchto produktů je možná, skladování produktů pro opětné použití vyžaduje mnoho místa a není obecně výhodné pro majitele domů nebo některý průmysl. Jinou nevýhodou existujících plnicích materiálů je, že nemohou být zasílány v neroztažené formě, čímž vytváří nákladovost zasílání založené na objemu.

Zatímco zařízení podle stavu techniky zajišťují zlepšení v daných oblastech, žádný ze stavu techniky nepřekonává problémy spojené s normálním zasíláním. Žádný z patentů dosavadního stavu techniky nepopisuje vzhledem k životnímu prostředí bezpečný materiál, který může být

obalen kolem a přizpůsoben choulostivému předmětu.

Předložený vynález popisuje z hlediska životního prostředí bezpečný vyplňovací materiál vyrobený z recyklovaného papíru v různých velikostech, aby vyhověl potřebám uživatele. Tlumicí efekt vyplňovacího papíru je dosažen roztažením v době použití a proto je zasílán v neroztaženém stavu, aby zajistil výhodu pro zasílání a skladování.

Podstata vynálezu

Předložený vynález poskytuje nový a zlepšený balicí materiál pro použití při zabalování předmětů a/nebo vyplňování dutých prostorů při balení nebo podobně.

Expandovaný tlumicí materiál je ve formě nejméně jednoho listu v podstatě ohebného netkaného vláknitého materiálu, přednostně tvořeného biologicky degradovatelnými celulosovými vlákny. Je výhodné použití 30 librového papíru. Nejvýhodněji je použit recyklovaný papír nejméně kolem 70 liber. Recyklovaný papír má tuhost větší než má nerecyklovaný papír a průměrnou délku vlákniny, která je podstatně menší než je upřednostňováno u nerecyklovaného papíru. Recyklovaný papír má podstatně nižší orientaci zrn než má nerecyklovaný papír, a následně tedy nižší orientační paměť a menší sklon vracet se do neroztaženého tvaru než má nerecyklovaný papír. Papírový materiál má přednostně tloušťku méně než kolem 0,03 palce a tloušťka může být řádově kolem 0,02 palce.

Každý list má ve svém neroztaženém tvaru množství od

sebe vzdálených rovnoběžných řad samostatných štěrbin, které jsou v podstatě přímé čáry o délce řádově kolem jedné poloviny palce, rozkládající se příčně od jednoho konce papírového materiálu k protějšímu konci papírového materiálu. Každá z řad je opatřena mezerovými místy mezi po sobě jdoucími štěrbinami, štěrbinami v sousedních řadách umístěných vedle mezerového místa, umísťující štěrbinu jedné řady v podstatě proti místům další řady. Přednostně jsou štěrbinu uspořádány v celistvé, stejnoměrně se opakující osnově.

Ohebný listový papírový materiál může být roztažen buďto před obalováním předmětu papírem nebo během obalovacího procesu.

Listy jsou roztaženy roztahováním protějších konců každého listu, které jsou rovnoběžné s řadami štěrbin tvořících řadu otvorů. Každý z otvorů je obecně podobný co do tvaru i velikosti a přednostně je obecně šestiúhelníkového tvaru. Přednostní osnova štěrbin vytváří mnohoúhelníky, které mají stejný počet stran, a ještě výhodněji vytváří šestiúhelník. Plnicí materiál má roztaženou tloušťku řádově nejméně kolem desetinásobku neroztažené tloušťky listu a přednostně může být roztažen řádově dvacetinásobně vzhledem k neroztažené tloušťce listu. Otevírací proces způsobuje, že se místa nebo pevné části mezi štěrbinami ohýbají ve směru normály k rovině papíru, vytvářejíce tak papír s extrémně zvětšenou efektivní tloušťkou. Roztažený list je tvořen otvory a neporušenými oblastmi s nejméně většinou neporušených oblastí ležících v množství rovnoběžných rovin, vytvářejících úhel s rovinou listů mezi kolem 45 a méně než 90 stupni (při plném roztažení) a přednostně řádově kolem 70 stupňů.

.. Roztažený tlumicí materiál má minimální únosnost nejméně kolem 150 liber na čtvereční stopu roztaženého materiálu. Výhodně únosnost nejméně kolem 250 liber na čtvereční stopu. Při únosnosti nejméně kolem 400 liber na čtvereční stopu je dosaženo větší univerzálnosti použití a může být dosaženo optimální tlumení při typickém nasazení při použití dvou nebo tří vrstev roztažených listů.

Výhodně rozmezí pro únosnost je od přibližně 250 liber na čtvereční stopu do přibližně 2 000 liber na čtvereční stopu. Výrazně vysoká únosnost expandovaného tlumicího materiálu znamená, že je materiál příliš tuhý pro efektivní pohlcení nárazů a může být spíše abrazivní než poddajný.

Když je plnicí materiál obalen kolem předmětu, je ve formě množství vrstev vzájemně se zajišťujících roztažených listů díky neporušeným oblastem vedlejších listů vrstev listů vzájemně zapadajících a vzájemně se zajišťujících, čímž je zabráněno nebo alespoň omezena smrštění roztažených listů.

Plnicí materiál může být skladován ve stohách listů. Alternativně zaujímá tvar jediného listu v nepřetržité roli. Role může být tvořena množstvím vrstev listů, takže po odrolování je společně odrolován nejméně pár listů. Rovnoběžné řady štěrbin jsou rovnoběžné s podélným směrem nepřetržité role, čímž usnadňují rolování listu během výroby, aniž by docházelo k roztažení po vytvoření štěrbin.

Zrno papíru je přednostně rovnoběžné s podélným směrem nepřetržité role, aby se zajistila maximální odolnost proti přetržení, protože je těžší trhat přes zrna než mezi

sousedními vlákny.

Kde jsou rovnoběžné řady štěrbin příčné na podélný směr kontinuální role je možno list roztáhnout ve směru, ve kterém je odmotáván z nepřetržité role, čímž se v době balicího procesu vytváří výhodná manipulace.

Balicí materiál může být vrácen do původního tvaru aplikováním opačných stahovacích sil na okraje papírového materiálu, které nejsou rovnoběžné s řadami štěrbin, čímž se obrátí otvírací pochod. Stahovací síla je aplikována v pravém úhlu k síle, která byla vyvozena pro roztažení listu. Papír může být skladován v plochem stavu pro budoucí opětne použití.

Přehled obrázků na výkresech

Předměty a výhody předloženého vynálezu budou zřejmé, bude-li popis čten ve spojení s výkresy na kterých představuje

- obr. 1 pohled shora na štěrbinový list podle předloženého vynálezu,
- obr. 2 perspektivní pohled na stoh štěrbinových listů podle obrázku 1,
- obr. 3 pohled shora na roztažený štěrbinový list podle obrázku 1,
- obr. 4 příčný řez kontejnerem využívajícím štěrbinové listy podle obrázku 1,

- obr...5 příčný řez kontejnerem využívajícím štěrbinové listy podle obrázku 1 obalené kolem předmětu,
- obr. 6 zvětšený, částečný pohled shora na štěrbinový list papíru,
- obr. 7 zvětšený, částečný pohled shora na štěrbinový list podle obrázku 6, částečně otevřený,
- obr. 8 zvětšený, částečný pohled shora na štěrbinový list podle obrázku 6 otevřený,
- obr. 9 zvětšený, částečný pohled shora na štěrbinový list podle obrázku 6, otevřený na přibližně 180 stupňů,
- obr. 10 boční pohled na dvě ze zvětšených buněk podle předloženého vynálezu,
- obr. 11 boční pohled na alternativní provedení dvou ze zvětšených buněk podle předloženého vynálezu,
- obr. 12 zkoušku zatížení v závislosti na deformaci na nevázaném papíru s tloušťkou 0,078,
- obr. 13 zkoušku zatížení v závislosti na deformaci na nevázaném papíru s tloušťkou 0,078,
- obr. 14 zkoušku zatížení v závislosti na deformaci na nevázaném papíru s tloušťkou 0,078,
- obr. 15 zkoušku zatížení v závislosti na deformaci na

vázaném papíru s tloušťkou 0,078,

obr. 16 zkoušku zatížení v závislosti na deformaci na vázaném papíru s tloušťkou 0,078,

obr. 17 zkoušku zatížení v závislosti na deformaci na vázaném papíru s tloušťkou 0,078,

obr. 18 zkoušku zatížení v závislosti na deformaci na vázaném plastu s tloušťkou 0,030,

obr. 19 zkoušku zatížení v závislosti na deformaci na vázaném plastu s tloušťkou 0,030,

obr. 20 zkoušku zatížení v závislosti na deformaci na vázaném plastu s tloušťkou 0,080,

obr. 21 zkoušku zatížení v závislosti na deformaci na vázaném plastu s tloušťkou 0,080,

obr. 22 zkoušku zatížení v závislosti na deformaci na vázaném plastu s tloušťkou 0,040,

obr. 23 zkoušku zatížení v závislosti na deformaci na vázaném plastu s tloušťkou 0,040 a

obr. 24 vztah mezi obrázky 15 a 18.

Příklady provedení vynálezu

Aby se uchovala jasnost v předloženém popisu, byly do něj zahrnuty definice speciálních výrazů. Definice byly

získány z "G. Shortley: Elements of Physics, druhé vydání, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1955".

Pnutí se vztahuje k síle, která způsobuje deformaci. Přetvoření se vztahuje k velikosti deformace.

V této technické definici je použita práce. Je nezbytné pro sílu, aby působila na těleso a pro těleso, aby se způsobilo přemístění, které má složku rovnoběžnou se směrem, ve kterém působí síla.

Energie je měřítkem kapacity nebo schopnosti tělesa vytvářet práci. To je skalární veličina a je měřena ve stejných jednotkách jako práce. Energie, která je obsažena v tělese jako výsledek jeho pohyb, je nazývána kinetická energie. Energie, která je obsažena v tělese jako výsledek jeho polohy nebo uspořádání je nazývána potenciální energie. Je-li odkazována na elastické těleso, je energie nazývána elastickou potenciální energií. Elastická potenciální energie tlumicího materiálu je množství práce, které může tlumicí materiál vytvořit při absorbování energie zboží.

Hookův zákon - deformace elastického tělesa je přímo úměrná velikosti použité síly, za předpokladu, že není překročena mez elasticity. Expandovaný materiál předloženého vynálezu nevykazuje přímočarou závislost mezi deformací a velikostí aplikované síly. Závislost blíže sleduje oblouk, který je charakteristický pro pryž, jak je znázorněno na straně 182 "Elements of Physics".

Je to elastické těleso, které vykazuje změnu v objemu nebo tvaru, pokud je na něj působí síly, ale zachovává svojí původní velikost nebo tvar, když deformační síly přestanou

působit.

Elastická síla je síla uplatněná tělesem v důsledku jeho deformace.

Mez průtažnosti, bod po pnutí, když nastane velké zvětšení přetvoření při téměř žádném zvětšení pnutí.

Pevnost papíru je měřena trháním, pevností v roztržení a mezí pevnosti v tahu. Pevnosti v roztržení je hodnota ve vztahu ke schopnosti papíru vydržet, když má štěrbinovité trhliny v průběhu roztahovací operace. Trhová odolnost papíru je měřena podle TAPPI-T-414 om-88. Tento způsob měří sílu kolmou na rovinu papíru, která je třeba pro roztržení mnoha listů papíru pomocí určité vzdálenosti potom, co bylo započato s trháním za použití trhací testovací zařízení typu "Elmendorf". V případě trhání jednotlivého papíru je přímo měřena trhací odolnost. Trhací odolnost štěrbin je větší příčně na podélný směr než v podélném směru. To je způsobeno vlákny, která mají menší odolnost proti oddělení, než proti zlomení nebo přetržení. Dlouhá vlákna nebo přesně orientovaná vlákna se vyznačí vysokou příčnou mezí pevnosti v trhu, ale vyznačí se "pamětí" nebo sklonem vrátit se do svojí původní polohy, když jsou ohnuty. Čerstvý papír s dlouhými vlákny může zajistit vysokou odolnost proti roztržení, ale následný sklon, že se papír po roztahovacím kroku znovu stáhne, to znamená, že uplatní paměť.

