

# PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

## 2015-631

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **16.09.2015**  
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **15.02.2017**  
(Věstník č. 7/2017)

*B32B 5/16* (2006.01)  
*B32B 19/02* (2006.01)  
*B32B 27/18* (2006.01)  
*B32B 27/32* (2006.01)  
*B32B 37/16* (2006.01)  
*C08K 3/34* (2006.01)  
*C08J 5/18* (2006.01)  
*C08L 23/06* (2006.01)

- (71) Přihlašovatel:  
INVOS, spol. s r.o., Svárov, CZ  
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín, CZ  
SYNPO, a.s., Pardubice - Zelené Předměstí, CZ
- (72) Původce:  
Stanislav Vašíček, Mistřice, CZ  
Ing. Jíří Svoboda, CSc., Olomouc, CZ  
MVDr. Tomáš Obr, Prostějov, CZ  
Ing. Bc. Alice Tesaříková Svobodová, Kroměříž,  
CZ  
doc. Ing. Dagmar Měřínská, Ph.D., Uherský Brod,  
CZ  
Ing. Kateřina Zetková, Pardubice, CZ
- (74) Zástupce:  
Václav Müller, patentový zástupce, Filipova 2016,  
148 00 Praha 4

(54) Název přihlášky vynálezu:  
**Vícevrstvá obalová fólie s optimalizovanými  
bariérovými vlastnostmi a recyklovatelností  
a způsob její výroby**

(57) Anotace:  
Vícevrstvá obalová fólie s optimalizovanými bariérovými vlastnostmi a současně cíleně řešenou recyklovatelností má ve své struktuře začleněnu alespoň jednu bariérovou vrstvu. Tato bariérová vrstva je součástí vícevrstvé fóliové struktury z 3 až 11 vrstev na bázi shodného polyolefinu o celkové tloušťce 20 až 100 µm, má tloušťku 2 až 20 µm a v nepolární matrici na bázi polyolefinu shodného s polyolefinem nebariérových vrstev obsahuje 3 až 30 % hmotnostních nanočástic interkalovaného a exfoliovaného, kvartérními amonnými solemi modifikovaného jílu s velikostí částic 100 až 500 nm. Tyto ploché částice jsou vlivem kombinace smykových napětí při vytlačování, dloužení a rozfukování tubulárně vyfukované fólie, daných hodnotami rozfukovacího poměru alespoň 2 a dloužícího poměru alespoň 10, orientovány v převážné míře kolmo na směr tloušťky vznikající fólie.

CZ 2015 - 631 A3

Vícevrstvá obalová fólie s optimalizovanými bariérovými vlastnostmi a recyklovatelností a způsob její výroby

### Oblast techniky

Vynález se týká vícevrstvé obalové fólie s optimalizovanými bariérovými vlastnostmi a současně cíleně řešenou recyklovatelností. Dále se vynález týká způsobu výroby vícevrstvé obalové fólie.

### Dosavadní stav techniky

V současné době se ke zlepšení vlastností polymerních materiálů používají aditiva na bázi nanočástic jílu. Vzniklé nanokompozity mají tři hlavní složky: základní hmotu (matrici), plnivo a styčné plochy (mezifázové regiony). Silikátové vrstvy uvnitř polymerní matrice mohou být přírodního původu (např. montmorilonit) nebo syntetické. Styčná plocha “komunikuje” mezi matricí a plnivem. Chování nanokompozitu závisí na velikosti částic (desek) jílu v plastu. Čím jsou desky tenčí a menší, tím větší je k dispozici povrch pro interakci s polymerní matricí.

