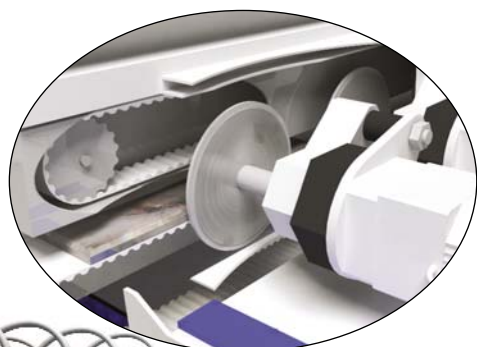


Rozmanitost aplikací polyuretanových řemenů

Počet aplikací synchronizačních, tj. ozubených řemenů v posledních letech rychle roste. Převody synchronizačními řemeny jsou sice dražší než klínovými nebo plochými řemeny, přinášejí však rozhodující výhody, které často rozhodují o konkurenceschopnosti finálního výrobku.



Materiály

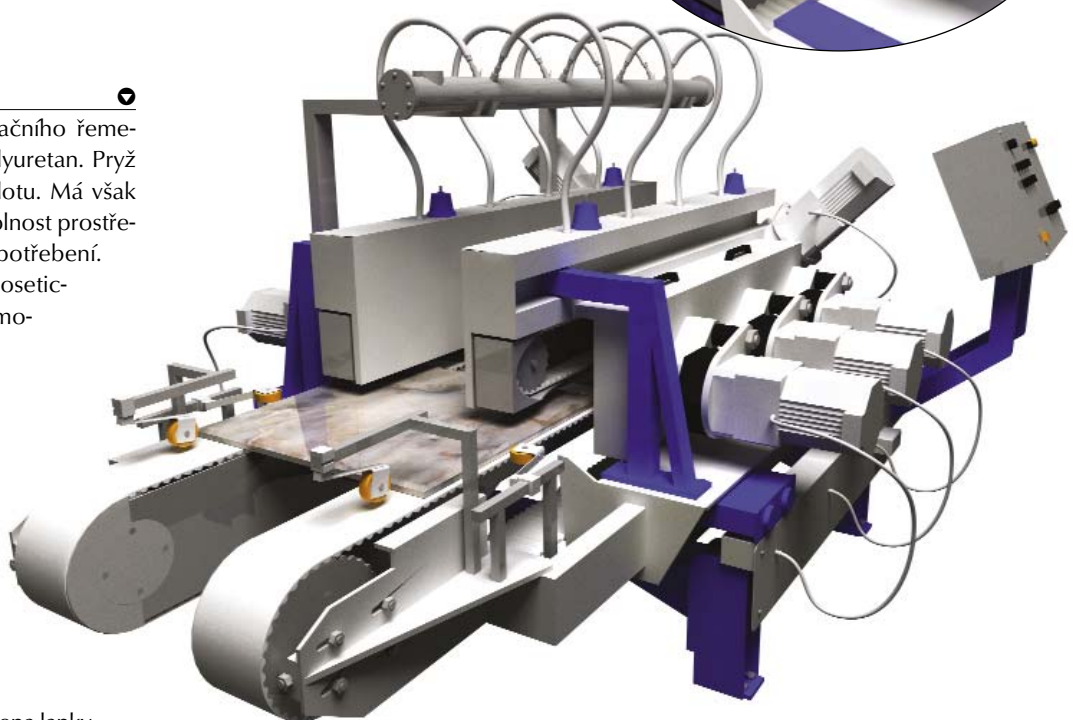
Základní hmotu synchronizačního řemenu tvoří dnes pryž nebo polyuretan. Pryž je levnější a snese vyšší teplotu. Má však řadu předností, zejména odolnost prostředí, pevnost a odolnost opotřebení. Používá se polyuretan termosetický nebo termoplastický. Termoplast přináší další výhodu, neboť se může po vyrobení svařovat, kombinovat s výlisky a zálsky a s vrstvami z materiálů odlišných vlastností. Polyuretan má ovšem nižší odolnost vyšším teplotám než pryž. Standardní rozsah provozních teplot polyuretanových řemenů je mezi -30 a $+80$ °C.

Tažná vrstva řemenu je tvořena lankou z oceli, nerezavějící oceli, kevlaru nebo skla. Standardním materiálem tažné vrstvy pryžových řemenů je sklo. Důvodem je nižší pevnost pryže a její menší odolnost proti proříznutí lanky oproti polyuretanu. Lanka z pevnějších materiálů se používají výhradně ve spojení s polyuretanem. Obvyklá jsou lanka z uhlíkové oceli se standardní pevností nebo z oceli se zvýšenou pevností. V aplikacích v prostředí se zvýšenou agresivitou se použijí lanka z nerezavějící ale méně pevné oceli nebo z kevlaru.

