

KONSTRUKCE A SPOJOVÁNÍ DOPRAVNÍCH PÁSŮ

DESIGN AND SPLICING CONVEYOR BELTS

Jiří Bobok¹

Anotace: Příspěvek se zabývá podrobnou konstrukcí pryžových dopravních pásů a jejich spojováním. Úvod se zaměřuje na všeobecné využití dopravních pásů v průmyslu. První kapitola je rozdělaná do dvou částí, kde první část se věnuje pryžo-textilním pásům, včetně výroby textilních vložek. Druhá část první kapitoly se zabývá ocelokordovými pásům. Druhá kapitola je věnována způsobům spojování dopravních pásů pomocí mechanických spojek a vulkanizace (za tepla a za studena).

Klíčová slova: pryžo-textilní, ocelokordový, dopravní pás, spojování pásů.

Summary: The paper deals with the detailed design of rubber conveyor belts and their splicing method. Introduction focuses on the general use of conveyor belts in the industry. The first chapter is divide into two parts, the first part is devoted to rubber-fabric belts, including the production of textile inserts. The second part of the chapter deals with steel-cord belts.. The second chapter is devoted to ways of connecting conveyor belts with mechanical couplings and vulcanization (hot and cold method).

Key words: rubber-textile, steel cord, conveyor belt, belt splicing.

ÚVOD

Dopravní pásy patří do skupiny tažných prvků, které tvoří nekonečnou smyčku (dopravní pásy, řetězy a lana), využívaných u klasických způsobů dopravy břemen a sypkých hmot. Tažný prvek může u dopravního stroje plnit funkci nosnou či tažnou, případně obojí. V případě dopravního pásu, který obíhá kolem koncových bubnů, se jeho hlavní úlohy mohou lišit podle následujících typů dopravníků:

- **pásové dopravníky** – horizontální a úklonná dálková nebo technologická doprava. Dopravní pás zde plní tažnou i nosnou funkci,
- **lano-pásové dopravníky** – dálková horizontální a úklonná doprava sypkých materiálů s velkým dopravním výkonem,
- **korečkové elevátory** – vertikální a úklonná doprava. Tažným prvkem může být nekonečný řetěz nebo dopravní pás, k němuž jsou připevněny prvky nosné (korečky),
- **speciální pásové dopravníky** – využívajících modifikací konstrukce klasických pásových dopraváků zejména ke zvýšení možného sklonu dopravní trasy (až 90°). Modifikace často spočívá v úpravě dopravního pásu (dopravní pásy zdrsňené, žebrované atd.).

¹ Ing. Jiří Bobok, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 17. listopadu 15, Ostrava-Poruba, Tel.: +420 597 325 119, E-mail: jiri.bobok@vsb.cz

1. DOPRAVNÍ PÁSY, TYPY A KONSTRUKCE

Dle normy ČSN 26 0001 – “Dopravní zařízení, názvosloví a rozdělení.” lze dopravní pásy rozlišovat podle druhu a provedení:

- **dopravní pásy s kostrou:**
 - textilní kostra,
 - ocelová kostra,
 - speciální kostra,
- **dopravní pásy bez kostry:**
 - textilní pás,
 - ocelový pás,
 - pletivový (drátěný) pás.

Dopravní pásy bez kostry tvoří jediný druh materiálu, který dává pásu pevnost v podélném i příčném směru a ostatní požadované vlastnosti (chemická, tepelná odolnost atd.). Vedle zmiňovaných druhů pásů bez kostry dle normy ČSN 26 0001 lze do této kategorie řadit i modulární pásy. Dopravní pásy bez kostry slouží výhradně k technologické a mezioperační manipulaci, především kusového materiálu, jelikož výhody těchto pásů jsou výhodné pouze na krátké vzdálenosti, při větších dopravních vzdálenostech by bylo jejich použití nepraktické a neekonomické.

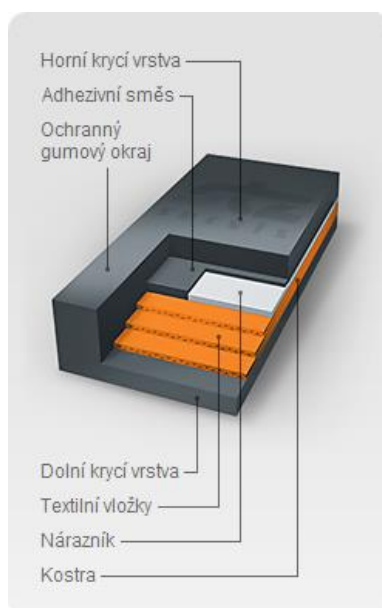
Spojování dopravních pásů bez kostry bývá realizováno stejným způsobem jako spojení jednotlivých segmentů pásu (drátků, textilií, modulárních článků). Ocelové pásy jsou spojovány buďto za studena nýty s oboustranně zapuštěnou hlavou, nebo bodovým svařováním.