Charakter nanočástic jílu v polymeru ovlivňuje: bariérové vlastnosti, mechanické vlastnosti, čírost a recyklovatelnost polymeru. Toho se s výhodou využívá v potravinářských obalech. Obaly na bázi nanokompozitních polymerů mají oproti konvenčním obalům řadu výhod. V současné době se pro tento účel používají především nanokompozity tvořené jíly (aluminosilikáty) ve formě nanočástic a polymerní matricí na bázi polyamidu (nylonu 6). Po smísení se aluminosilikátové vrstvy rovnoměrně distribuují v celém objemu matrice polyamidu. Extrudováním se pak vrstvy orientují paralelně s povrchem, což zvyšuje bariérové vlastnosti. Fólie a lahve, k jejichž výrobě byl použit nylon 6 s přídavkem povrchově modifikovaných montmorilonitových minerálů vykazují lepší bariérové vlastnosti vůči kyslíku, oxidu uhličitému a vodní páře, odolnost vůči UV záření, vyšší tvrdost a tepelnou stabilitu.

Vedle nanokompozitů na bázi nylonu 6 jsou v současné době známy také nanokompozity na bázi speciálního polyamidu MXD6. (meta-xylylen adipamidu), který patří k plastům s vysokými bariérovými vlastnostmi. Přídavkem nanojílů se jeho bariérové vlastnosti ještě zvýší – např. vůči kyslíku až pětinasobně, čímž se dosáhne lepších bariérových vlastností, než má např. EVOH (etylvinylalkohol). Přenos vodní páry klesá na polovinu,

prostupnost pro aroma je rovněž velmi nízká. Bariérové vlastnosti vůči oxidu uhličitému jsou nejvyšší ze všech komerčních polymerů, které jsou na trhu k dispozici.

Komplikovanější je ale použití polyamidových vrstev ve struktuře dnes běžně v obalové technice používaných vícevrstevných fólií. Vedle komplikací technologických je zde třeba zmínit hledisko cenové (především pokud jde o speciální typy polyamidů) a také stále více preferované hledisko optimální recyklace použitých obalových fólií.

Proto se dnes pozornost zaměřuje na oblast nanokompozitů obsahujících částice nanojílů v matrici na bázi polyolefinů.

V tomto směru je známo např. řešení podle čínské patentové přihlášky CN 104015328, které se týká třívrstvé koextrudované fólie, jejíž střední bariérová vrstva obsahuje  $7,5$  až  $8,5$  hmot<sup>ov</sup> dílů polyolefinu a  $1,5$  až  $3$  hmot<sup>ov</sup> díly částic nanojílu. Tato vrstva se vytlačuje při teplotě  $230$  až  $260$  °C a spojuje s povrchovými vrstvami, které obsahují  $9$  hmot<sup>ov</sup> dílů polyolefinu a  $1$  hmot<sup>ov</sup> díl aktivního organického křemíku.

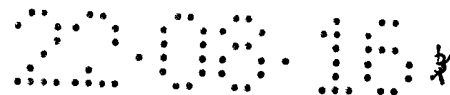
Předmětem patentu USA US~~6117541~~ je obalový laminát s integrovanou polyolefinovou vrstvou, která obsahuje v množství  $0,1$  až  $10$  % hmotnostních nanočástice jílu o tloušťce  $0,9$  až  $100$  nm a aspektálním poměru  $100$  až  $2000$ . Tento obalový laminát může být použit např. k výrobě pro vyfukovaných lahví, vaků a jiných kontejnerů pro tekuté potraviny, jako je džus, mléko a mléčné výrobky.

Další patent USA US~~7588820~~ řeší speciální třívrstvou obalovou fólii s inhibicí koroze baleného zboží, která obsahuje:

- (a) první vrstvu z polyethylénu;
- (b) druhou vrstvu na bázi polymerního nanokompozitu s částicemi nanojílu;
- (c) třetí vrstvu obsahující v polymerní směsi jeden nebo více inhibitorů koroze.

Korejský patent KR~~100840600~~ se týká přípravy bariérové vrstvy na bázi polyetylénu s ultra vysokou molekulovou hmotností ( $2,5 \times 10^6$  kg/kmol) a nanočástic jílu z roztoku v parafinovém oleji.

Společným nedostatkem výše uvedených bariérových vrstev nanokompozitů obsahujících částice nanojílů v matrici na bázi polyolefinů je skutečnost, že nejsou optimalizovány z hlediska bariérového efektu a zdaleka nedosahují parametrů výše uvedených bariérových vrstev s polyamidovou matricí. Nejsou také cíleně řešeny s ohledem na optimální začlenění do struktur vícevrstevných fólií (především 5-ti a vícevrstevných), a to především pokud jde stejnorodost jednotlivých vrstev, která je důležitým faktorem optimální recyklace použitých fólií.