Tažnost je pevnost, která je třeba pro roztržení papíru a je vždy v opačném směru k pevnosti v roztržení. Pevnost v tahu je měřena podle TAPPI-T 494 om-88. Papír s 50% recyklovaného kraftu se 40% čerstvého materiálu zajišťuje pevnost v roztržení v podélném směru 240 gramů a

pevnost v příčném směru 120 gramů. Mullenový test ukázal 100% mulen. 40 librový (31,71 kg) papír by proto měl trhací pevnost 40 liber (31,71 kg). Pevnost v protlačení recyklovaného papíru se znovu použitým obsahem je 50% nebo 60% mullenů. U 40 librového (31,71 kg) vzorku by pevnost v protlačení byla (.6 x 31,71) a gramáž 112 gramů na čtvereční metr. 31,71 kg papír zajišťuje pevnost v roztržení 96 gramů v podélném směru a 120 gramů v příčném směru. Pevnost v tahu je 6,792 na centimetr (38 liber na palec) v podélném směru a 3,396 gramů na centimetr (19 liber na palec) v příčném směru. Pro použití s tímto vynálezem je pevnost v roztržení velice důležitá pro odolání sklonu štěrbin proti jejich roztržení při působení pnutí. Jakmile list papíru podle tohoto vynálezu roztažen, mulenová pevnost nebo pevnost v tahu nemá vliv na tlumicí efekt. Tuhost papíru však má vliv na provedení. Pokud má strukturu zrn orientovanou převážně normálně ke štěrbinám, má výhodu zajištění optimální pevnosti v tahu, odolnosti proti roztržení a tuhost šikmých neporušených oblastí.

U příkladu 60% recyklovaného kraftového papíru smíchaného se 40% čerstvého materiálu se obvykle produkoval roztažitelný listový materiál. Pevnost v roztržení v podélném směru byla 240 gramů a v příčném směru 120 gramů. Papír vykázal protlačovací pevnost 70 gramů (70 liber (31,71 kg) papír, 100% mullenů). Pevnost v protlačení recyklovaného papíru se znovu použitým obsahem by typicky měla 50 až 60% mullenů.

Příklad 1

70 librový (31,71 kg) čerstvý kraftový papír byl naplněn do řezací jednotky pro současné vytvoření všech štěrbin.

když jsou listy podepřeny na ploché podložce. Papír měl následující vlastnosti

hmotnost	70 liber (31,71 kg) (v rozsahu 30,8-33,5)
tloušťka (měřeno posuvným měřítkem)	7,6 mil (193 μ m)(v rozsahu 188 až 203)
pevnost - suchý MD (podélný směr)	50 liber/palec (44 minimum) 0,89 kg/mm (0,78 minimum)
pevnost - suchý CD (příčně na MD)	20 liber (18 minimum) 9,06 kg (8,15 minimum)
vlhkost	5%
pevnost v roztržení MD	140 g (130 minimum)
pevnost v roztržení CD	160 g (140 minimum)
Mullen	55 psi (50 minimum) 0,98 kg/mm (0,9 minimum)
kalandr	0 slisování

Papír, když je vyráběn, je proveden sérií kalandrových válců, nebo "lisů", aby se z tiskařských důvodů urovnal horní povrch. Nula až osm slisování vytvoří objemný, vláknitý papír. Osm slisování vytvoří plochý papír s tvrdým křiklavým povrchem. Čím větší je počet slisování, tím více vláken je rozdrceno a pevnost v roztržení papíru je slabší. Předložený vynález přednostně používá nulové slisování, což uchová vlákna objemná a pevná. To je výhodné, pokud je papír otvírán ručně nebo bez speciálního zařízení, které je popsáno dále. Pro použití se speciálním zařízením, je užito lehčího papíru, čímž se zvýší tuhost, celkový výtěžek a zlepší konečná úprava. Možnost použít lehčí papír je důsledkem faktu, že zařízení otevírá buňky jemně, rovnoměrně a v důsledku válců, téměř buňku po buňce, čímž snižuje sílu potřebnou pro otevření buněk. Jakmile jsou buňky otevřené,

bude množství papírových hmotností dobře pracovat v závislosti na tuhosti. Recyklovaný papír však zajistil výhodu, že kratší vlákna mají menší schopnost roztažení a proto je je možno snadněji otevřít. Evidentně čím je přesnější řezání papíru, tím snadnější je papír otevřít. Recyklování papíru se promítá do porušování vláken a redukované orientaci vláken v průběhu opětného zpracování. Porušování vláken v důsledku recyklace nebo jako výsledek reliéfního tisku může v extrému konečně hedvábný papír jako jemnost. Tento stupeň jemnosti vytváří minimální množství odírání ale poněkud tlumící efekt.

V podstatě úplně recyklovaný papír může být použit, pokud byla textura papíru (směr největší pevnosti) opačná ke směru štěrbin. Pokud je textura v tom samém směru štěrbin, je těžké otevřít papír a papír má tendenci se před otevřením trhat. Pokud by se stalo, že pevnost papíru musí být ve směru roztahování, což je opravdu vyžadováno, je odpovídající pevnost v ose štěrbiny, aby se zabránilo jejich trhání. Jakmile je papír roztažen, jsou síly, které jsou vyvinuty na papír, uplatněny tangenciálně na štěrbiny a zvyšovány jak je papír napínán. Recyklovaný papír má méně "roztahovací schopnosti" než čerstvý papír a předmětem trhání před tím, než je úplně otevřen, pokud není použit směr textury 90 stupňů na směr štěrbin, může být použit velmi slabý recyklovaný papír, jakmile je otevřen, protože hexagonální buňky mohou být velice tuhé.

Prostředek pro měření schopnosti expandovaného tlumícího materiálu zajistit požadovaný tlumící efekt je deformační kapacita. To je množství, které expandovaný plochý materiál komprimuje při stlačení. je upřednostňována celková deformační kapacita nejméně kolem 25% jeho

expandované tloušťky. Jinak řečeno, expandovaný tlumicí materiál může mít deformační kapacitu nejméně kolem 1,27 mm na vrstvu, při zatížení $0,024 \text{ N/mm}^2$. V termínech poměru zatížení k deformaci má expandovaný tlumicí materiál výhodně deformační poměr nejméně 40 psf/0,01 (psf = libra na čtvereční stopu) palce stlačení přes deformaci nejméně 0,05 palce (1,27 mm). Přednostně má roztažený tlumicí materiál průměrný deformační poměr nejméně 80 psf/ 0,01 palce stlačení během deformace nejméně 0,1 palce (2,54 mm).

Štěrbinový papír 10 je znázorněn na obrázku 1, jak by vyšel ze stroje. Pružný list 12 je přednostně vyroben z výlučně recyklovaného papíru s texturou papíru probíhající ve směru šipky A. Pružný list 12 je opatřen štěrbinami 14, které jsou rovnoběžné s okraji 22, 24 pružného listu 12 a kolmé na texturu papíru. Štěrbin 14, 16 jsou umístěny v řadách a vzájemně od sebe odděleny neporušenou částí 20. Neporušená část 20 je konzistentní velikosti a zajišťuje oporu, vyžadovanou pro zabránění roztržení papíru do proužků, když je otevřen. Proto je nezbytné, aby měla neporušená část 20 dostatečnou velikost, aby se zabránilo roztržení. Prostor mezi jednotlivými štěrbinami 14, 16 musí mít rovněž dostatečnou velikost, aby se zabránilo trhání papíru. Umístění s přesazením řad štěrbin 14, 16 dává papíru pružnost, když je otevřen, a je dále popsáno detailněji. Existence částečných štěrbin 14, 16 na koncích pružného listu 12 není na překážku schopnosti štěrbinového papíru 10 a dovoluje pružnému listu 12, aby mohl být vyroben z rolovaného papíru, který je pak stříhán do požadované velikosti. Pokud je list plochý, leží v první rovině. Je-li expandován je roztáhnutý list tvarován komůrkami 26 a oblastmi neporušených částí 20, jak je znázorněno na obr. 3. Přednostně nejméně většina oblastí neporušené části 20

leží v množství rovnoběžných rovin. Roviny oblastí neporušené části 20 tvoří s rovinou listu v rovném tvaru úhel nejméně 45 stupňů.

Operace vytváření štěrbin, ve které jsou vyřezávány štěrbiný do listového materiálu může mít několik podob. U jednoho provedení jsou pravoúhlé listy opatřeny celkovým počtem štěrbin na jeden úkon. Pod termínem pravoúhlý by měl být chápán tak, že rovněž zahrnuje obdélníky, u kterých jsou všechny čtyři strany stejně dlouhé, to je čtverec. Když je listový materiál podroben rotačnímu dělení nebo štěrbinování, je tlak potřebný pro řezací činnost významně nižší než tlak, který je vyžadován pro řezání s plochou podložkou, protože v podstatě pouze jednotlivá řada nebo několik řad štěrbin je řezáno zároveň. Když jsou štěrbiný orientovány v podélném směru, to je rovnoběžně ke směru dopravy plochého materiálu skrz rotační řezačku, tažná síla nezpůsobí předčasnou expanzi. Proti strukturám a systémům podle stávajícího stavu techniky, expanze se štěrbinováním není žádoucí. U tohoto provedení má listový materiál efektivní tloušťku, která je tak velká jako dvacetina tloušťky listu expandovaného materiálu. Kompaktní uspořádání zajišťuje optimalizaci dodávání a skladování.

Pro optimální pevnost je kritické umístit štěrbiný 14, 16 kolmo na směr A textury papíru. Konstrukce papíru je taková, že většina vláken probíhá v samostatném směru vytvářejícím texturu, což je nejpevnější směr papíru. Umístění řad štěrbin 14, 16 kolmo k textuře A umísťuje pevnost u osy štěrbiný. Protože je papír roztažen, probíhají síly, které jsou aplikovány na papír, tangenciálně na štěrbiný 14, 16 a zvětšují se, jak je papír roztahován. Protože textura A zabraňuje štěrbinám 14, 16 v roztržení do

neporušené části 20, musí být štěrbin 14, 16 úplně skrz papír. Částečné řezání štěrbin 14, 16 dovolu je vláknům zůstat přes štěrbin 14, 16 a zabraňuje úplnému otevření štěrbin 14, 16 a vytvoření šestiúhelníků. Nepřeříznutá vlákna vyžadují větší sílu pro otevření komůrek 26 a způsobí, že se komůrky 26 zdeformují změnou zvednutí směrem nahoru na dolní. Umístění neporušené části 20 směrem dolu rovněž brzdí vzájemné podpoření mřížkového efektu, když je jeden list umístěn na druhý. To je důsledkem obráceného úhlu sklonění, který tlačí listy pryč jeden z druhého místo vzájemného spojování.

Obrázek 2 ukazuje štěrbinový papír 10, který je nařezaný a nastohovaný pro dodání. Protože je štěrbinový papír 10 vyroben jako ploché listy, může být dodáváno velké množství v relativně kompaktním stohu. Jako příklad vytváří papír, který má tloušťku 0,015 palce (0,381 mm), balík vysoký přibližně 15 palců (381 mm), o hmotnosti přibližně 50 liber (22,65 kg) a obsahuje 771 listů. Kompaktní povaha tohoto materiálu dovolu je pro ekvivalent velké kvantity jiných dodávacích materiálů, aby byl dodáván ve velmi malém prostoru. Poměr tloušťky mezi štěrbinovými listy 10 jak jsou dodávány a potom, co jsou roztaženy, je přibližně 20 ku 1. To dovolu je podstatnou úsporu nákladů při dodávání a skladování. Plnicí prostor vytvořený expanzí štěrbinových listů 10 je přibližně 22 násobek než neroztaženého listu.

Štěrbínový list 10 může být také "zploštěn" po použití na jeho původní tvar a může pak být skladován a několikrát znovu použit. To šetří nejen náklady nákupu nového materiálu, ale má i ekologické úspory v čase, kdy je každý přesvědčen o jejich nutnosti.

Štěrbinový list 10 je znázorněn na obrázku 3 v roztaženém stavu. Štěrbinový list 10 je jednoduše roztažitelný tažením opačných konců 22, 24 ve směru naznačeném prostřednictvím šipek B, C. Roztažení štěrbinového listu 12 otvírá řady štěrbin 14, 16, aby se vytvořilo seskupení hexagonálních komůrek 26. Protože je štěrbinový list roztažen, prostory 20 jsou zvětšeny, aby vytvořily sekce 30, 32, 34 vytvářející dvě podobné strany každé hexagonální komůrky 26, které se otáčí nahoru a horizontálně, aby vytvořily zvýšený tlumicí efekt. Velikost neporušené části 20 mezi štěrbinami 14, 16 a vzdálenost mezi řadami štěrbin 14, 16 určují úhel zvětšených sekcí 30, 32, 34. Čím větší úhel, tím větší opěra. Úhel komůrek 26 dovoluje komůrkám 26 být v kontaktu s předmětem bez plné abrazivní síly čisté vertikály v důsledku schopnosti se ohýbat. Úhly vytvořené zvětšenými sekcemi 30, 32, 34 také slouží k upevnění štěrbinového papíru 10 na něj samý. Neporušená část 20 pomáhá v zadržování "paměti" papíru, vytvářejíce tažný efekt jak se papír snaží vrátit do jeho původního tvaru. Vertikální hřeben by zadržel "paměť" na krátkou časový úsek před vrácením do jeho původní polohy. Jakmile je papír vrácen do jeho originální polohy, ztrácí na jednotnosti, nezajišťující již tlumení. Efekt vzájemného zajišťování rovněž dovoluje snadnou ochranu a optimalizuje ovíjení. Sklon oblastí neporušených částí je menší než 90 stupňů, a tedy předmět, který má být chráněn, je vystaven podstatně menšímu abrazivnímu působení než by byl vystaven, pokud by předmět zůstal na pevné opoře v 90 stupních k jeho povrchu. Oblasti neporušených částí tedy mají kapacitu k vytvoření pružné neabrazivní podpěry.