Dopravní pásy s kostrou tvoří nosná kostra a krycí elastický materiál spolu s dalšími prvky, které nemusejí být vždy součástí pásu. Elastický materiál, který slouží jako ochrana a pružné spojení vložek kostry pásu musí splňovat svými vlastnostmi požadavky, jež jsou kladeny na dopravní pás ze strany dopravovaného materiálu a prostředí ve kterém dopravník pracuje (např. otěruvzdornost, odolnost vůči minerálním olejům, chemikáliím a zvýšeným teplotám, nebo zdravotní nezávadnost). V praxi jsou nejčastěji používány jako elastický materiál pryž, polyvinylchlorid (PVC), polyuretan (PU).

Nosná kostra přenáší veškeré zatěžující síly, které působí na pás během provozu dopravníku. Kostra tedy dodává dopravnímu pásu pevnost jako celku v podélném i příčném směru. Kostra může být *textilní* nebo *ocelová*.

1.1 Pryžo-textilní dopravní pásy

Základem pryžo-textilního dopravního pásu je nosná kostra složená z jedné či více textilních vložek, které jsou obaleny adhesivní směsí (mezivrstvy), jejíž význam je uveden v podkapitole 1.1.3. Kostra je chráněna proti poškození krycími vrstvami z elastického materiálu. V těžkých provozních podmínkách bývá navíc kostra chráněna nárazníkem, který zmírňuje nárazové účinky dopadajícího materiálu na pás. Tato skladba pryžo-textilního dopravního pásu je znázorněna na obr. 1.



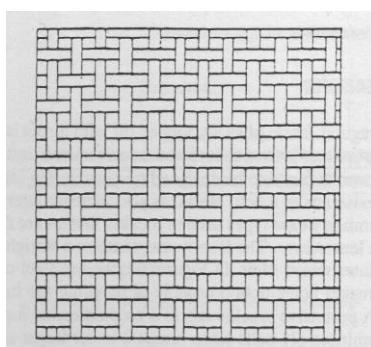
Zdroj: <http://www.stzservis.cz>

Obr. 1 – Skladba pryžo-textilního dopravního pásu

1.1.1 Konstrukce textilních vložek

Konstrukce textilních vložek se skládá z podélných nosných nití vyrobených z velmi pevného materiálu, které přenášejí tahové síly, tzv. osnovní nitě (osnova). Osnova bývá spojena příčnými nitěmi, které tvoří pevnost kostry v příčném směru pásu, zabraňují rozpojování osnovy a zvyšují nárazovou pevnost kostry (při dopadu materiálu na pás). Tyto nitě se nazývají útkové (útek). Útek nepřenáší tahové síly a bývá zhotoven buďto ze stejného materiálu jako osnova, nebo časněji z materiálu nižší pevnosti. Vzájemné provázání útku (příčné nitě) a osnovy (podélné nitě) tvoří tkaninu – mezi nitěmi vzniká tzv. textilní vazba. Nejčastěji používané textilní vazby:

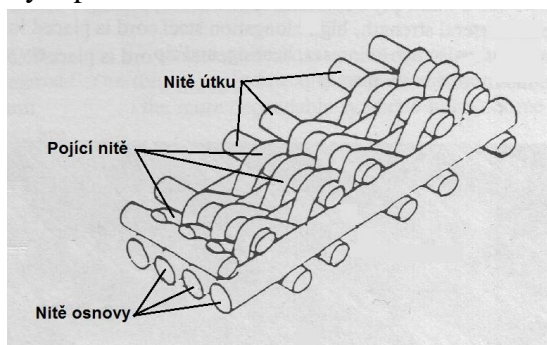
- **prostá vazba (plátňová)** – nejstarší a nejobyčejnější typ textilní vazby. Nitě osnovy a útku přes sebe střídavě přecházejí a kříží se (obr. 2), což způsobuje zvlnění, které při napnutí pásu způsobuje roztažení útkových nití. Tento jev může být mnohdy nežádoucí. Tento typ vazby je výhodný zejména k vůli své jednoduché konstrukci a snadnému spojování.



Zdroj: (1)

Obr. 2 – Prostá vazba

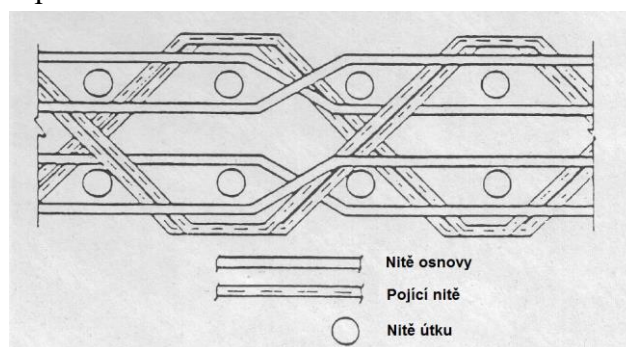
- **Vazba s přímou osnovou** – tato konstrukce textilní vložky (obr. 3) eliminuje zvlnění nití osnovy a útků prostřednictvím podélných tzv. pojících nití. To dodává tkanině výbornou rozměrovou stabilitu a zamezuje podélnému geometrickému roztažení, což dodává vložce lepší příčnou podporu vůči zatížení. Tkanina utkaná touto vazbou je tedy pevnější než tkanina tvořená prostou vazbou, ale je výrobně náročnější a dražší. Využívá se v aplikacích s většími tahy v páse.