### Podstata vynálezu

K odstranění výše uvedených nedostatků přispívá do značné míry vícevrstvá obalová fólie s optimalizovanými bariérovými vlastnostmi a recyklovatelností podle vynálezu. Ve struktuře této fólie je začleněna alespoň jedna bariérová vrstva obsahující v polymerní matrici 3 až 30 % hmotnostních nanočástic interkalovaného a exfoliovaného, kvartérními amonnými solemi modifikovaného jílu s velikostí částic 100 až 500  $\mu\text{m}$ .

Podstata vynálezu spočívá v tom, že uvedená alespoň jedna bariérová vrstva je součástí vícevrstvé fóliové struktury 3 až 11 vrstev na bázi shodného polyolefinu o celkové tloušťce 20 až 100  $\mu\text{m}$  a že tato bariérová vrstva samotná má tloušťku 2 až 20  $\mu\text{m}$ . V nepolární matrici na bázi polyolefinu shodného s polyolefinem vrstev nebariérových obsahuje nanočástice, přičemž tyto ploché částice jsou vlivem kombinace smykových napětí při vytlačování, dloužení a rozfukování ubulárně vyfukované fólie, daných hodnotami rozfukovacího poměru alespoň 2 a dloužícího poměru alespoň 10, orientovány v převážné míře kolmo na směr tloušťky vznikající fólie.

Polyolefinem nebariérových vrstev i nepolární matrice bariérové vrstvy je s výhodou polyetylén o hustotě 920 až 935  $\text{kg}/\text{m}^3$  a indexem toku taveniny 0,3 až 5 g/10 min.

Polyolefin nebariérových vrstev i nepolární matrice bariérové vrstvy může být také modifikován přídavkem kopolymeru ze skupiny zahrnující kopolymery etylén-vinylacetát (EVA), etylén-metylakrylát (EMA) a etylén-butylakrylát (EBA) v množství do 5 % hmotnostních.

Vícevrstvá obalová fólie ve 3 vrstvém provedení může s výhodou obsahovat bariérovou vrstvou jako vrstvu střední.

Vícevrstvá obalová fólie v 5 až 11-ti vrstvém provedení obsahuje nejméně jednu vrstvu bariérovou při symetrickém uspořádání vrstev a tlouštěk s tím, že obě vnější vrstvy jsou nebariérové.

Vícevrstvá obalová fólie může být dále vytvořena spojením dvou 3, resp. 5 až 11-ti vrstevých fólií jejich rubovými vrstvami ve zdvojenou, tzv. blokovanou fólii.

Podstata způsobu výroby vícevrstvé obalové fólie podle vynálezu spočívá v tom, že se v procesu koextruzního vyfukování kontinuálně vytlačuje 3 až 11-ti vrstvý tubus fólie s alespoň jednou vnitřní bariérovou vrstvou. Jeho jednotlivé vrstvy se při tom zhotoví koextruzí z polyolefinu, zejména polyetylénu, shodného s polymerní matricí vrstvy, resp. vrstev bariérových, které navíc obsahují 3 až 30 % hmotnostních nanočástic interkalovaného

a exfoliovaného jílu, modifikovaného kvartérními amonnými solemi, s tím, že rozfukovací poměr při vyfukování je alespoň 2 a dloužící poměr alespoň 10.

Koextrudovaný tubus se při složení do plochého tvaru může spojit do podoby zdvojené, tzv. blokované fólie. To se provádí přímo při složení koextrudovaného tubusu do plochého tvaru úpravou teplotního režimu vyfukování.