Použití recyklovaného papíru, pokud je řádně využita pevnost, vytváří velice pevné obalové médium jakmile je

papír otevřen. Recyklovaný papír má menší schopnost roztažení a je vystaven trhání před tím, než je otevřen, pokud textura A není umístěna kolmo na řady štěrbin 14, 16. Recyklovaný papír s nižší pevností v protlačení může být použit jakmile je jednou otevřen, šestihranné komůrky mohou být vytvořeny dostatečně tuhé, aby se kompenzovala tenkost. Tato tuhost může být změněna v době výroby počtem kalandrových válců.

Obrázek 4 znázorňuje způsob použití štěrbinových listů 10 pro zabalení předmětu 42. Štěrbínové listy 10 byly roztaženy a umístěny "rozkouskované" uvnitř kontejneru 48, vyplňující tak kontejner 48 přibližně z 1/4. Předmět 42 je umístěn uvnitř kontejneru 48 a přídatné štěrbinové listy 10 jsou použity a rozdrobeny, vyplňující otevřený prostor 40 kolem a na vrcholu předmětu 42. Hexagonální komůrky 26 štěrbinových listů 10 zachycují vzduch kolem předmětu 42 a zajišťují tak dodatečnou oporu. Zvětšené sekce 30, 32, 34 zajišťují nepevnou oporu, která dovoluje předmětu, aby zůstal neovlivněn vnějšími vlivy (zaznamenáno v počtu G). Protože jsou aplikovány síly prostřednictvím vibrace a nárazů vnitřní balení předloženého vynálezu se však nezhroutí a nezploští, ale umožní nějaký výtěžek, čímž zabrání, aby předmět 42 zasáhl tvrdý povrch.

Alternativní použití štěrbinových listů 10 je znázorněno na obrázku 5. Je použit delší štěrbinový list 10, který má dostatečnou délku, aby zajistil mnohonásobné zabalení okolo předmětu 42. Štěrbínový papír 10 je roztažen, aby dovolil zvětšeným sekcím 30, 32, 34 vytvořit ochranné hexagonální komůrky 26. Štěrbínový list 10 je nabalen kolem předmětu 42 ve směru šipky B, C, čímž vynucuje nepřetržité roztažení hexagonálních komůrek 26 a umožňuje jim překrýt

vrstvu pod nimi. Zvětšené sekce 30, 32, 34 vytváří tlumicí efekt a zachycují vzduch. Je použit dostatečný počet listů, aby se vyplnil prázdný prostor 40 v kontejneru 48. Vzájemné zajišťování dané zvětšenými sekcemi 30, 32, 34 dovoluje dalšímu listu, aby se zachytil na dříve nabalených listech bez potřeby zvláštního upevňování.

Přednostní provedení otvorů je znázorněno na obrázcích 6, 7 a 8. Obrázek 6 znázorňuje neotevřené štěrbinu 14, 16 a jasněji znázorňuje poměry mezi štěrbinami 14, 16 a neporušenou částí 20. Štěrbinové délky 14L, 16L jsou udržovány na stejné velikosti v průběhu celého řezacího procesu. Štěrbinový prostor 36 mezi všemi štěrbinami 14, 16 je rovněž udržován na úrovni stejné vzdálenosti jako řádkovací prostor 38. Čím je řádkovací prostor 38 užší, tím menší je neporušená část 20, která je nucena se zešíkmit, a tím více je šestiúhelníků, které jsou vytvářeny. Naproti tomu, čím větší je řádkový prostor 38, tím větší je neporušená část 20 a tím méně je komůrek 26. Velikost úhlů ne rovněž závislá na velikosti řádkového prostoru 38, například menší prostor vytváří ostřejší úhly. Štěrbinový prostor 36 má přímý vliv na snadnost otevření a počet komůrek 26. Obrázek 7 znázorňuje štěrbinu 14, 16 v částečně otevřeném stavu. Komůrky 26 jsou úzké a neporušená část 20 není úplně zprohýbána. Štěrbinu 14, 16 byly úplně protaženy na obrázku 8, dovolující tak o něco méně než 90% ohnutí neporušené části 20.

Protože se velikost komůrek 26 zvětšuje, nabývá kvalita řezu na důležitosti. Čím větší je komůrka 26, tím větší je deformace, dokud deformace nedosáhne takového bodu, kdy neporušená část 20 leží plochá kolem okrajů textury místo aby vytvářela šestiúhelníky, jak je znázorněno na

obrázku 9. Komůrka 40 byla maximálně napnuta a vytváří čtverce nebo pravúhelníky, místo aby vytvářela šestiúhelníky. Roztažení v tomto rozsahu zajišťuje malý nebo žádný tlumicí efekt neporušené části 42. Čím větší je požadovaná výška, tím čistší a přesnější musí být řez. Aby se zajistilo vlastní zprohýbání, musí se papír přesunout o 90° stupňů vzhledem ke směru napínání a podobně zvětšit i co do délky. To způsobí velké zatížení každého konce štěrbin 14, 16, protože se snaží otevřít se v opačném směru, čímž zesilují nutnost umístit texturu A papíru do pravého úhlu ke štěrbinám 14, 16.

Délka štěrbin 14, 16 a poměr mezi intervalem neporušených částí mezi štěrbinami ovlivňuje velikost mnohoúhelníků, které jsou vytvářeny v průběhu roztahovací operace. Čím větší je poměr délky štěrbin k délkovému intervalu, tím větší je maximální úhel, který může být vytvořen mezi rovinou listu a rovinami oblastí neporušených částí. Čím je větší jednotnost tvaru a velikosti vytvořených jako mnohoúhelníky tvarovaných otevřených oblastí a úhel, ve kterém jsou oblasti neporušených částí skloněny vzhledem k ploše papíru, tím větší je stupeň, ve kterém může být dosaženo vzájemného spojení oblastí neporušených částí. Vzájemné spojení oblastí neporušených částí, to je vzájemného zapadnutí vrstev papíru, snižuje účinnou tloušťku listů. Avšak síťový efekt je stále velkým zvýšením efektivní listové tloušťky. Například 0,008 palce (0,02 milimetru) silný papír se štěrbinovou osnovou s 0,5 palce (12,7 mm) štěrbinou, 1/16 palce (1,6 mm) neporušené části krát 1/8 palce (3,3 mm) řádkového prostoru se může roztáhnout na přibližně 1/4 palce (6,4 mm) a bude mít účinnou síťovou tloušťku při vzájemném zapadnutí přibližně 0,375 palce (9,5 milimetru).

· Čím delší je štěrbina vzhledem k tuhosti listového materiálu, tím slabší je vzájemný spojovací efekt a tlumicí efekt díky slabosti roztažené struktury. Velikost komůrky, která vede k maximálnímu roztažení na 100% nebo více neroztažené délky, vede k doplňkové slabosti roztažené struktury. Pokud jsou štěrby příliš malé, může být roztažení jen těžko omezeno a tlumení může být nadměrně omezeno. To neznamena, že rozměry jsou úzce kritické, ale že rozměry musí být vybrány vzhledem k charakteristice papíru, jako například stupni tuhosti a tlumení nebo požadovaným efektům tlumení energie. Odolnost proti roztažení se zvětšuje vzhledem ke zvětšení velikosti oblastí neporušených částí. To znamená, že je vyžadována určitá odolnost proti otevření. Předmět spočívá na nebo je v kontaktu s okrajem listu vytvarovaným skloněním oblastí neporušených částí, jež otáčí obvod otvorů do horních a dolních okrajů.

Papír, na rozdíl od kovu, za působení tlaku neteče. Je třeba říci, že kov je tažný nebo tvárný a může být řezán a roztahován aniž by nutně muselo dojít v oblastech neporušených částí ke zvětšení vytváření sklonění s ohledem na rovinu kovového listu. V tomto ohledu je vyžadována pozornost k patentu US 4 089 090, které popisuje vytváření roztažené tabule plechové mřížoviny bez průvodního zvětšení hloubky tabule.

Jak zde bylo uvedeno, mohou se štěrbinové rozměry měnit, aby se usnadnil proces otevření. 5/8palce (15,9 mm) štěrbina, 3/16 palce (4,8 mm) neporušená část krát 3/16 palce (4,8 mm) řádkový prostor se otevírá velice snadno, protože počet šestiúhelníků je zredukován. Pokud jsou velikosti šestiúhelníků zvětšeny a počet zmenšen, je

roztažená tloušťka zvětšena, vytvářejíce tak velice užitečný balicí materiál. Dimenzování zvětšuje výnosnost papíru a zajišťuje téměř stejnou ochranu jako 0,5 palce (12,7 mm) štěrbin. Dimenzování zajišťuje méně nákladný výrobek při využití většího obsahu znovu použitého odpadu při současném udržování celistvosti balicího produktu. 0,5 palce (12,7 mm) štěrbin, 1/16 palce (1,6 mm) neporušená část krát 1/8 palce (3,2 mm) řadový prostor vytváří obal s větší ochrannou díky většímu počtu obalů, které mohou být vytvořeny v rámci stejného objemu. 2,5 librová (1,1 kg) váza může být chráněna od 30 palců (762 mm) výšky s pouze 0,5 palce (12,7 mm) prostorem kolem vázy 0,5 palce (12,7 mm) štěrbinovou předlohou.

Obrázky 10 a 11 podrobněji znázorňují zvyšovací efekt štěrbinového listu 10 prostřednictvím koncového pohledu. Zvýšené části 60 jsou přibližně v úhlu 30° od původní roviny. Zvýšené části 60 představují širší řádkový prostor 38 než zvýšené části 64 z obrázku 11. Čím širší je řádkový prostor 38, tím více je neporušené části, která bude zprohýbaná, tím menší je úhel. Zvýšené části 64 z obrázku 11 mají úhel větší než 45° a jsou vytvořeny použitím užšího řádkového prostoru 38. Čím větší je úhel, tím větší je prohnutí a tím menší je možnost, že se komůrky uzavřou. Použití mnohonásobných vrstev, vytvářejících vzájemně zapadávající efekt, zabraňuje uzavření komůrek, způsobující, že v obecném použití není úhel tak důležitý.

Papír, jakmile byl roztažen, vytváří polotuhé vrcholy nebo neporušené oblasti. Tyto vrcholy, podobně jako pružina, na kterou působila a přestala působit síla, se vrátí do své původní polohy za předpokladu, že nebyla překročena jejich mez pružnosti. Pružná síla, vytvořená odolností papírových

vláken zpomaluje akceleraci síly. Práce, vytvořená pohybem polotuhých vrcholů, je jako síla aplikovaná prostřednictvím zboží elastická potenciální energie expandovaného materiálu.

Grafy na obrázcích 12 - 17 ukazují zatížení aplikované na roztažené listy prostřednictvím lisovací desky v závislosti na změnách tloušťky zatíženého roztaženého materiálu. Lisovací deska vyvozuje sílu přes povrch celého roztaženého listu. Aplikované zatížení, jak je znázorněno v grafu, není závislé na velikosti materiálu, na který je zatížení aplikováno. Tabulka II dále ukazuje převod z aplikovaného zatížení na zatížení v librách na čtvereční stopu. Zde popsané výsledky testů byly převedeny z celkového zatížení na list na libry na čtvereční stopu, aby se zajistil prostředek pro porovnání mezi listy rozdílné velikosti. První sloupec tabulky I je aplikované zatížení, druhý sloupec určuje libry na čtvereční stopu neroztaženého materiálu a třetí sloupec libry na čtvereční stopu roztaženého materiálu. Jak je zřejmé z tabulky I, je-li určována únosnost, požadovaná pro ochranu jednotky, může být určena prostřednictvím čtvercové délky ve stopách buďto roztaženého nebo neroztaženého materiálu.