Zdroj: (1)

Obr. 3 – Uspořádání nití vazby s přímou osnovou

- **pevně tkaná vazba** – toto provedení tkaniny je vícenásobnou vazbou, obsahuje minimálně dvě vrstvy nití osnovy a dvě či více vrstev nití útku, tyto vrstvy jsou vzájemně spojeny pojíci nitěmi (obr. 4). Stejně jako u vazby s přímou osnovou jsou činné nitě pevnější a jsou velmi odolné vůči nárazům a protržení. Tato vazba je také vhodná pro mechanické spojování pásů.



Zdroj: (1)

Obr. 4 – Pevně tkaná vazba

Počet vložek kostry dopravních pásů se pohybuje v rozmezí 1 až 6. Textilní vložky, jejichž vlákna jsou vzájemně utkána pomocí pevně tkané vazby, se využívají u jedno-vložkových dopravních pásů (kostru tvoří jedna vložka). Textilní vložky tkané prostou vazbou a vazbou s přímou osnovou se používají u dopravních pásů s více vložkovou kostrou.

Zvyšováním počtu textilních vložek v kostře dopravního pásu se zvyšuje také jeho pevnost a tím i možné zatížení pásu od naloženého materiálu, ale zároveň se zvyšuje také jeho hmotnost a snižuje pružnost pásu.

Dopravní pásy s více vložkovou kostrou vyžadují také větší průměry bubnů. Minimální průměry bubnů závisejí dle normy ČSN 26 0378 na tloušťce kostry, materiálu, z něhož jsou vyrobeny vlákna textilních vložek a také na konstrukci bubnu.

1.1.2 *Materiály textilních vložek*

Základem textilní tkaniny jsou nitě, ty jsou vyrobeny z přírodních nebo syntetických vláken. K výrobě textilních vložek dopravních pásů se používají vlákna z těchto materiálů:

- **bavlna (B)** – přírodní vlákno. Vyznačuje se velkou citlivostí na vlhkost (ztráta rozměrové stability) a vložky jsou náchylné k napadání plísněmi, což vede k jejich degradaci. Nevhodné pro velké zatížení z důvodu nízké pevnosti. V současnosti se vlákna z tohoto materiálu k výrobě dopravních pásů téměř nepoužívají a jsou nahrazeny syntetickými vlákny,
- **viskóza (CV)** – umělé hedvábí vyrobené z regenerované celulózy. Silnější než bavlna, avšak vyskytuje se zde stejný problém s vlhkostí a plísněmi,
- **sklo (G)** – vlákno anorganického původu, které má až pětkrát větší pevnost v tahu než bavlna nebo viscóza a má také velmi malé prodloužení. Skleněné vlákno má také výbornou odolnost vůči chemikáliím a vysokým teplotám (až 537°C). Nevýhodou je špatná ohybová flexibilita (vyžaduje větší průměry bubnů) a má také nízkou přilnavost k elastomeru,
- **polyamid (P)** – syntetické vlákno s vysokou pevností, avšak nevhodné pro osnovní nitě vložek dopravních pásů s velkými osovými vzdálenostmi a velkým zatížením, z důvodu prodlužování. Dalšími vlastnostmi jsou vynikající únavová a nárazová odolnost a rezistence vůči vlhkosti a chemikáliím,
- **polyester (E)** – syntetické vlákno vyznačující se vysokou pevností, dobrými tahovými vlastnostmi, odolností vůči otěru a únavě. Nízká absorpce vlhkosti dává pásu dobrou rozměrovou stabilitu, vlákna jsou také rezistentní vůči plísním a chemikáliím,
- **aramid (D)** – syntetické vlákno. Aramidovým vláknem používaným k výrobě textilních vložek dopravních pásů je kevlar (p-aramid). Tyto vlákna mají nejvyšší pevnost a nízkou tažnost (srovnatelnou s ocelí). Má stejné výhody jako ostatní syntetické vlákna, mají nízkou hmotnost (v porovnání s kostrami s ocelovými kordy) a jsou nehořlavé. Vhodné pro dlouhé dopravníky s velkým zatížením. Tkaniny s těmito vlákny nejsou příliš běžné z důvodů vysoké ceny tohoto materiálu.

Nejčastěji jsou textilní vložky dopravních pásů utkány s nitěmi z polyesterových vláken v osnově a s nitěmi z polyamidových vláken v útku. To dává pásu vysokou pevnost a nízkou tažnost s dobrou rázovou odolností. Takovéto textilní vložky mají označení EP.

1.1.3 *Adhezivní směs*

Adhezivní směs nebo také mezivrstva, zastává v pryžo-textilním dopravním pásu velmi důležitou roli. Jedná se podstatě o elastický materiál (pryž), kterým jsou obaleny jednotlivé nitě textilní vložky. Tato směs se nepodílí na pevnosti pásu, ale spájí jednotlivé vložky dopravního pásu dohromady tak, aby se podílely na přenosu tahu jako jeden celek. Zároveň zamezuje vzájemnému posouvání vložek vůči sobě během chodu dopravníku. Kdyby k tomuto vzájemnému pohybu docházelo, vzniklo by třením teplo, což by způsobovalo degradaci vložek (vlastnosti tkaniny se v závislosti na teplotě mění) a následně rychlé

destrukci dopravního pásu. Adhezivní směs tedy také slouží k odvodu vzniklého tepla z kostry pásu.