Hlavní přínos vícevrstvé obalové fólie podle vynálezu spočívá v optimalizaci bariérového efektu v důsledku modifikace nanočástic jílu kvartérními amonnými solemi a dosažení optimálního stupně orientace nanočástic odpovídající smykovému gradientu v bariérové vrstvě danému při tubulárním vyfukování fólie kombinací rozfukovacího poměru alespoň 2 a dloužícího alespoň 10. Bariérové vrstvy vícevrstvých obalových fólií podle vynálezu jsou také cíleně řešeny s ohledem na optimální začlenění do struktur vícevrstvých fólií (především 5-ti a vícevrstvých), a to především pokud jde stejnorodost jednotlivých vrstev důležitou z hlediska optimální recyklace použitých fólií.

#### Příklady uskutečnění vynálezu

##### Příklad 1

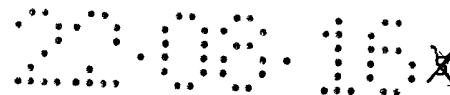
Třívrstvá obalová fólie o celkové tloušťce 20  $\mu\text{m}$  je tvořena vnějšími vrstvami z LDPE o tloušťce 8  $\mu\text{m}$  a střední vrstvou rovněž z LDPE, která má tloušťku 4  $\mu\text{m}$  a obsahuje 5 % hmotnostních nanojílu.

Nanočástice jílu, konkrétně montmorillonitu, jsou modifikovány kvartérními amonnými solemi a mají stupeň orientace odpovídající smykovému gradientu v bariérové vrstvě danému při tubulárním vyfukování fólie kombinací rozfukovacího poměru 4 a dloužícího poměru 30.

##### Příklad 2

Pětivrstvá obalová fólie o celkové tloušťce 70  $\mu\text{m}$  obsahuje střední vrstvu z LDPE, která má tloušťku 15  $\mu\text{m}$  a obsahuje 10 % hmotnostních nanojílu. Z každé strany této vrstvy jsou uloženy dvě vrstvy z neaditivovaného LDPE, z nichž vnitřní má tloušťku 5  $\mu\text{m}$  a vnější 22,5  $\mu\text{m}$ .

Nanočástice jílu střední vrstvy jsou opět tvořeny montmorillonitem, jsou modifikovány kvartérními amonnými solemi a mají stupeň orientace odpovídající



smykovému gradientu v bariérové vrstvě danému při tubulárním vyfukování fólie kombinací rozfukovacího poměru 3 a dloužícího poměru 12.

### Příklad 3

Pětivrstvá obalová fólie o celkové tloušťce 40  $\mu\text{m}$  obsahuje pravidelně se střídající vrstvu nebariérovou a vrstvu bariérovou s tím, že obě vnější vrstvy jsou nebariérové. Vnější nebariérové vrstvy (1. a 5.) mají tloušťku 12  $\mu\text{m}$ , střední nebariérová vrstva (3.) pak tloušťku 6  $\mu\text{m}$  a jsou zhotoveny z LDPE. Bariérové vrstvy (2. a 4.) mají tloušťku 5  $\mu\text{m}$  a obsahují 5 % hmotnostních nanojílu.

Nanočástice jílu střední vrstvy jsou tvořeny montmorillonitem, jsou modifikovány kvartérními amonnými solemi a mají stupeň orientace odpovídající smykovému gradientu v bariérové vrstvě danému při tubulárním vyfukování fólie kombinací rozfukovacího poměru 3 a dloužícího poměru 15.

### Příklad 4

Sedmivrstvá obalová fólie o celkové tloušťce 25  $\mu\text{m}$  je konstrukčně obdobná pětivrstvé fólii podle příkladu 2 a obsahuje střední vrstvu z LDPE, která má tloušťku 5  $\mu\text{m}$  a obsahuje 5 % hmotnostních nanojílu. Z každé strany této vrstvy jsou uloženy tři vrstvy z neaditivovaného LDPE, z nichž vnitřní dvě mají tloušťky 3  $\mu\text{m}$  a vnější 4  $\mu\text{m}$ .

Nanočástice jílu střední vrstvy jsou opět tvořeny montmorillonitem, jsou modifikovány kvartérními amonnými solemi a mají stupeň orientace odpovídající smykovému gradientu v bariérové vrstvě danému při tubulárním vyfukování fólie kombinací rozfukovacího poměru 4 a dloužícího poměru 26.