Zkoušky byly provedeny na listech o přibližné velikosti 19,25 palce (489 mm) krát 37,25 palce (946 mm). Délka listů byla kolem 1,25 palce (31,8 mm) nerozřezaného materiálu, štěrbinová oblast je tedy slabě pod 20 palců (508 mm) krát 3 stopy (914,4 mm). Listy byly roztaženy na délku 4 stopy (1 219,2 mm), z čehož vyšel roztažený povrch kolem 5,5 čtverečních stop ($1\,676,4\text{ mm}^2$) v porovnání s přibližně 5 stopami ($1\,524\text{ mm}^2$) neroztaženého. Mírné roztažení listů poskytuje celkové zvětšení délky kolem 1/3, zatímco poskytne pouze přibližně 10% zvýšení plošného

rozměru díky zmenšení šířky. Listy byly schopné dalšího roztažení na přibližně 60 palců (1 524 mm), ale nebyly zkoušeny při maximálním roztažení. Jedinečnost vynálezu spočívá v tlumícím výsledku dosaženém prostřednictvím méně než 10% roztažení povrchové oblasti. Toto zvětšení oblasti povrchu doprovází zvětšení tloušťky. Je to zvětšení tloušťky nejméně přibližně 10 ohybů, které vytvoří výrazný tlumicí efekt. Při zkouškách byly listy vystaveny počátečnímu zatížení dokud nebylo dosaženo stabilizace.

Při vyhodnocování hodnoty tlumících údajů by mělo být vzato v úvahu, že blok betonu má větší únosnost, ale nemá schopnost tlumit náraz, nebo velice malou pružnost. Aby se utlumil náraz, musí být hybnost chráněného předmětu postupně pohlcena pružností tlumícího materiálu, protože náhlé zastavení způsobí zničení. Musí tedy dojít k podstatnému, postupnému zpomalení předmětu, které je způsobeno elastickou silou odporu tlumícího materiálu proti deformaci. Čím větší je množství práce vyvinuté při kontinuálním pohlcování nárazu, tím větší je efektivita tlumení. Vyvinutá práce je přímo úměrná elastické síle tlumícího materiálu. Lehký papír podle patentu US 4 832 228 má malou elastickou potenciální energii z důvodu slabosti méně než 30 librového (13,59 kg) papíru použitého ve vynálezu podle patentu. Je zmíněno, že hmotnost papíru je v librách na tisíc čtverečních stop před roztažením. Štěrbínová textura tohoto materiálu dovoluje roztažení o hodnotu větší než 100% jeho neroztažené délky. Tento materiál může uplatnit pouze malé množství energetického pohlcení v průběhu zpomalování předmětu, který je chráněn, pokud není započítána pevnostní kvalita adhezivního materiálu, při které je zpomalení nadměrné. Navíc je materiál použit způsobem, při kterém není vzájemně pospojován, a pro strukturní pevnost se spoléhá na

přilnavost. Přítomnost pevné přilnavosti je antagonistická k požadavkům tlumícího materiálu. Je tedy evidentní, že tento materiál nemůže být použit jako tlumící materiál. Je dále uvedeno, že materiál by se za působení slabé síly rozdrtil, a proto by nebyl vhodný k ochraně předmětu proti opakovanému nárazu v průběhu dopravy.

Roztažený papír podle vynálezu se v počátku deformuje, čímž absorbuje náraz. To je ukázáno na obr. 16, na kterém graf znázorňuje deformaci balicího materiálu za použití zatížení 4 100 liber (1 857,3 kg). Papír postupně pohlcuje náraz, jak zatížení tlačí směrem dolů, až dosáhne mez pružnosti v bodu A. Jakmile bylo dosaženo většího stlačení než bod A, balicí materiál dosáhne meze pružnosti a nemůže již znovu získat svůj původní tvar, přestanou-li deformační síly působit. Protože je stlačení zvětšeno za mez pružnosti, je dosaženo meze průtažnosti a vlákna se poruší, ale protože jsou mez pružnosti a mez průtažnosti tak blízko a je těžké je oddělit, budou zde obě body uváděny jako mez pružnosti. Přídavná síla slouží pro rozdrčení struktury a papír se sám nastaví v bodu B při zajišťování dodatečného tlumení až je dosažen bod C, ve kterém je už produkováno při zvětšeném zatížení jen malé nebo dokonce žádné stlačení. Typicky, je-li jednou dosažen bod A zatížení/deformace, je potom jakákoli absorpce obecně příliš tuhá pro zajištění požadovaného tlumení. Ačkoli znovunastavení, bod B, může zajistit přídavnou oporu nebo tlumení, ve zde popsaném testu nebyl tento faktor uvažován. Jak již bylo dříve uvedeno, jakmile byla překročena mez pevnosti, ztrácí materiál schopnost zajistit další tlumení.

Při použití v mnoha vrstvách, je obdržen dodatečný přínos, protože vrstvy jsou zatížením vzájemně svázány

a zajišťují zvýšené rozdělování nárazových sil nebo absorpční energie. Spojování vrstev má tendenci vzájemně ovlivňovat absorpční charakteristiky každé vrstvy. U mnohovrstevného systému mohou být tlumicí efekty křivkové oblasti A - B podstatné a každá vrstva může mít svůj bod A zatížení/deformace modifikován rozdílně nebo nezávisle. Použití mnohonásobných vrstev proto zajišťuje maximální tlumicí efekty.

Přínos z řešení roztaženého papíru může být dále oceněn, pokud je posuzován z hlediska rozptýlení nárazových sil. Vždy se rozšiřující síť pramenů uvnitř papíru pohlcuje a rozptyluje energii předmětu, jehož pohyb je zpomalován. Papír obsahuje mnoho vzájemně nevyrovnaných vláken, vytvářejíce tak ekvivalent netkané textilie. Neseřazená vlákna nutí předmět, aby přišel při nárazu do kontaktu s mnohem více vlákny, rozdělující tak energii podél os vláken do každého místa křížení, kde je rozptýlena. Pojivo ve vláknech zabraňuje nárazové vlně, aby posunula vlákna vedle, zajišťující tak vyšší přenosovou účinnost. Ideálně by struktura měla nárazovou energii spíše rozptýlit, než ji překážet. Napětí vláken pomáhá v pohlcování energie přenášením síly vytvořené podél vláken. Při použití v mnoha vrstvách je získán rozšířený tří rozměrový účinek, protože energie je současně rozptylována analogicky k efektu vlnění při pádu oblázku do vody od vrstvy k vrstvě. Efekt vlnění, který byl zmíněn, existuje v každé vrstvě. Listy plastické hmoty, které byly testovány, jak je znázorněno na obrázcích 18 - 23, byly relativně nepružné a bez dostatečné elastické síly pro vytvoření signifikantního stupně nárazového pohlcení. V podstatě slabý plastický film nevyhověl minimálnímu prahu únosnosti. Což jinak v technické terminologii znamená, že mez pružnosti a elastická

potenciální energie plastového filmu nebyly adekvátní pro materiál, který měl být použit jako tlumicí. Speciálně únosnost méně než 100 liber/čtvereční stopu ($0,08 \text{ kg/mm}^2$) není adekvátní pro zajištění minimálních požadovaných výsledků. Použití mnoha vrstev může odchýlit nebo zmírnit problémy v souvislosti s nízkou únosností, ale na této úrovni, by bylo požadován nepraktický počet vrstev, což by prakticky vyloučilo použití expandovaného plastického materiálu jako tlumicího materiálu. Expandované plastické listy toho typu, který je popsán v patentu US 3 958 751 tedy nejsou adekvátní co do funkce jako vyplňovací nebo balicí materiál pro tlumení předmětů v průběhu dodávání. Druhý extrém představuje expandovaný vyztužovací listový materiál podle patentu US 4 259 358, který je příliš tuhý, aby mohl fungovat jako tlumicí materiál. Materiál popsáný v US 4 259 858 má málo pružnosti, čímž má minimální elastickou potenciální energii pro tlumení předmětů. Patent US 4 937 131 se týká tlumících materiálů z pilařského odpadu. Termín tlumicí materiál, jak je zde používán, odpovídá termínu používanému v US 4 937 131, jehož popis je zde zahrnut, jak je znovu zmíněn celý za účelem definování termínů a dosavadního stavu techniky ve vztahu k požadavkům tlumících výrobků, nebo tlumicího pilařského odpadu pro použití jako balicích nebo vyplňových materiálů.

Termín pilařský odpad je použit ve stávajícím stavu techniky, například v patentu US 4 937 131 a zde uvedených patentů, a termín tlumicí materiál, jak je zde použit, znamená materiál mající dostatečnou schopnost absorpce nárazu, aby se ochránil předmět při dopravě. V podstatě musí být tlumicí materiál schopen absorbovat energii nárazu, čímž zabrání zničení předmětu. Energie nárazu je zpravidla vyjadřována jako elastická potenciální energie. Materiál,

který je popsán v patentech US 4 832 228 a 3 958 751, které musí být použity v nadměrné tloušťce, aby zajistily určitý stupeň tlumení, díky nízké únosnosti, nejsou zahrnuty do pojmu tlumicí materiál. Navíc tyto posledně uvedené materiály mají tak nízký mez elasticity, že nemohou být použity pro pohlcení opakovaného nárazu, jak by bylo požadovaná pro ochránění předmětu při dopravě. Například, pokud je nutné vyplnit materiálem schránku o 64 krychlových stopách ($1,8 \text{ m}^3$), aby se ochránil předmět o 1 libře ($0,453 \text{ kg}$), 2 palce ($50,8 \text{ mm}$) v průměru a dlouhý 1 stopu ($304,8 \text{ mm}$), není materiál zahrnut termínem pilařský odpad nebo tlumicí materiál.

Minimálně je vyžadována únosnost 150 lb/ft^2 (liber na čtvereční stopu) mnohonásobné vrstvy, aby se zjistily minimální požadované výsledky. Jsou-li baleny lehké předměty, nebo jsou předvídané minimální problémy při zacházení, byly by použity nejméně dvě nebo tři vrstvy expandovaného listového materiálu.

Při únosnosti 250 lb/ft^2 mohou být mírně choulostivé předměty chráněny prostřednictvím odpovídajícího množství vrstev expandovaného materiálu. Obvykle jsou pro choulostivé předměty na této minimální úrovni vrstev vyžadovány tři vrstvy.

Při únosnosti kolem 300 lb/ft^2 je zaznamenáno zvýšení použitelnosti. To znamená, že úroveň 300 liber/ft^2 má opravdu široké uplatnění.

Při únosnosti kolem 400 lb/ft^2 je v podstatě dosaženo univerzální použitelnosti, zejména díky násobnému efektu, dosaženému použitím množství vrstev.

.. Jinou proměnnou, která má vliv na výsledky, které mohou být dosaženy, je tloušťka expandovaného materiálu. Použití větší expandované tloušťky na list může zajistit zvýšenou elastickou sílu, čímž se zvýší odolnost proti síle a zvýší mez elasticity. Použití mnoha vrstev, aby se dosáhlo požadované tloušťky je upřednostňováno díky vzájemnému působení zapadáním a uzavíráním mezi sousedními vrstvami a zvětšenému rozdělování sil mezi vzájemně zapadlými vrstvami. Horní mez není přísně kritická, samozřejmě s výjimkou přebytku tuhosti, který je kontraproduktivní. Únosnosti v přebytku 2 000 liber/vrstvu, indukují tuhé materiály, které jsou obvykle nadměrně abrazivní s nízkou elasticitou. U přednostního provedení by únosnost byla v rozmezí 500 až 1 500 na čtvereční stopu, aby se zajistila optimální elastická síla. Použití mnoha vrstev zvyšuje množství rozptýlení na jednotku hmotnosti, která mohou být získána z tlumícího systému. Přídavně zvýšená efektivní únosnost může být získána díky signifikantnímu množství pohybů, které je obdrženo při vysokých zátěžích.

Jiný způsob hodnocení efektivnosti tlumícího efektu se vztahuje ke sklonu oblouku čáry, která představuje zatížení ve vztahu k pohybu. Pokud je oblouk nadměrně strmý, jedná se o minimální nárazovou absorpci, protože materiál vykazuje málo elasticity. Únosnost je maximální zatížení, které roztážený list může snést před tím, než se sklon stane příliš strmý. V následujících zkouškách je únosnost označena za maximální zatížení, které může být ustáleno před dosažením meze pružnosti.

Vyjádřeno jinak, je to nadměrný sklon, který představuje zpomalení, které je příliš tak velké, že vytváří

neadekvátní pohlcení nárazu. Nadměrně mírné sklony ukazují na materiál, který má příliš málo elastické síly, takže vyvíjí málo nebo žádný odpor proti aplikovaným silám. Aby se překonal tento nedostatek elastické síly nebo nadměrné elasticity, musí být materiál nadměrně tlustý, aby vytvořil pohlcovací účinek síly nárazu mezi předmětem a roztaženým materiálem. Únosnost v rozsahu kolem 250 do asi 1 000 lb/ft² by měla být vhodná pro použití s odpovídajícím počtem vrstev expandovaných listů, obvykle dvou až čtyřech vrstev expandovaných listů.