1.1.4 Nárazník

Nárazník je speciální tkanina utkaná z ocelových kordů a nylonu. Nárazník se umísťuje mezi nejvýše položenou textilní vložku a horní krycí vrstvu případně, že dopravní pás vpracuje v těžkých podmínkách. Nárazník zvyšuje adhezi mezi nosnou kostrou a horní krycí vrstvou, dále zmírňuje účinek nárazové síly při dopadu materiálu na pás (rozkládá toto zatížení na více nití vložek kostry), odvádí teplo z kostry, omezuje trhání pásu a zlepšuje příčnou pevnost pásu.

Ocelové kordy nárazníku mohou být položeny rovnoběžně s útkem vložek (zvýšená příčná pevnost) nebo rovnoběžně s osnovou vložek (lepší odolnost vůči nárazu).

1.2 Dopravní pásy s ocelovou kostrou

Kostra dopravního pásu je v tomto případě tvořena ocelovým materiálem (ocelové: pásy, tkaniny, pletiva, lana), který je opatřen krycími vrstvami z elastického materiálu (obvykle pryž). Tyto dopravní pásy disponují vysokou pevností, nízkou průtažností a neabsorbují vodu (rozměrová stálost).

Nejčastěji používaným typem ocelových koster, jsou kostry s ocelovými lany. Takovýto dopravní pás se nazývá **ocelokordový**. Tyto dopravní pásy jsou využívány k dálkové pásové dopravě v náročných pracovních podmínkách. Skladba ocelokordového dopravního pásu je zobrazena na obr. 5.



Zdroj: <http://www.stzservis.cz>

Obr. 5 – Skladba ocelokordového dopravního pásu

Kostra pásu je tedy složena z řady vysoko pevnostních ocelových lan uložených v jádrové gumě (adhezivní směs). Lana jsou chráněna proti korozi pozinkováním. Pevnost těchto pásů (závisí na průměru a počtu lan) se pohybuje v rozmezí $(1000\div 5000)\text{N/mm}$ a vyznačují se také nízkou tažností. Zároveň disponují dobrou příčnou flexibilitou (nízká příčná

tuhost), proto se pás výborně přizpůsobuje profilu dopravní trati (korýtkové uspořádání nosných válečků).

Adhezivní směs, tvořená elastickým materiálem (pryž) slouží zejména k pojení a vymezení vzájemné polohy ocelových kordů. Součástí pásu musejí být všechny krycí vrstvy, přičemž horní vrstva musí být také hrubší než u pryžo-textilního pásu.

1.3 Krycí vrstvy dopravního pásu

Primární funkcí krycích vrstev dopravního pásu je ochrana kostry před mechanickým poškozením od dopravovaného materiálu a působením pracovního prostředí. U dopravního pásu lze rozlišovat tři druhy krycích vrstev (obr. 1):

- **horní krycí vrstva** – přichází do styku s dopravovaným materiálem, proto je nejvíce namáhána mechanickým opotřebením, zejména dopadem materiálu na pás a abrazivními účinky, od toho se také odvíjí větší tloušťka této vrstvy,
- **dolní krycí vrstva** – na rozdíl od horní vrstvy nepřichází do styku s dopravovaným materiálem, proto bývá tato vrstva tenčí. Chrání kostru především před mechanickým poškozením od přejíždění pásu přes nosné válečky dopravníku,
- **boční ochranné okraje** – slouží k ochraně okrajů kostry před působením prostředí, strážními válečky atd.

Všechny druhy krycích vrstev nemusejí být vždy součástí pásu, podle normy ČSN 26 0360 se rozlišují dopravní pásy podle rozsahu krytí:

- **kryté** (horní i spodní vrstvy; boční okraje),
- **řezané** (horní i dolní vrstvy; bez okrajů),
- **nekryté** (bez vrchních a dolních vrstev; bez okrajů).

Podle speciálních požadavků kladených na krycí vrstvy (zejména horní krycí vrstvu) musí být krycí materiál odolný vůči chemickým a fyzikálním vlivům. Kaučukové směsi, ze kterých se pryžové krycí vrstvy vyrábějí lze vhodnou recepturou nebo mícháním upravovat v rámci širokého spektra elastomerů k získání potřebných vlastností.

Vylepšení provozních a zpracovatelských vlastností elastomerů lze docílit také přidáním určitých přísad do kaučukové směsi (aktivní plniva, aktivátory, změkčovadla).

Podle požadovaných vlastností dopravního pásu se pro gumárenské směsi používají následující základní typy elastomerů:

- přírodní kaučuk,
- butadien styrenový kaučuk,
- akrylonitrilový kaučuk,
- chloroprenový kaučuk,
- butadienový kaučuk,
- izoprenizobutylenový kaučuk,
- silikónový kaučuk,
- etylen propylenový kaučuk.

Použitím určitých elastomerů či jejich směsí, lze získat pryžovou krycí vrstvu požadovaných vlastností jako například: otěruvzdornost, odolnost vůči vysokým či nízkým teplotám, rezistence vůči minerálním olejům, chemikáliím aj.