### Příklad 5

Sedmivrstvá obalová fólie o celkové tloušťce 50  $\mu\text{m}$  má bariérovou 2. a 6. vrstvu. Tyto vrstvy jsou z LDPE, mají tloušťku 5  $\mu\text{m}$  a obsahují 10 % hmotnostních nanojílu. Ostatní vrstvy jsou z neaditivovaného LDPE s tím, že 1. a 7. (vnější vrstvy) mají tloušťku 12  $\mu\text{m}$ , 3. a 5. tloušťku 5  $\mu\text{m}$  a 4. (střední) vrstva tloušťku 6  $\mu\text{m}$ .

Nanočástice jílu 2. a 6. vrstvy jsou tvořeny montmorillonitem, jsou modifikovány kvartérními amonnými solemi a mají stupeň orientace odpovídající smykovému gradientu v bariérové vrstvě danému při tubulárním vyfukování fólie kombinací rozfukovacího poměru 3 a dloužícího poměru 15.

### Příklad 6

Sedmivrstvá obalová fólie o celkové tloušťce 70  $\mu\text{m}$  je konstrukčně obdobná pětivrstvé fólii podle příkladu 3 a obsahuje pravidelně se střídající vrstvy nebariérové a vrstvy bariérové s tím, že obě vnější vrstvy jsou nebariérové. Vnější nebariérové vrstvy (1. a 7.) mají tloušťku 20  $\mu\text{m}$ , vnitřní nebariérové vrstvy (3. a 5.) pak tloušťku 4,5  $\mu\text{m}$  a jsou zhotoveny z LDPE. Bariérové vrstvy (2., 4. a 6.) mají tloušťku 7  $\mu\text{m}$  a obsahují 15 % hmotnostních nanojílu.

Nanočástice jílu bariérových vrstev jsou tvořeny montmorillonitem, jsou modifikovány kvartérními amonnými solemi a mají stupeň orientace odpovídající smykovému gradientu v bariérové vrstvě danému při tubulárním vyfukování fólie kombinací rozfukovacího poměru 3 a dloužícího poměru 12.

### Příklad 7

Devítivrstvá obalová fólie o celkové tloušťce 30  $\mu\text{m}$  je konstrukčně obdobná pětivrstvé fólii podle příkladu 2, resp. sedmivrstvé fólii podle příkladu 4 a obsahuje střední vrstvu z LDPE, která má tloušťku 4  $\mu\text{m}$  a obsahuje 5 % hmotnostních nanojílu. Z každé strany této vrstvy jsou uloženy čtyři vrstvy z neaditivovaného LDPE, z nichž vnitřní tři mají tloušťky 3  $\mu\text{m}$  a vnější pak 4  $\mu\text{m}$ .

Nanočástice jílu střední vrstvy jsou opět tvořeny montmorillonitem, jsou modifikovány kvartérními amonnými solemi a mají stupeň orientace odpovídající smykovému gradientu v bariérové vrstvě danému při tubulárním vyfukování fólie kombinací rozfukovacího poměru 3 a dloužícího poměru 20.

### Příklad 8

Devítivrstvá obalová fólie, konstrukčně podobná sedmivrstvé fólii podle příkladu 5, o celkové tloušťce 90  $\mu\text{m}$  má bariérovou 2. a 8. vrstvu. Tyto vrstvy jsou z LDPE, mají tloušťku 5  $\mu\text{m}$  a obsahují 15 % hmotnostních nanojílu. Ostatní vrstvy jsou z neaditivovaného LDPE s tím, že 1. a 9. (vnější vrstvy) mají tloušťku 20  $\mu\text{m}$ , 3. až 7. (vnitřní vrstvy) pak tloušťku 8  $\mu\text{m}$ .

Nanočástice jílu 2. a 8. vrstvy jsou tvořeny montmorillonitem, jsou modifikovány kvartérními amonnými solemi a mají stupeň orientace odpovídající smykovému gradientu v bariérové vrstvě danému při tubulárním vyfukování fólie kombinací rozfukovacího poměru 2 a dloužícího poměru 10.