Co se týká pohybu materiálu, měl by mít roztažený list celkovou deformační kapacitu nejméně 25% své roztažené tloušťky. Deformace je přednostně zejména kolem 1,27 mm při zatížení nejméně 500 lb/ft². Deformace nejméně 1,27 mm při zatížení 2 000 lb/ft² zajišťuje extrémně efektivní výsledky.

Únosnosti v přesahu 3 000 lb/ft² rozšíří rozsah užitečného použití roztaženého listu tlumícího materiálu.

Jak je znázorněno v grafu na obrázku 15, původní deformace se uskuteční přes kompresní vzdálenost kolem 0,18 palce (4,8 mm) při zatížení kolem 5 125 liber (2 322 kg). Je třeba uvést, že při zatížení 5 125 liber (2 322 kg) se list náhle zhroutil, pak pokračoval v progresivní kompresi přes vzdálenost 0,5 palce (1,27 mm). Jak bylo uvedeno, druhá fáze komprese má sklon být příliš prudká v hodnotách zatížení hmotnosti na čtvereční jednotku na vzdálenost stlačení a proto nebyla uvažována při hodnocení zde popsaných materiálů. První fáze stlačení je definována jako oblast, ve které je přítomna podstatná zatěžovací kapacita.

Byly provedeny stlačovací testy na následujících pěti

(5) typech balicích tlumících materiálů:

<u>Množství</u>	<u>Popis</u>	<u>Tloušťka</u>	<u>Upevňovací prostředek</u>
5	papír	0,078	nevázaný
5	papír	0,078	vázaný
4	plast	0,030	vázaný
5	plast	0,080	vázaný
5	plast	0,040	vázaný

Materiály byly zkoušeny za použití následujících údajů:

předem upravená teplota	+23/-3°C
předem nastavená relativní vlhkost	50+/-5%
předem nastavená doba	24 hodin (minimum)
použitelné technické podmínky	ASTM D642-90
testovací zařízení	pevné smykadlo
směr vyvozeného zatížení	od vrchu k základně
strojní rychlost	0,5 palce/min 12,7 mm/min
zjišťované testované hodnoty	zatěžovací výchylka (délk. jednotka) na konvenční mez průtaž- nosti (jednotka hmotnosti)

<u>Vybavení</u>	<u>Výrobce</u>	<u>Model</u>
stlačovací tester	LAB	5250
teplota/vlhkost	ATL	externí komora s vlastním vchodem
smyčkový psychrometr	Taylor	N/A

Testovací předměty byly pod úplným zatížením

v jednotkách hmotnosti pod tlakovou deskou. Celkový čtvereční rozměr listu expandovaného materiálu se mění, protože je list roztažen na jeho maximální expandovanou délku. Avšak vzhledem k rozsahu vynálezu 10% rozdíl mezi 1000 psf (libra na čtvereční stopu) a 900 psf není podstatný. Porovnávání únosnosti mezi dvěma listy může být vhodné, i když je jeden list úplně expandovaný a druhý list je expandovaný částečně.

Shrnutí výsledků testu je dále znázorněno v Tabulce I.

TABULKA I

test číslo	konvenční mez průtažnosti (libry)	přemístění (palce)
1	2475	0,155
2	2975	0,105
3	3265	0,190
4	2412	0,140
5	2062	0,130
6	5150	0,190
7	5125	0,180
8	4950	0,205
9	4100	0,190
10	2612	0,173
11	58/260	0,170
12	55/225	0,145
13	58/175	0,160
14	57/150	0,140
15	55/175	0,215
16	55/190	0,230
17	57/175	0,260

18	55/210	0,230
19	58/200	0,260
20	55/125	0,085
21	59/125	0,120
22	60/150	0,140
23	63/155	0,140
24	60/180	0,140

Testovací čísla 2, 3, 5, 7, 10, 1, 14, 15, 19, 20 a 23 byly zahrnuty jako odpovídající obrázky 12 - 22. Aby se zabránilo použití nadměrného počtu obrázků, jsou všechny výsledky všech čísel testů uvedený shora. Pro testy 11 až 24 jsou pro mez průtažnosti uvedeny dvě sady čísel. Nižší hodnota je bod, ve kterém se materiál drtí a vyšší hodnota je maximální zatížení.

Obrázky 12 - 14 znázorňují výsledky zkoušek, které byly provedeny na nevázaném papíru s tloušťkou 0,078. Na obrázku 12 je bod A meze elasticity dosažen při hmotnosti 2 975 liber s přemístěním 0,105 palce; na obrázku 13 je bod A meze pružnosti dosažen při 3 265 librách s přemístěním 0,190 palce; a na obrázku 14 je mez pružnosti 2 062 liber s přemístěním 0,130 palce. Vzorky nevázaného papíru měly sklon vrátit se po dokončení stlačování do svého původního neroztaženého stavu.

Obrázky 15 - 17 znázorňují zkoušky provedené na vázaném papíru s tloušťkou 0,078. Na obrázku 15 je bod A meze pružnosti dosažen při hmotnosti 5 125 liber s přemístěním 0,180 palce; na obrázku 16 je bod A meze pružnosti dosažen při 4 100 liber při přemístění 0,190 palce; a na obrázku 17 je mez pružnosti 2 612 liber s přemístěním 0,173 palce. Vzorky vázaného papíru vykázaly

důkaz o deformaci po dokončení stlačovacího zkoušení.

Obrázky 18 a 19 znázorňují zkoušku provedenou na vázaném plastu s tloušťkou 0,030. Na obrázku 18 je bod A meze elasticity dosažen při hmotnosti 58 liber s přemístěním 0,170 palce a na obrázku 19 je bod A meze pružnosti dosažen při 58 librách s přemístěním 0,160 palce.

Obrázky 20 a 21 znázorňují zkoušku provedenou na vázaném plastickém materiálu s tloušťkou 0,080. Na obrázku 20 je bod A meze elasticity dosažen při hmotnosti 57 librách s přemístěním 0,140 palce a na obrázku 21 je bod A meze elasticity dosažen při hmotnosti 58 librách s přemístěním 0,260 palce.

Obrázky 22 a 23 znázorňují zkoušku provedenou na vázaném plastu s tloušťkou 0,040. Na obrázku 22 je bod A meze elasticity dosažen při hmotnosti 55 librách s přemístěním 0,085 palce a na obrázku 23 je bod A meze elasticity dosažen při hmotnosti 63 libry s přemístěním 0,140 palce.

Předcházející grafy obrázků 12 - 23 vykazují křivky podobné těm, které jsou vytvořeny pryží. Výsledky, které mohou materiály vytvořit díky Hookovu zákonu, neplatí u štěrbinových materiálů, protože není mezi elastickým roztahem a aplikovanou silou závislost daná přímkou. Toto snížení elastické síly musí být proto potlačeno použitým materiálem. Jak je znázorněno na obrázcích, má plast malou elastickou sílu, nebo odolnost proti vynaloženému tlaku. Papír podle předloženého vynálezu díky odolnosti materiálu působí proti snížené elastické síle a zpomaluje předmět.

Obrázek 24 znázorňuje vztah mezi obrázky 15 a 18. Jasně znázorněný tlumicí efekt plastu čáry C se neblíží tlumicímu efektu předloženého vynálezu, čára D.

Vzájemný vztah mezi úhrnným zatížením librách a zatížením na čtvereční stopu expandovaného materiálu a zatížením na čtvereční stopu neroztaženého materiálu je dáno v následující tabulce.

TABULKA II
převáděcí tabulka

Absolutní zatížení	Zatížení/čtver.stopu neroztažený	Zatížení/čtver.stopu roztažený
6000	1200	1091
5000	1000	909
4000	800	727
3000	600	545
2000	400	364
1000	200	182
900	180	164
800	160	145
700	140	127
600	120	109
500	100	91
400	80	73
300	60	55
200	40	36
100	20	18

Z obchodního hlediska může balení předmětu představovat následující kroky. Listový materiál odrolovaný

z nepřetržité role materiálu a roztažený, jak je použit pro zabalení a vložení předmětu. Listový materiál je potom odřezán nebo odtržen od role a balicí činnost je dokončena. U jiného provedení je materiál dodáván ze své role na druhou roli, která rotuje rychlostí, která je vyšší než obvodová rychlost první role, čímž se listový materiál, jak je odmotáván, napíná a roztahuje. Tento postup dovoluje, aby byl listový materiál otevřen na maximální stav, ve kterém se šestiúhelníky roztáhnou do pravoúhlého uspořádání. V případě v podstatě válcovitých předmětů, jako jsou nápojové láhve, se plochý materiál roztáhne přes délku láhve a tvaruje se kolem vrcholu a dna láhve, čímž předmět úplně uzavře.

Štěrbinové listy jsou vyráběny vysokou rychlostí za použití upravené rotační řezačky v kombinaci s konvenčním navíjecím a odvíjecím zařízením. Rotační řezačka využívá dva ocelové válce, horní obsahuje setrvačnick, který má řezací okraje. Dřevěné řezací lisovadlo bylo upraveno, aby obsahovalo nože namontované v předřezaných štěrbinách nalézajících se ve dřevě. Aby se vytvořil přídatek upraveného dřevěného řezacího lisovadla, a aby se umožnila snadnější výměna zničených nožů, je horní válec vyroben s řadou závitových děr pro upravení obrobených šroubů. K válci je použitím šroubů, které drží řezací nůž v poloze, upevněn blokovací mechanismus. Spodní válec je upraven prostřednictvím přidání pružného povrchu, nazvaného běhoun. Běhoun umožňuje noži z horního válce projít skrz papír a vniknout do povrchu běhounu. To zajišťuje řezání skrz papír a zabraňuje nutnosti válce, který by musel být dokonale spojen s rovnoměrnou obloostí a tlakem.

Odvíjecí a navíjecí výbava dovoluje rolím papíru, aby mohly být přímo použity v nepřetržitém provozu přímo od

zařízení, upravuje papír. Odvíjení umožňuje roli papíru, aby udržela konstantní napětí, jak role zmenšuje svůj průměr. Na obou stranách rotační setrvačnickové řezačky je použita kluzná dráha pro udržení papíru v rovné dráze. Opětné navíjení používá napětí pro řádné navinutí dokončeného zboží nebo může být vedeno k listovači, který řeže rolový balík na požadovanou délku.

Je třeba pochopit, že plnicí materiál listů podle předloženého vynálezu může být tvořen požadovanými a vhodnými rozměry v závislosti na dutých prostorech, které mají být vyplněny balicím materiálem. I když popis plnicího materiálové listového prvku podle předloženého vynálezu popisuje jeden příklad s ohledem na velikost a tloušťku, není úmyslem omezit rozsah vynálezu.

ÚŘAD
PRŮMYŠLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

Číslo	10 7957
Došlo	10. 11. 95

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Plochý roztažitelný listový materiál pro použití při vytváření roztaženého tlumicího materiálu pro chránění předmětu během zasílání vyplňováním prostorů v balení, který obsahuje: nejméně jeden list ohebného papírového materiálu; tento nejméně jeden list má v osnově množství od sebe vzdálených štěrbin, v y z n a č u j í c í s e t í m, ž e jednotlivé štěrbin y se rozkládají příčně od jednoho konce uvedeného nejméně jednoho listu papírového materiálu k protějšímu konci tohoto nejméně jednoho listového papírového materiálu, každá z uvedených řad má intervalová místa mezi následujícími štěrbinami; štěrbin y v každé řadě jsou umístěny vedle intervalového místa mezi po sobě jdoucími štěrbinami ve vedlejší rovnoběžné řadě štěrbin; ohebný papírový materiál a štěrbinová osnova v kombinaci tvoří po roztažení ve směru příčném na rovnoběžné řady štěrbin řadu šestihranných otvorů, které jsou ohraničeny neporušenými oblastmi a patními oblastmi, poměr prostoru mezi štěrbinami k délce štěrbin vytváří neporušené oblasti, které jsou podstatně větší, takže po roztažení vytvoří šestihranný otvor, otvory jsou obecně podobné ve tvaru i velikosti, v celistvé, stejnoměrně se opakující osnově, neporušené oblasti jsou otočeny o úhel nejméně kolem 45 stupňů a méně než 90 stupňů ze své neroztažené polohy; štěrbinová osnova vytváří roztažený list, který má únosnost nejméně 120 g/cm², deformační kapacitu nejméně 1,25 mm při zatížení kolem 250 g/cm² roztaženého materiálu, neroztaženou tloušťku řádově menší než kolem 0,25 mm a roztaženou tloušťku nejméně desetinásobek neroztažené tloušťky, a celkovou deformační kapacitu nejméně kolem 25% roztažené tloušťky.

2. Plochý roztažitelný listový materiál podle nároku 1 a v y z n a č u j í c í s e t í m, ž e papírový materiál má roztaženou tloušťku řádově nejméně kolem desetinásobku neroztažené tloušťky listu, když je roztažen na přibližně 130% své neroztažené délky, štěrbin y jsou v podstatě přímé čáry řádově kolem 10 mm dlouhé, intervalové místo mezi konci každých sousedních štěrbin je řádově kolem čtvrtiny čtvrtky délky štěrbin y a prostor mezi rovnoběžnými řadami je řádově kolem 3 mm.