2. SPOJOVÁNÍ PRYŽOVÝCH DOPRAVNÍCH PÁSŮ

Dopravní pásy se vyrábějí v určitých délkách, pro vytvoření nekonečného tažného prvku dopravníku je tedy nutné konce pásu spojit. Podle provedení a technologie výroby spoje lze rozlišovat dva základní typy spojů dopravních pásů:

- mechanické spoje (rozebíratelné) – provádí se pomocí mechanických spojek,
- vulkanizace (nerozebíratelné) – lze dále rozdělit podle metody:
 - za tepla – provádí se pomocí vulkanizačních lisů,
 - za studena (lepení) – provádí se pomocí speciálních lepidel a tužidel.

Dle normy 26 0378 “Dopravní pásy s textilní kostrou. Základní ustanovení.” lze rozlišovat dva typy spojů:

- příčné,
- podélné.

Výše zmíněná norma předepisuje základní požadavky, které je nutno dodržovat při spojování pryžo-textilních dopravních pásů příčnými a podélnými spoji. Vložky u dopravního pásu s příčným spojem musí být spojeny pod úhlem 45 až 70° vůči podélné ose. U vnějších vložek pásu je na každých 100 m povolen maximálně jeden spoj. V případě vnitřních vložek jsou na každých 100 m dovoleny maximálně dva spoje. Počet podélných spojů dopravního pásu se odvíjí od jeho šířky a spoj nesmí být umístěn v ohybu pásu (při použití korýtkového profilu dopravní trasy). Spoje jednotlivých vložek, je nutno umístit ve vzájemné vzdálenost minimálně 100 mm a nesmí se umístit nad sebe, přičemž spoj jedné vložky musí být ve vzdálenosti minimálně 100 mm od okraje kostry pásu.

2.1 Mechanické spojování dopravních pásů

Mechanické spoje dopravních pásů se provádějí prostřednictvím různých typů mechanických spojek (spon). Podle tvaru, provedení a způsobu spojení lze mechanické spojky rozlišovat:

- **kloubové spojky (jehlové spoje)** – oba konce dopravního pásu jsou opatřeny částmi spojky (destičky nebo háčky), které jsou následně propojeny spojovací jehlou či lankem. Ochranu proti vysunutí jehly/lanka zajišťují speciální podložky.



Zdroj: <http://www.spojovanipasu.cz>

Obr. 6 – Kloubové mechanické spojení (destičkové a háčkové spony)

Toto provedení je výhodné díky svému rychlému spojení a rozpojení (rychlá montáž na cílovém zařízení), také lze v případě poškození jednoho z konců pásu velmi rychle povést jeho opravu.

Háčkové spony jsou určeny pro aplikace s relativně malými tahy v pásu (doporučené max. tahové napětí 100÷400 N/mm) ve farmaceutickém průmyslu, potravinářství, balící linky.

Destičkové spony mohou přenášet tahy vyšší (doporučené max. tahové napětí 100÷1250N/mm), což je ovšem ovlivněno způsobem spojení destiček a pásu – zejména počet spojovacích členů. Různá provedení kloubových spojů jsou vyobrazena na obr. 6. Spojovací jehly/lanka bývají potaženy nylonem pro snížení opotřebení a lepší mazání spoje.

- **pevné spojky (bezjehlové spoje)** – spojka je složena ze dvou přímých destiček (horní a dolní), které jsou skrz díry v pásu vzájemně spojeny (obr. 7). Tento druh se využívá nejen ke spojování pásů, ale také k opravám průrazů a trhlin v pásu. Tato konstrukce spoje je schopna přenášet vyšší tahy (doporučené max. tahové napětí 1600 N/mm) než provedení kloubové. Proto se dopravní pásy spojené pevnými spojkami používají k dopravě drceného kamene, soli, uhlí písku atd.



Zdroj: <http://www.spojovanipasu.cz>

Obr. 7 – Spoj s pevnými spojkami (šroubované a nýtované)

Spoje s pevnými spojkami vyžadují větší průměry bubnů, než spoje kloubové. Jejich životnost je však vyšší, jelikož nemají pohyblivé části.

2.1.1 Způsoby spojování spojek

Mechanické spojky mohou způsobovat poškození bubnů, čističů, válečků atd. Spojovací materiál bývá k minimalizaci tohoto jevu zapuštěn do destiček spojky, případně v kombinaci s ochrannou krycí klapkou či pásem. Destičky samotné mají zaoblené hrany, což

ve výsledku dává spoji poměrně hladký povrch. Vzájemné spojování destiček spojek se provádí pomocí:

- svorek (obr. 6) – použití pouze u kloubových spojek,
- šroubů (obr. 7) – použití u kloubových i pevných spojek,
- nýtů (obr. 7) – použití u kloubových i pevných spojek.

Z hlediska bezpečnosti (*lit. (1)*) jsou doporučovány spoje pomocí nýtů, jelikož nejméně poškozují osnovní nitě textilních vložek.