#### Příklad 9

Devítivrstvá obalová fólie o celkové tloušťce 20  $\mu\text{m}$  je konstrukčně obdobná sedmivrstvé fólii podle příkladu 6, resp. pěťivrstvé fólii podle příkladu 3 a obsahuje pravidelně se střídající vrstvy nebariérové a vrstvy bariérové s tím, že obě vnější vrstvy jsou nebariérové. Vnější nebariérové vrstvy (1. a 9.) mají tloušťku 3  $\mu\text{m}$ , vnitřní nebariérové vrstvy (3., 5. a 7.) pak tloušťku 2  $\mu\text{m}$  a jsou zhotoveny z LDPE. Bariérové vrstvy (2., 4., 6. a 8.) mají tloušťku 2  $\mu\text{m}$  a obsahují 5 % hmotnostních nanojílu.

Nanočástice jílu bariérových vrstev jsou tvořeny montmorillonitem, jsou modifikovány kvartérními amonnými solemi a mají stupeň orientace odpovídající smykovému gradientu v bariérové vrstvě danému při tubulárním vyfukování fólie kombinací rozfukovacího poměru 4 a dloužícího poměru 26.

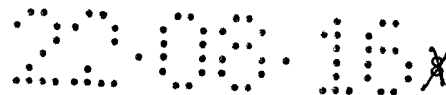
#### Příklad 10

Jedenáctivrstvá obalová fólie je konstrukčně podobná devítivrstvé podle příkladu 8 a sedmivrstvé podle příkladu 5., Má celkovou tloušťku 25  $\mu\text{m}$  a bariérovou 2. a 10. vrstvu. Tyto vrstvy jsou z LDPE, mají tloušťku 3  $\mu\text{m}$  a obsahují 5 % hmotnostních nanojílu. Ostatní vrstvy jsou z neaditivovaného LDPE s tím, že 1. a 11. (vnější vrstvy) mají tloušťku 3  $\mu\text{m}$ , 3. a 9. tloušťku 2  $\mu\text{m}$  a 4. až 8. pak tloušťky 1,8  $\mu\text{m}$ .

Nanočástice jílu 2. a 10. vrstvy jsou tvořeny montmorillonitem, jsou modifikovány kvartérními amonnými solemi a mají stupeň orientace odpovídající smykovému gradientu v bariérové vrstvě danému při tubulárním vyfukování fólie kombinací rozfukovacího poměru 4 a dloužícího poměru 26.

#### Příklad 11

Jedenáctivrstvá obalová fólie má celkovou tloušťku 90  $\mu\text{m}$  a bariérovou 2., 6. a 10. vrstvu. Tyto vrstvy jsou z LDPE, mají tloušťku 5  $\mu\text{m}$  a obsahují 15 % hmotnostních nanojílu. Ostatní vrstvy jsou z neaditivovaného LDPE s tím, že 1. a 11. (vnější vrstvy) mají tloušťku 21  $\mu\text{m}$ , 3. a 9. tloušťku 8  $\mu\text{m}$ , 4. a 8. tloušťku 5,5  $\mu\text{m}$  a 5. a 7. pak tloušťku 3  $\mu\text{m}$ .



Nanočástice jílu 2., 6. a 10. vrstvy jsou tvořeny montmorillonitem, jsou modifikovány kvartérními amonnými solemi a mají stupeň orientace odpovídající smykovému gradientu v bariérové vrstvě danému při tubulárním vyfukování fólie kombinací rozfukovacího poměru 2 a dloužícího poměru 10.

#### Příklad 12

Jedenáctivrstvá obalová fólie má celkovou tloušťku 70  $\mu\text{m}$  a bariérovou 2., 4., 8. a 10. vrstvu. Tyto vrstvy jsou z LDPE, mají tloušťku 5  $\mu\text{m}$  a obsahují 10 % hmotnostních nanojílu. Ostatní vrstvy jsou z neaditivovaného LDPE s tím, že 1. a 11. (vnější vrstvy) mají tloušťku 12  $\mu\text{m}$ , 3. a 9. tloušťku 5,5  $\mu\text{m}$  ostatní pak tloušťku 5  $\mu\text{m}$ .