3. Plochý roztažitelný listový materiál podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, ž e uvedený nejméně jeden list je jediný list v neroztažené nepřetržité roli.

4. Způsob chránění předmětu pro zasílání balením a tlumením tohoto předmětu v roztaženém listovém materiálu, v y z n a č u j í c í s e t í m, ž e uvedený nejméně jeden list roztažitelného listového materiálu je ohebný netkaný materiál, který má množství od sebe vzdálených rovnoběžných řad jednotlivých štěrbin ve štěrbinové osnově, rozkládající se příčně od jednoho konce papírového materiálu k protějšímu konci uvedeného nejméně jednoho listu, přičemž každá z řad má mezi po sobě jdoucími štěrbinami mezerové místo, štěrbin y v každé řadě jsou umístěny vedle mezerového místa mezi po sobě jdoucími štěrbinami ve vedlejší rovnoběžné řadě štěrbin, a v y z n a č u j í c í s e dále kroky: (a) roztažení délky nejméně jednoho listu roztažitelného listového materiálu roztažením protějších konců tohoto nejméně jednoho listu, aby se vytvořil nejméně jeden roztažený list, který má řadu otvorů, uvedený ohebný netkaný vláknitý listový materiál a štěrbinová osnova

v kombinaci, je-li roztažen na nejméně přibližně 130% své neroztažené délky, vytváří roztažitelný list, a kde uvedený ohebný materiál je papír, list je před balením uvedeného předmětu uvedeným papírem, který má řadu šestiúhelníkových otvorů, roztažen na tloušťku nejméně kolem desetinásobku neroztaženého materiálu uvedeného nejméně jednoho listu, uvedené otvory jsou ohraničeny neporušenými oblastmi a patními oblastmi, poměr prostoru mezi štěrbinami k délce štěrbin vytvářející neporušené oblasti, které jsou podstatně velké, takže to po roztažení vytvoří šestiúhelníkový otvor, uvedené otvory jsou obecně podobné ve tvaru i velikosti, v celistvé, stejnoměrně se opakující osnově, neporušené oblasti jsou ohnuty ze své neroztažené polohy v úhlu nejméně kolem 45 stupňů a méně než 90 stupňů, (b) obalení uvedeného nejméně jednoho roztaženého listu kolem předmětu tak, že se neporušené oblasti následujících vrstev listového materiálu vzájemně zajišťují, čímž zabráňují rozbalení listového materiálu obaleného kolem uvedeného předmětu, a (c) umístění obaleného předmětu v balení.

5. Způsob podle nároku 4, v y z n a č u j í c í s e t í m, ž e nejméně jeden list je papír v nepřetržité roli a zrno papíru je rovnoběžné s podélným směrem této nepřetržité role.

6. Způsob podle nároku 4, v y z n a č u j í c í s e t í m, ž e uvedený nejméně jeden list má odolnost proti roztržení v každé štěrbině meze pevnosti v tahu kolmo na každou štěrbinu řádově nejméně kolem 40 liber.

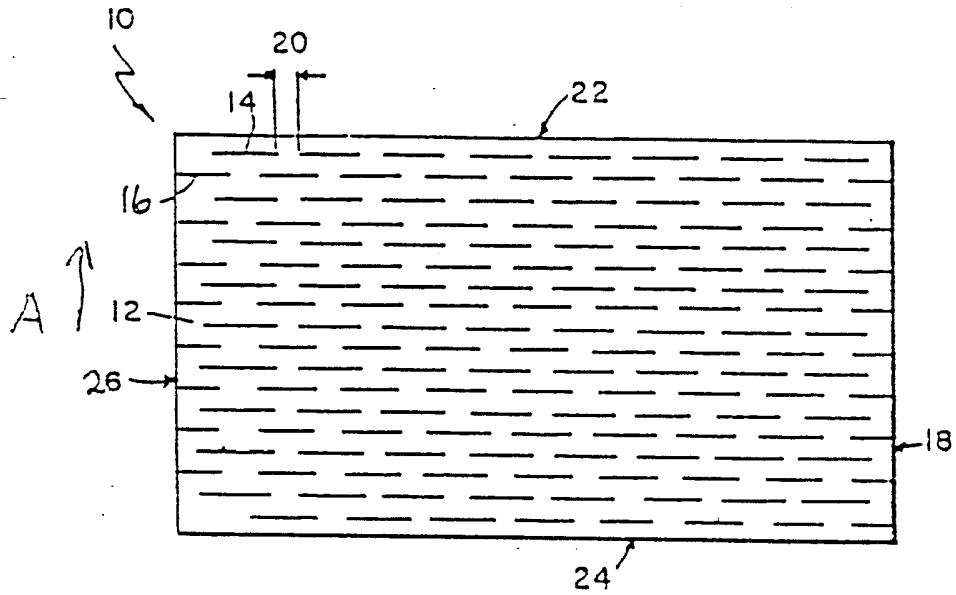
7. Předmět zabalený v ochranném tlumícím balicím materiálu zahrnující kombinaci; roztaženého tlumícího materiálu a předmětu, materiál zahrnuje nejméně jeden list

ohebného netkaného vláknitého listového materiálu, v y z n a č u j í c í s e t í m, ž e uvedený nejméně jeden list má množství štěrbin v osnově od sebe vzdálených rovnoběžných řad jednotlivých štěrbin rozkládajících se příčně od jednoho konce papírového materiálu k protějšnému konci uvedeného nejméně jednoho listu, každá z řad má mezi po sobě jdoucími štěrbinami mezerová místa; štěrby v každé řadě jsou umístěny vedle mezerového místa mezi po sobě jdoucími štěrbinami v sousední rovnoběžné řadě štěrbin; netkaný vláknitý listový materiál a štěrbinová osnova v kombinaci vytváří po roztažení na nejméně kolem 130% své neroztažené délky ve směru příčně na rovnoběžné řady štěrbin řadu šestiúhelníkových otvorů, otvory jsou ohraničeny neporušenými oblastmi a patními oblastmi, poměr prostoru mezi štěrbinami k délce štěrbin vytváří neporušené oblasti, které jsou podstatně velké, takže po roztažení vytvoří šestiúhelníkový otvor, otvory jsou obecně podobné ve tvaru i velikosti, celistvé, stejnoměrně se opakující osnově, neporušené oblasti jsou ze své neroztažené polohy ohnute v úhlu nejméně kolem 45 stupňů a menším než 90 stupňů, předmět, uvedený ohebný listový materiál je roztažen v obalen kolem tohoto předmětu, čímž je předmět zabalen v ochranném tlumícím balicím materiálu.

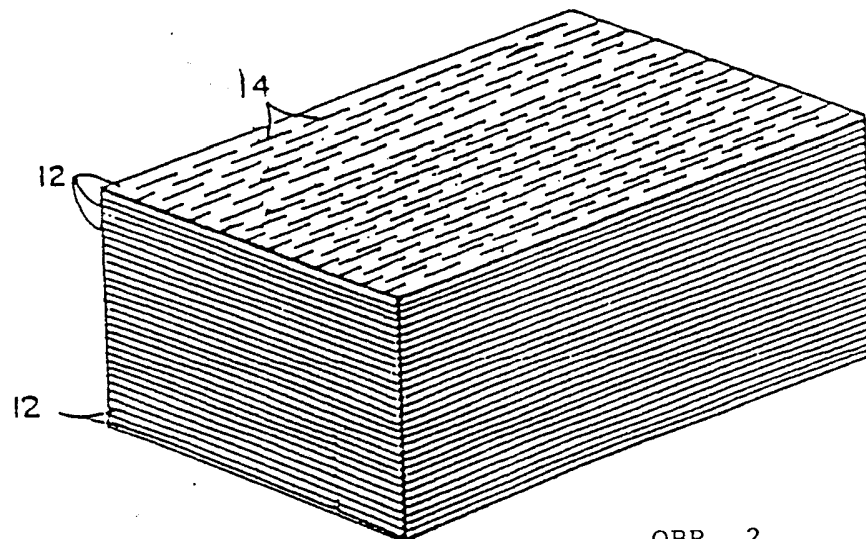
8. Způsob podle nároku 7, v y z n a č u j í c í s e t í m, ž e papír, který má tloušťku řádově menší než asi 0,8 mm a roztaženou tloušťku řádově nejméně kolem desetinásobku neroztažené tloušťky tohoto papíru.

9. Způsob podle nároku 7, v y z n a č u j í c í s e t í m, ž e vláknitý materiál je recyklovaný papír, který má průměrnou délku vláken, která je podstatně menší než u nerecyklovaného papíru.

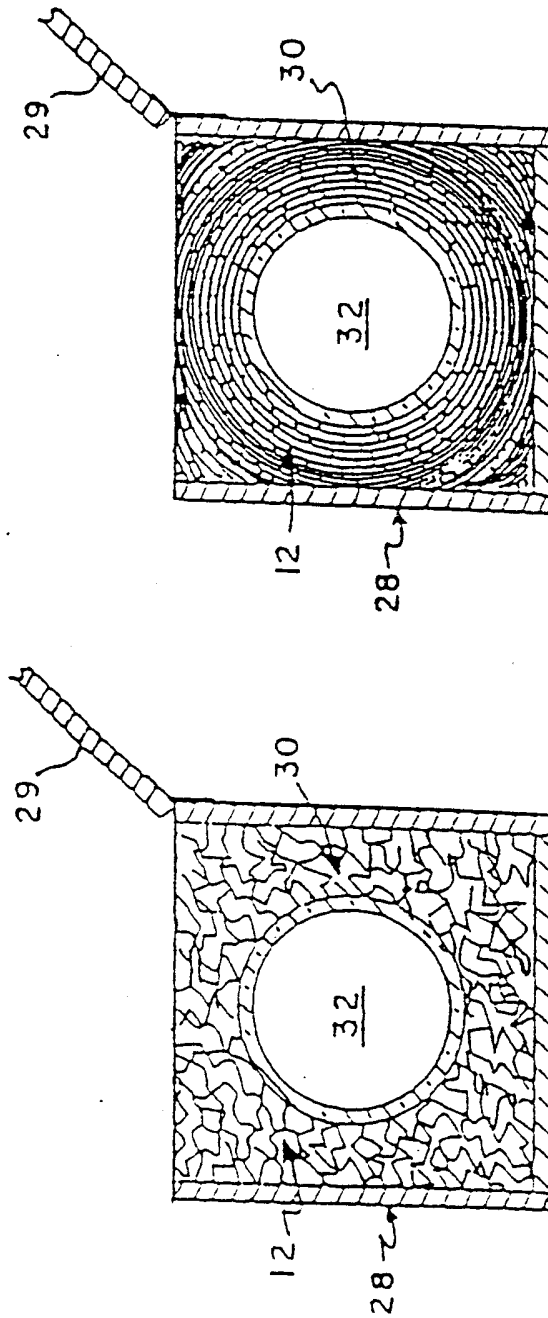
10. Způsob podle nároku 9, v y z n a č u j í c í s e t í m, ž e vláknitý materiál je recyklovaný papír, který má průměrnou délku vláken, která je podstatně menší než u nerecyklovaného papíru, a který má podstatně nižší orientaci zrn než recyklovaný papír, čímž tento papír má nižší orientační paměť a menší sklon vrátit se do neroztaženého uspořádání než nerecyklovaný papír.