2.1.2 Materiál spojek

Mechanické spojky se obvykle vyrábějí z běžných, nerezových, antimagnetických ocelí, ale také v případě potřeby nekovového spoje jsou zhotoveny z plastu.

2.1.3 Výhody a nevýhody mechanických spojů

Výhody mechanický spojů oproti vulkanickým spojům:

- rychlé provedení a montáž spoje,
- rychlá oprava pásu,
- velmi nízká cena spoje,
- není nutné spojované konce předem čistit a upravovat,
- nenáročné na speciální dovednosti a zkušenosti personálu.

Nevýhody mechanických spojů oproti vulkanickým spojům:

- propad jemných částeczek materiálu do spodní větve pásu (u kloubových spojů lze částečně eliminovat vložení plnicích trubic) což způsobuje jeho znečištění,
- snížená tahová pevnost pásu.

Další nevýhodou může být poškozování kostry, není-li chráněna v příčném směru vlivem působení vlhkosti a plísní v případě textilních vložek vyrobených z přírodních materiálů. K degradaci kostry může také docházet při aplikaci pásu ve zvýšených teplotách, kdy spojky vedou teplo do textilních vložek a poškozují je.

2.1.4 Princip mechanických spojů

V případě použití **šroubů** nebo **nýtů** jako spojovacích členů je pevnost spoje způsobena jejich svěrným účinkem při spojení horní části spojky s protikusem na druhé straně pásu (*tzn. pevnost spoje nezávisí na pevnosti spojovacího členu*) a spojení destiček s pásem je dosaženo prostřednictvím speciálních zubů na destičkách. Svěrný účinek pak rovnoměrně rozděluje napětí v pásu na každou spojku. V případě použití **spojek se svorkami**, je destička k pásu přichycena zaražením svorky do pásu.

Na rozdíl od vulkanických spojů není garantována tahová pevnost mechanických spojů stejná jako je pevnost pásu (minimální však musí být pevnost spoje větší než 50% pevnosti pásu).

2.2 Montáž mechanických spojů

Montáž mechanických spojů lze urychlit a zefektivnit použitím speciálních nástrojů a přípravků, které mají společnosti zabývající se výrobou spojek také ve svém sortimentu.

2.2.1 Montáž háčkových kloubových spojů

Montáž háčkových spon na dopravní pás se provádí hydraulickými lisami nebo spojovacími přípravky (svěrákové, pákové, klešťové, rolovací).

Čelisti hydraulických spojovacích lisů zabezpečují jednotný tlak po celé šířce spoje a jsou konstruovány, tak aby se maximální kontaktní tlak přenášel do hrotu háčku a ne do okrajů pásu. K montáži háčku na PVC/PU dopravní pás jsou vhodné lisy s vyhřívanými čelistmi, které vlivem působení tepla umožňují snadnější zasouvání hrotů do pásu.



Zdroj: <http://www.anker-flexco.de>

Obr. 9 – Hydraulický lis AMK400 a spojovací přípravky

2.2.2 Montáž destičkových kloubových a pevných spojů se šrouby a nýty

Kloubové spoje sevřené nýty využívají 1 až 5 nýtů. U pevných spojek 5 až 8 nýtů. Příklady těchto spojek jsou zobrazeny na obr. 10.



Zdroj: <http://www.flexco.cz>

Obr. 10 – Nýtované spojky

Prvním krokem montáže nýtovaných spojek je ustavení pásu destiček k příčnému okraji spojovaného dopravního pásu a následné zánýtování pomocí kladiva. Nýtování lze provádět po jednotlivých nýtech nebo hromadně více nýtů najednou pomocí přípravku. Tento postup se uplatňuje jak u kloubových (zde se konce pásu opět spojí jehlou) i pevných spojů.



Zdroj: www.flexco.cz

Obr. 11 – Způsoby montáže nýtovaných spojek

Kloubové a pevné spoje sevřené šrouby se provádějí obdobným způsobem jako spoje nýtované. Prvním krokem montáže je vyvrtání otvorů pro šrouby podle šablony a následně se destičky sešroubují dohromady. Šroubovaná spojka je zobrazena na obr. 12.

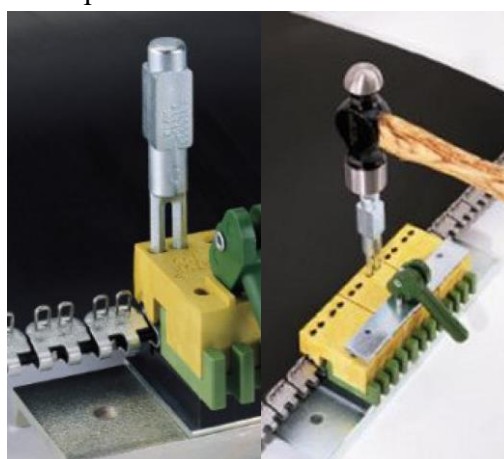


Zdroj: <http://www.flexco.cz>

Obr. 12 – Pevné šroubované spojky

2.2.3 Montáž destičkových kloubových spojů se svorkami

Spony jsou pomocí speciálního přípravku přiloženy k okrajům pásu a poté se údery kladívka svorky probijí do pásu (obr. 13). Po osazení obou konců pásu sponami jsou spojeny jehlou, která je násadně zajištěna podložkami.