Nanočástice jílu 2., 4., 8. a 10. vrstvy jsou tvořeny montmorillonitem, jsou modifikovány kvartérními amonnými solemi a mají stupeň orientace odpovídající smykovému gradientu v bariérové vrstvě danému při tubulárním vyfukování fólie kombinací rozfukovacího poměru 3 a dloužícího poměru 12.

#### Příklad 13

Vícevrstvá obalová fólie je vytvořena spojením dvou 7 vrstevých fólií podle příkladu 6 jejich rubovými vrstvami ve zdvojenou - blokovanou fólii o celkové tloušťce 140  $\mu\text{m}$  (2 x 70  $\mu\text{m}$ ). Koextrudovaný tubus se do podoby zdvojené, tzv. blokované fólie spojuje přímo při složení do plochého úpravou teplotního režimu vyfukování.

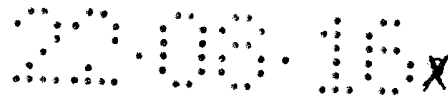
#### Příklad 14

Vícevrstvá obalová fólie je vytvořena spojením dvou 11 vrstevých fólií podle příkladu 11 jejich rubovými vrstvami ve zdvojenou - blokovanou fólii o celkové tloušťce 180  $\mu\text{m}$  (2 x 90  $\mu\text{m}$ ). Koextrudovaný tubus se do podoby zdvojené, tzv. blokované fólie spojuje přímo při složení do plochého úpravou teplotního režimu vyfukování.

#### Příklad 15

Třivrstvá fólie s uspořádáním vrstev podle příkladu 1 má LDPE nebariérových vrstev i nepolární matrice bariérové vrstvy modifikován přídavkem 4 % hmotnostních kopolymeru etylén-vinylacetát (EVA).

#### Příklad 16



Pětivrstvá fólie s uspořádáním vrstev podle příkladu 3 má LDPE nebariérových vrstev i nepolární matrice bariérové vrstvy modifikován přídatkem 3 % hmotnostních kopolymeru etylén-metylakrylát (EMA).

#### Příklad 17

Sedmivrstvá fólie s uspořádáním vrstev podle příkladu 5 má LDPE nebariérových vrstev i nepolární matrice bariérové vrstvy modifikován přídatkem 2 % hmotnostních kopolymeru etylén-butylakrylát (EBA).

#### Průmyslová využitelnost

Obaly z LDPE se pro balení čerstvých potravin (krátkodobé) používají z důvodů nízké ceny polymeru, zvládnuté technologie, transparentnosti, tvarování při vakuovém balení, možnosti potisku po povrchové úpravě a relativně dobrým bariérovým vlastnostem těchto fólií pro krátkodobé skladování.

Vícevrstvá obalová fólie podle vynálezu zvýší (zlepší) bariérové vlastnosti, tzn. sníží propustnost kyslíku, CO<sub>2</sub> a vodních par minimálně o 10% proti doposud používaným LDPE fóliím. Toho je možno využít buď pro prodloužení doby použitelnosti zabaleného zboží (to však vyžaduje i další logistické změny), nebo pro snížení tloušťky použitých obalových fólií a z toho plynoucí snížení ceny obalu.

V příkladech uváděné 3, 5, 7, 9 a 11 vrstvé fólie může vyrobit každý výrobce, který má k dispozici koextruzní linku, bez ohledu na konkrétní typ, který používá.

Zvolené symetrické uspořádání vrstev a použití stejné polymerní báze jako suroviny jak pro plněné, tak i pro neplněné vrstvy, umožňuje recyklaci jak použitých obalů, tak odpadů vznikajících při výrobě a následně i při balení (při zavádění a ukončení návinu, po vysekávání zabalených produktů). Zároveň se eliminuje častý problém koextrudovaných fólií - kroucení vlivem asymetrického uspořádání vrstev.