OBR. 1

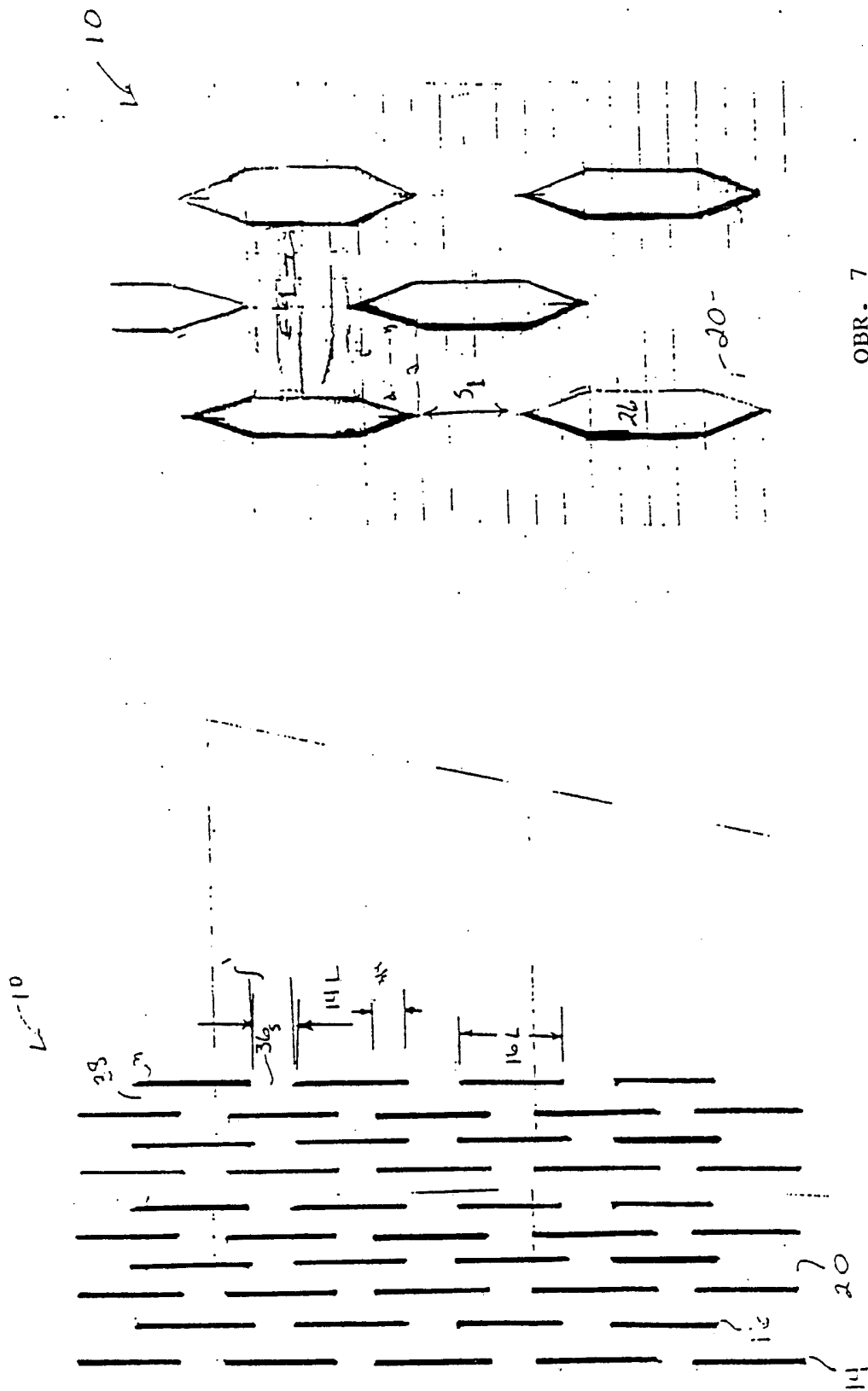


OBR. 2



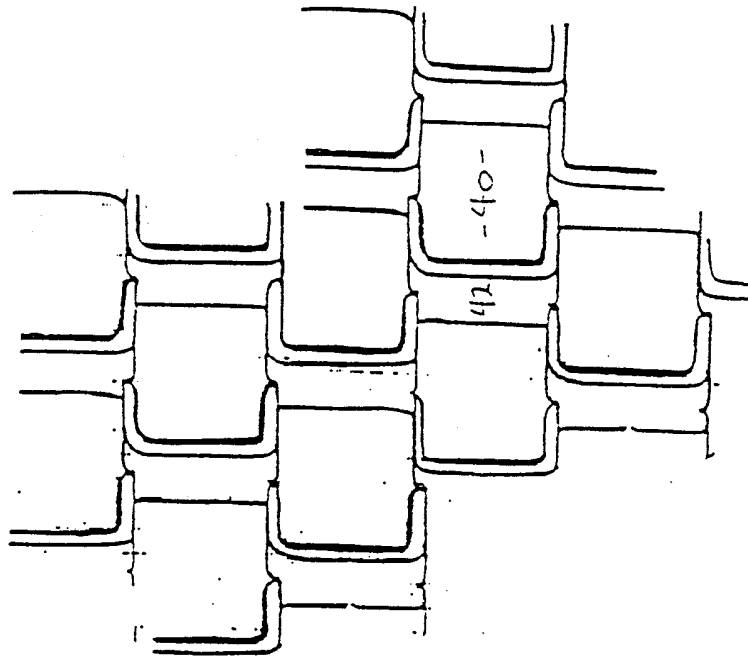
OBR. 4

OBR. 5

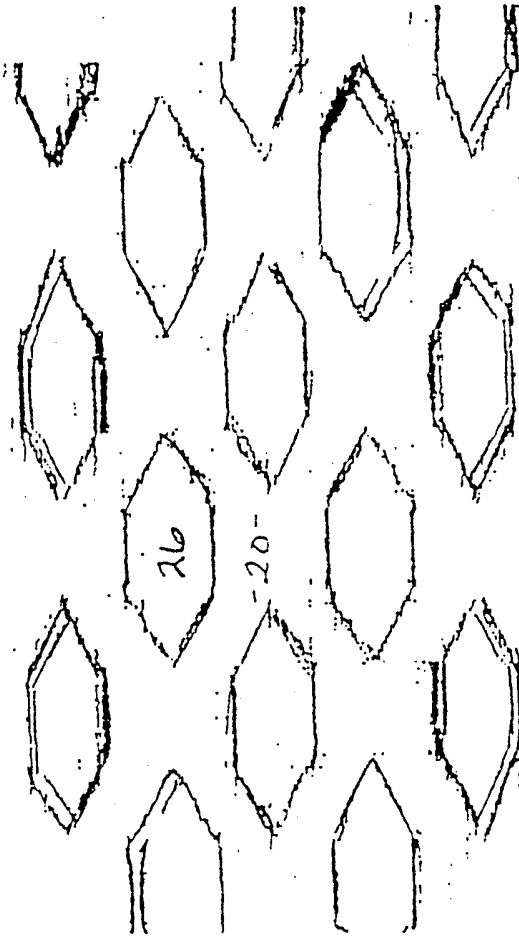


OBR. 7

OBR. 6

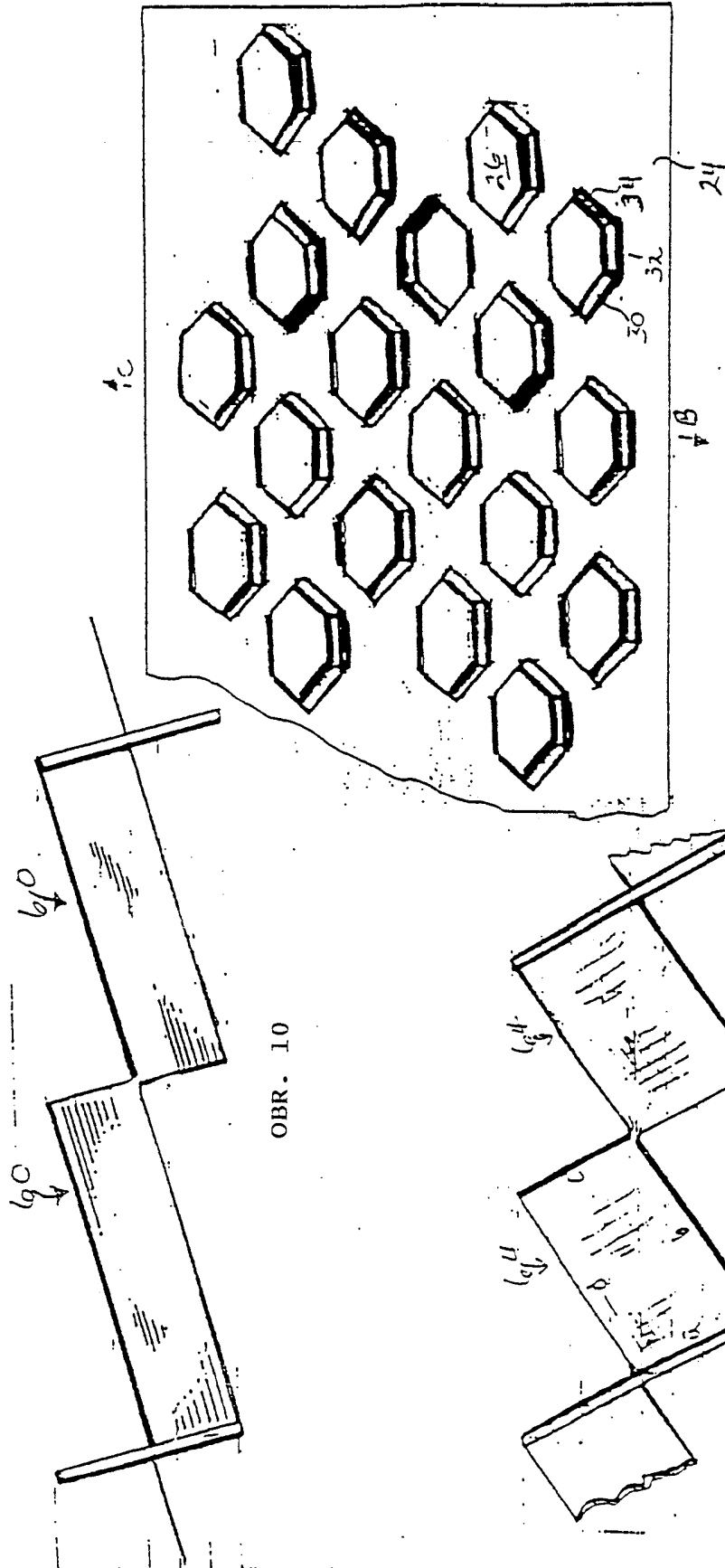


OBR. 9



OBR. 8

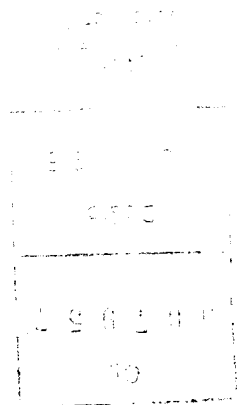
10.10.94	10.10.94
10.10.94	10.10.94
10.10.94	10.10.94
10.10.94	10.10.94