Zdroj: www.flexco.cz

Obr. 13 – Způsob montáže svorkových spojek

2.3 Spojování dopravních pásů vulkanizací

Spojení dopravního pásu pomocí vulkanizace lze považovat za trvalý a nerozebíratelný spoj, i když také podléhá únavě a po čase může být potřeba pás zkrátit a vytvořit spoj nový. Toto spojení je velice silné a spolehlivé. Na rozdíl od mechanických spojek lze dosáhnout srovnatelné pevnosti spoje s pevností dopravního pásu. Tento fakt závisí na provedení spoje a použité vulkanizační metodě. Rozlišujeme dva druhy této metody:

- vulkanizace za tepla,
- vulkanizace za studena (lepení).

2.3.1 Vulkanizace za tepla

Vulkanizace za tepla probíhá za současného působení tlaku a teploty na vulkanizačních lisech. Je to nejčastěji používaná metoda spojování dopravních pásů, jelikož lze dosáhnout maximální tahové pevnosti spoje, ale zároveň nejkomplicovanější a klade také určité požadavky na prostředí, kde spoj vzniká (okolní teplota, prach aj.).

Vulkanizací za tepla se spojují pryžo-textilní a ocelokordové dopravní pásy.

2.3.2 Vulkanizace za studena

Vulkanizace za studena probíhá ve spoji vlivem chemických reakcí, bez použití vulkanizačního lisu. Tato metoda se doporučuje pro dopravní pásy s tahy do 2000N/mm a pracovní teploty 80°C. I když pevnost spoje nedosahuje takové hodnoty jako je pevnost pásu, je studená metoda oblíbená zejména z těchto důvodů:

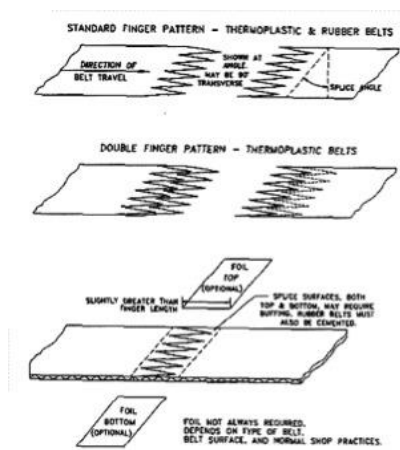
- krátká doba spojování pásu,
- užití v těžko přístupných místech,
- možnost užití ve výbušném prostředí,
- absence vulkanizačního lisu.

K vulkanizaci za studena se využívá jednosložkových či dvousložkových lepidel. Výběr spojovacího materiálu ovlivňuje výslednou pevnost a dobu schnutí spoje. Tato metoda se používá ke spojování pouze pryžo-textilních dopravních pásů.

2.3.3 Typy spojů pro spojování dopravních pásů vulkanizací

Před samotnou vulkanizací je nutno konce spojovaného dopravního pásu upravit a opracovat a očistit, aby bylo možné spojení provést. Provedení těchto úprav ovlivňuje zejména druh kostry dopravního pásu, případně počet vložek textilní kostry. Zvolený tvar a velikost úprav konců pásu také ovlivňuje konečnou pevnost spoje. Pro vulkanizaci za tepla i za studena se používá následujících typů spojů:

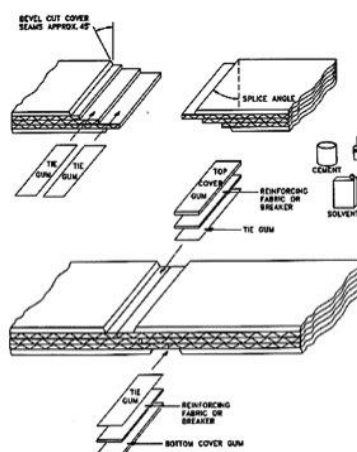
- **spoj překrytím** – používá se u jednovláknových pásů do pevnosti 500N/mm. Spočívá v odstranění horní krycí vrstvy na jedné straně a dolní krycí vrstvy na straně druhé. Poté se vložka překryje přes sebe. Nevýhodou spoje je zvětšení tloušťky pásu v místě spojení,



Zdroj: <http://www.conveyorbelt.com>

Obr. 14 – prstový spoj

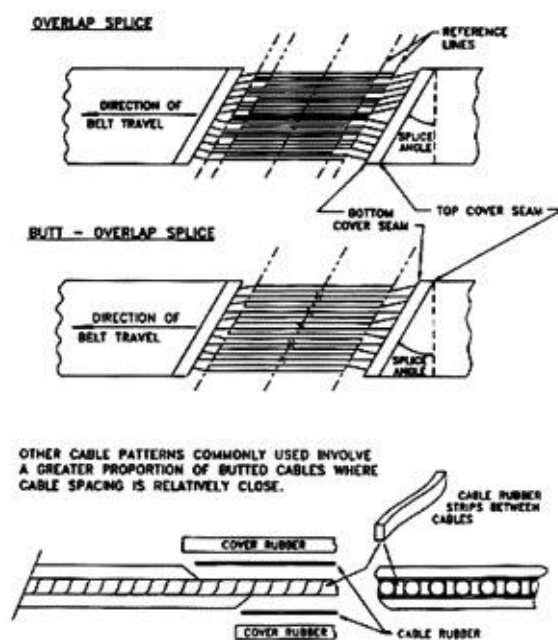
- **prstový spoj** – nejčastější se tento typ spoje používá u jedno-vložkových pásů, ale lze jím spojovat i vícevložkové pásy. Na koncích pásů jsou pomocí šablony vytvořeny výřezy (obr. 14), které posléze zapadají do protějšího konce. Tímto spojením lze dosáhnout vysoké pevnosti, která závisí na délce prstů.