Případná modifikace nebariérových vrstev i nepolární matrice bariérové vrstvy přídatkem kopolymerů EVA, EMA, EBA zlepšuje elasticnost fólií - a tedy vhodnost pro vakuové balení i tvarově náročnějších produktů (např. maso s kostí). Dále zlepšuje svařovatelnost a tedy i kvalitu svaru (hermetičnost), příp. další zlepšenou charakteristikou je odolnost průrazu. Uvedené modifikace navíc zlepšují potiskovatelnost fólií pro výrobu obalů, tak i popisovatelnost již zabalených produktů a nemají negativní vliv na recyklovatelnost fólií.

## PATENTOVÉ NÁROKY

1. Vícevrstvá obalová fólie s optimalizovanými bariérovými vlastnostmi a současně cíleně řešenou recyklovatelností, v jejíž struktuře je začleněna alespoň jedna bariérová vrstva obsahující v polymerní matrici 3 až 30 % hmotnostních nanočástic interkalovaného a exfoliovaného, kvartérními amonnými solemi modifikovaného jílu o velikosti částic 100 až 500 nm, vyznačující se tím, že uvedená alespoň jedna bariérová vrstva je součástí vícevrstvé fóliové struktury z 3 až 11 vrstev na bázi shodného polyolefinu o celkové tloušťce 20 až 100  $\mu\text{m}$ , má tloušťku 2 až 20  $\mu\text{m}$  a v nepolární matrici na bázi polyolefinu shodného s polyolefinem nebariérových vrstev obsahuje nanočástice jílu, přičemž tyto ploché částice jsou vlivem kombinace smykových napětí při vytlačování, dloužení a rozfukování tubulárně vyfukované fólie, daných hodnotami rozfukovacího poměru alespoň 2 a dloužícího poměru alespoň 10, orientovány v převážné míře kolmo na směr tloušťky vznikající fólie.
2. Vícevrstvá obalová fólie podle nároku 1, vyznačující se tím, že polyolefinem nebariérových vrstev i nepolární matrice bariérové vrstvy je polyetylén o hustotě 920 až 935  $\text{kg/m}^3$  a indexem toku taveniny 0,3 až 5 g/10 min.
3. Vícevrstvá obalová fólie podle nároku 1, vyznačující se tím, že polyolefin nebariérových vrstev i nepolární matrice bariérové vrstvy je modifikován přídavkem kopolymeru ze skupiny zahrnující kopolymery etylén-vinylacetát (EVA) etylén-metylakrylát (EMA) a etylén-butylakrylát (EBA) v množství do 5 % hmotnostních.
4. Vícevrstvá obalová fólie podle nároku 1, vyznačující se tím, že ve 3 vrstevném provedení obsahuje bariérovou vrstvou jako vrstvu střední.
5. Vícevrstvá obalová fólie podle nároku 1, vyznačující se tím, že v 5 až 11-ti vrstevném provedení obsahuje nejméně jednu vrstvu bariérovou při symetrickém uspořádání vrstev a tlouštěk s tím, že obě vnější vrstvy jsou nebariérové.
6. Vícevrstvá obalová fólie podle nároku 4 nebo 5, vyznačující se tím, že je vytvořena spojením dvou 3, resp. 5 až 11 vrstevných fólií jejich rubovými vrstvami ve zdvojenou, tzv. blokovanou fólii.

7. Způsob výroby vícevrstvé obalové fólie podle nároku 1, vyznačující se tím, že se v procesu koextruzního vyfukování kontinuálně vytlačuje 3 až 11-ti vrstvý tubus fólie s alespoň jednou vnitřní bariérovou vrstvou, přičemž jeho jednotlivé vrstvy se zhotoví koextruzí z polyolefinu, zejména polyetylenu, shodného s polymerní matricí vrstvy, resp. vrstev bariérových, které navíc obsahují 3 až 30 % hmotnostních nanočástic interkalovaného a exfoliovaného jílu, modifikovaného kvartérními amonnými solemi, s tím, že rozfukovací poměr při vyfukování je alespoň 2 a dloužicí poměr alespoň 10.
8. Způsob podle nároku 7, vyznačující se tím, že koextrudovaný tubus se při složení do plochého tvaru spojuje při úpravě teplotního režimu vyfukování do podoby zdvojené, tzv. blokové fólie.