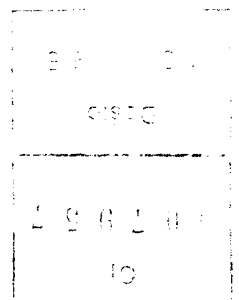


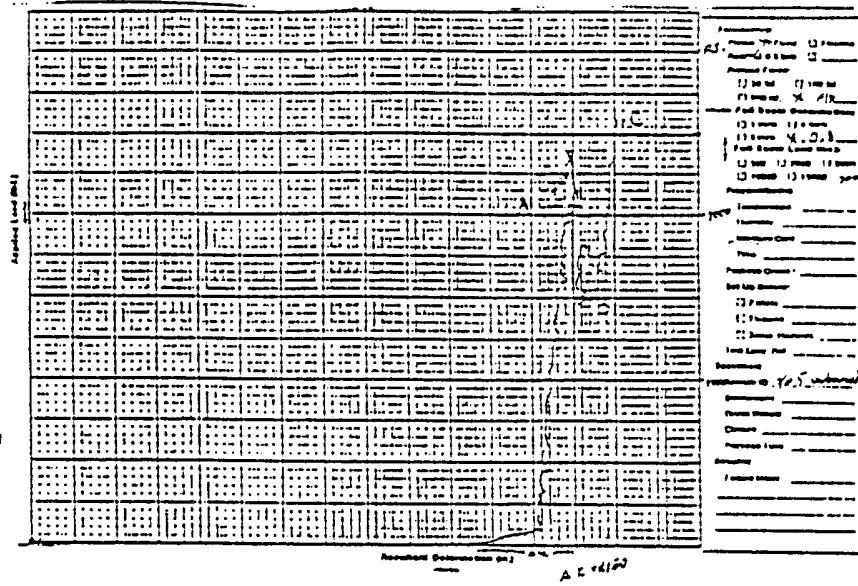
OBR. 10

OBR. 3

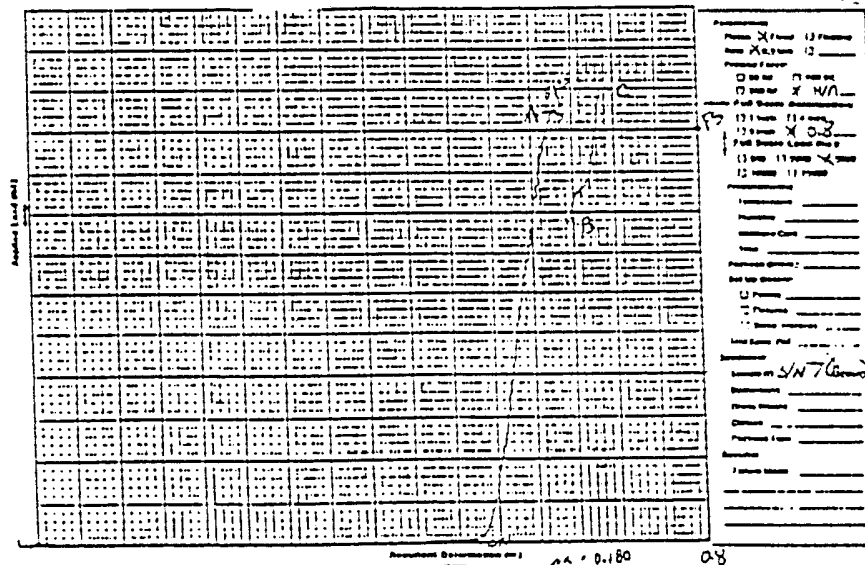
OBR. 11



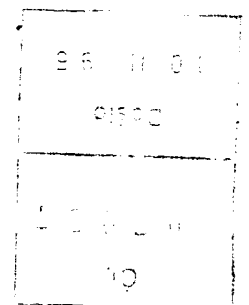


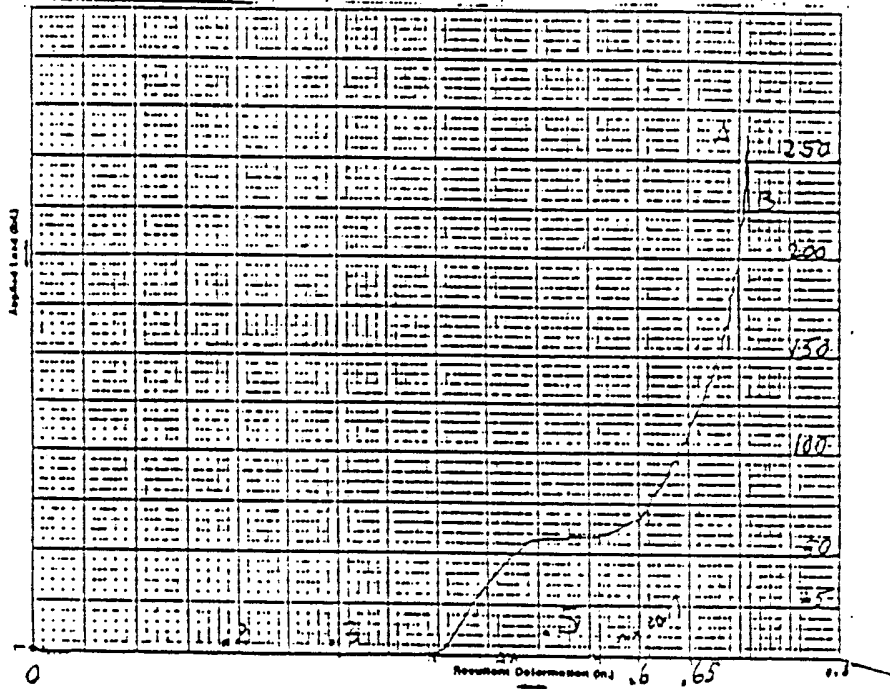


OBR. 14



OBR. 15

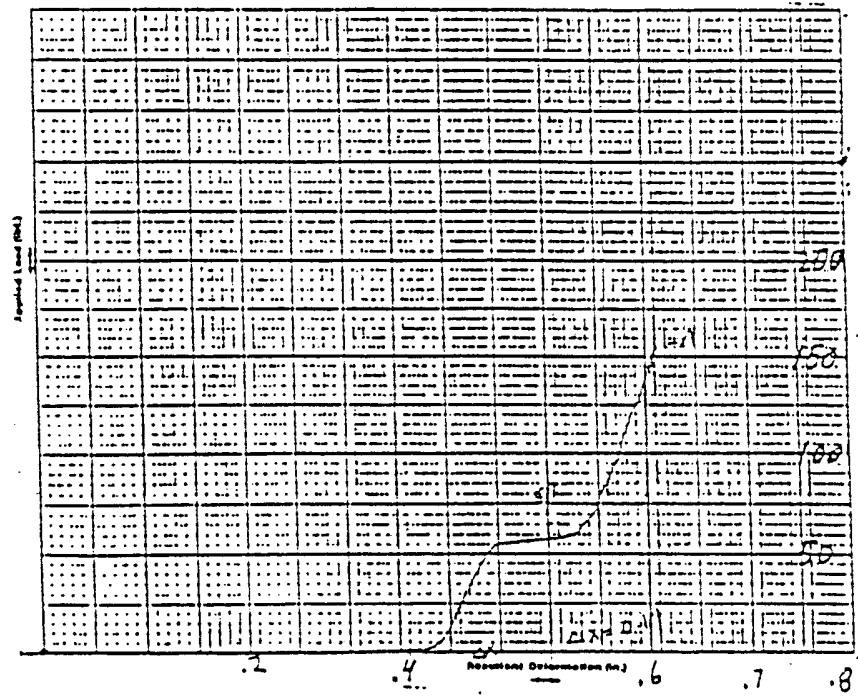




OBR. 18

Sn 11

RECEIVED
FEBRUARY 1965



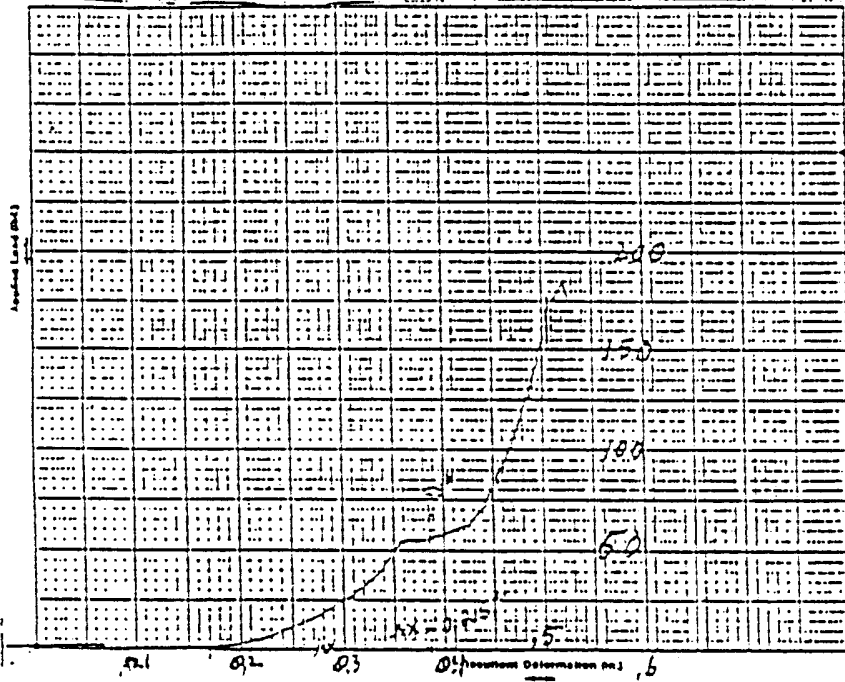
OBR. 19

Sn 11

RECEIVED
FEBRUARY 1965

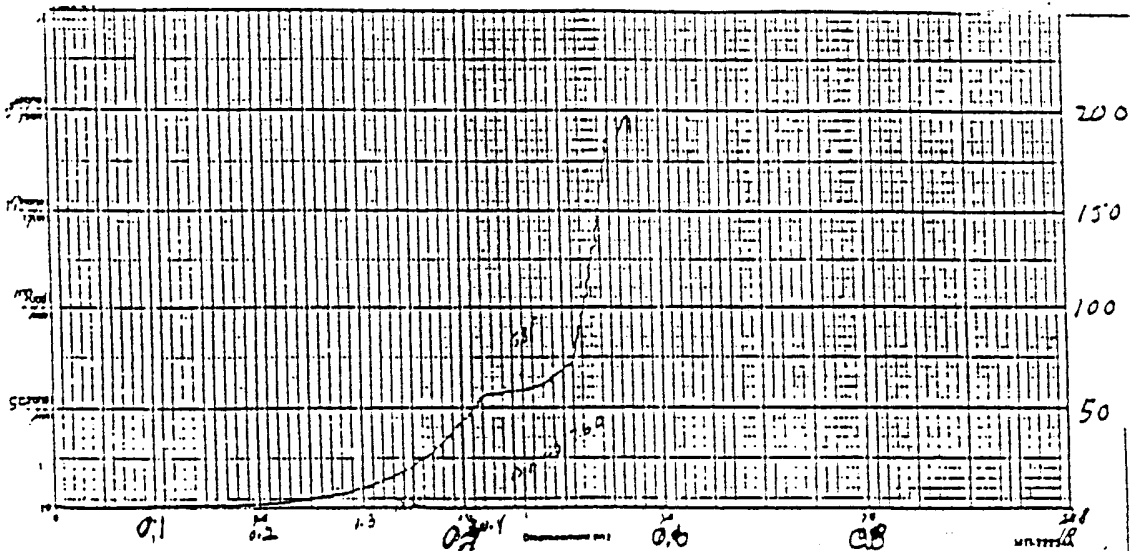
ADMINISTRATIVE
CHECKED BY
DATE

96 11 01
01803
10610
10

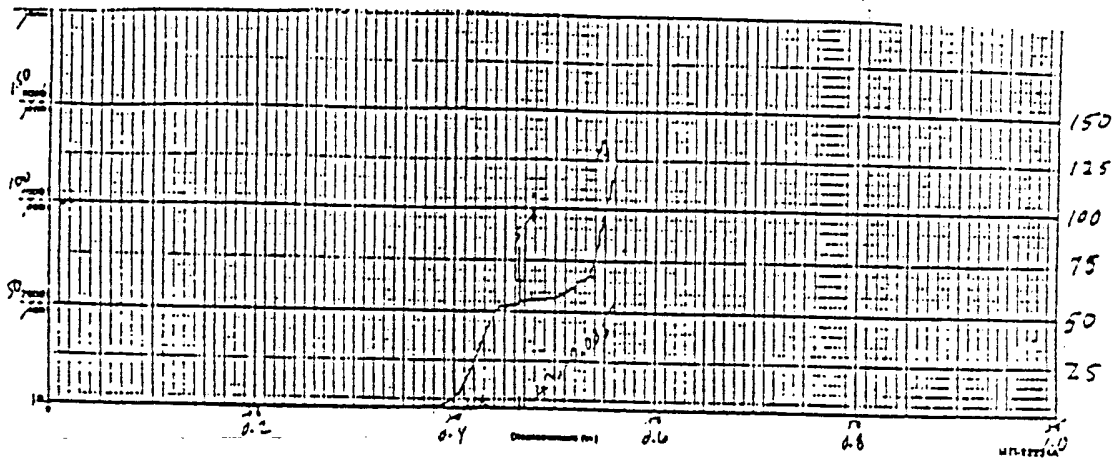


OBR. 20

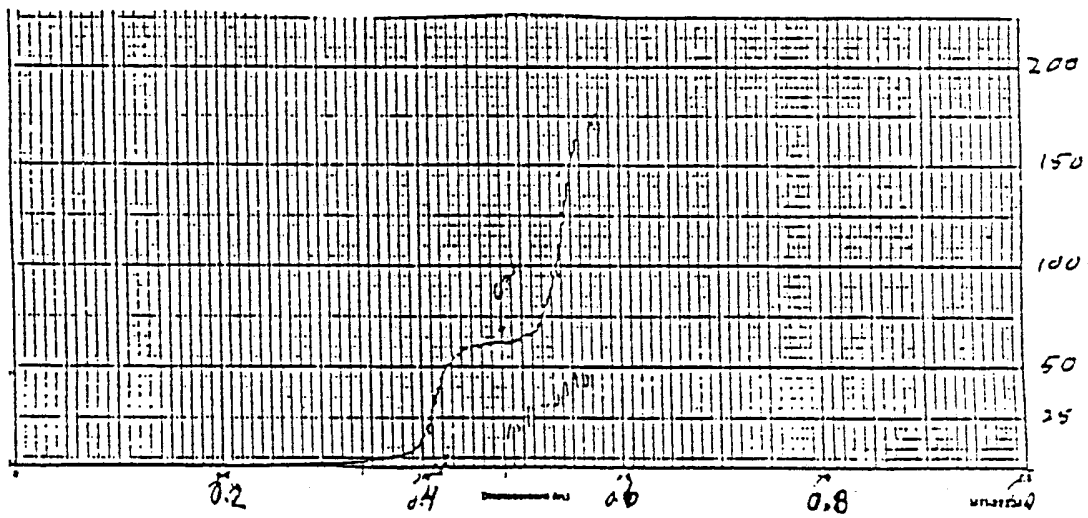
8/15



OBR. 21



OBR. 22



OBR. 23

01	0 7 9 5 7
Poslo	10 11 9 5

GRAD
PODNEŽEHO
VLAŠTNIČI

ÚRAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

01
11 7 9 5 7
Doslo
10 11 9 5