Zdroj: <http://www.conveyorbelt.com>

Obr. 15 – stupňovaný spoj

- **stupňovaný spoj** – používá se u více vložkových pásů. Poměrně náročné upravení pásu je vyváženo vysokou pevností. Princip spoje spočívá v postupné odkrývání krycích vrstev a vložek nosné kostry podle obr. 15.
- **spoje ocelokordových pásů** – v tomto případě se odstraní veškeré krycí vrstvy v celé délce spoje a odstraní se i mezivrstva mezi lany (kolem lana se ponechá gumová vrstva cca 0,5mm). Lana se stříhají a střídavě pokládají krátké a dlouhé konce proti sobě podle obr. 16. Následně se nanese spojovací fólie a krycí vrstvy. Poté se ve vulkanizačním zařízení za vulkanizační teploty po určitou dobu provede spojení pásu.



Zdroj: <http://www.conveyorbelt.com>

Obr. 16 – spojení ocelokorodvých pásů

ZÁVĚR

Dopravní pásy používané při manipulaci s materiálem lze rozdělit do dvou základních skupin. První skupinou jsou dopravní pásy bez kostry, které tvoří uzavřený pás z jediného materiálu (textilie, ocelový plech aj.) a slouží k technologické nebo mezioperační dopravě kusového materiálu. Do druhé skupiny se řadí dopravní pásy s kostrou, používané k technologické i dálkové dopravě sypkého i kusového materiálu. Základní konstrukci dopravních pásů s kostrou tvoří elastický materiál (nejčastěji pryž) a nosná kostra (textilní vložky, ocelová lanka). Dopravní pásy s kostrou z textilních vložek a elastickým materiálem je pryž, se nazývají pryžo-textilní. Kostra pásu je složena z 1 až 6 vložek, přičemž se zvyšujícím počtem vložek se také zvyšuje tahová pevnost pásu, ale klesá jeho ohebnost. Dopravní pásy s kostrou tvořenou ocelovými lankami, se nazývají ocelokordové. Tato konstrukce dopravního pásu přináší vysokou tahovou pevnost a lepší ohebnost v příčném směru.

Pryžových dopravních pásů lze spojovat mechanicky nebo vulkanizací. Mechanické spoje se provádějí kloubovými nebo pevnými spojkami. Mechanické spoje nezaručují stejnou pevnost, jako je pevnost dopravního pásu (55÷90% původní pevnosti pásu, podle konstrukce spon). Vulkanizace dopravních pásů se může provádět dvěma metodami a to za tepla nebo za studena (lepením). Vulkanizací za studena lze dosáhnout vysoké pevnosti spoje, která se blíží pevnosti spojovaného dopravního pásu. Vulkanizací za tepla lze docílit stejné pevnosti spoje jako je pevnost dopravního pásu. Vulkanizační spojování je však nákladnější, zdlouhavější a jsou také kladeny vyšší nároky na kvalifikaci pracovníků, než je tomu u mechanického způsobu spojování.

Pryžo-textilní dopravní pásy lze spojovat mechanicky i oběma metodami vulkanizace. Ocelokordové dopravní pásy lze spojovat pouze vulkanizací za tepla.

POUŽITÁ LITERATURA

- (1) FAYED, M a Thomas S SKOCIR. *Mechanical conveyors: selection and operation*. Lancaster, PA: Technomic Pub. Co., 1997, xvii, 485 p. ISBN 15-667-6416-5.
- (2) POLÁK, Jaromír, Karel BAILOOTTI, Jiří PAVLIŠKA a Leopold HRABOVSKÝ. *Dopravní a manipulační zařízení II*. Ostrava: VŠB-TUO, 2003. ISBN 802-2480-493-X.
- (3) KAŠPÁREK, Jaroslav. *Dopravní a manipulační zařízení*. Brno: Vysoké učení technické v Brně.
- (4) HOLUB, Josef. *Gumárenská technologie IV: Dopravní pásy a hnací řemeny*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1962. ISBN 04-619-62.
- (5) ŠTROFFEK, Eduard, Ján BOROŠKA, Ján PINKA, Jarmila HIKLOVÁ, Daniela MARASOVÁ, Perer MIKULICA a František MIKUŠEK. *Dopravné pásy v priemysle*. 1. vyd. Košice: Štroffek Košice, 1995. ISBN 80-967325-0-1.
- (6) ČSN 26 0001. *Dopravní zařízení, názvosloví a rozdělení*. 1987.
- (7) ČSN 26 0378. *Dopravní pásy s textilní kostrou. Základní ustanovení*. 1991.