Gates Mectrol na objednávku pokryje povrch zubů nylonovou tkaninou, která sníží součinitel tření při náběhu do drážek řemenice a při klouzání dopravních pásů po opěrné podložce. Zvýší se odolnost řemenu opotřebení.

Technologie výroby řemenů Gates Mectrol

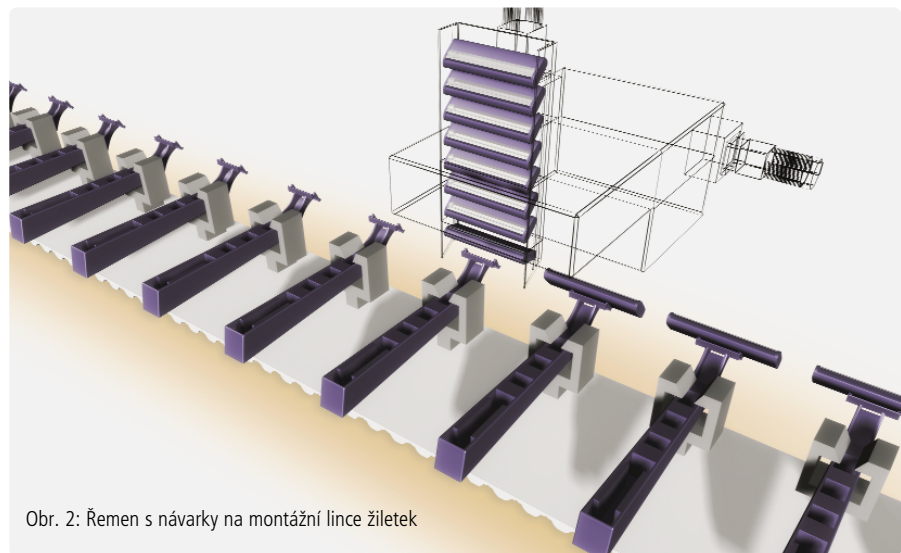
Mectrol, nejvýznamnější americký výrobce polyuretanových synchronizačních řemenů, se v minulém roce připojil ke Gatesovi,



Obr. 1: Podávání tabulí skla v zabrušovacím stroji

v jehož výrobním sortimentu převažovaly pryžové řemeny. Gates Mectrol dnes nabízí vedle pryžových řemenů i velmi široký

sortiment polyuretanových synchronizačních řemenů. Při výrobě řemenů má k dispozici následující technologie.



Obr. 2: Řemen s návarky na montážní lince žilettek

- Kontinuální vytlačování teoreticky neomezené délky řemenu s požadovanou šířkou. Lanka tažné vrstvy procházejí rovnoběžně celou délkou řemenu a na okrajích jsou kryta polyuretanem. Pro snadnou manipulaci se řezou na délky po 50 m a dodávají v rolích. Řemeny lze svařit do uzavřených smyček. Svar má nižší pevnost než celistvý pás. Vytlačováním vznikají jednak poměrně úzké řemeny pro přenos výkonu, jednak široké dopravní pásy, které mají ozubení jenom na okrajích.
- Technologie navinutím lanka do šroubovice na obvod pevné válcové formy a zastříknutím dutiny polyuretanem. Vzniklý rukáv se pak nařeže na řemeny požadované šířky. Na řezných plochách je patrné lanko tažné vrstvy, přeríznuté při oddělení řemene. Pevnost řemenu je po celé délce stejná. Lze vyrobit pouze délky, na které jsou k dispozici formy.
- Technologie navinutím lanka do šroubovice mezi dvě stavitelné kladky a postupným zastříknutím této tažné vrstvy polyuretanem. Vyrobit lze uzavřený řemen s libovolnou délkou v určitém rozmezí délek. Pevnost řemenu je po celé délce stejná.
- Technologie navařování anášeců nebo lůžek na základní řemen (viz obr. 2)
- Navaření další vrstvy se specifickými vlastnostmi na povrch řemenu.

Svařování řemenů do smyček

Kontinuálně vytlačované mnohametrové řemeny a pásy Gates Mectrol z termoplastického polyuretanu se mohou svařovat do uzavřených smyček. Technologie svaření konců Gates Mectrol zahrnuje zastřížení konců do řady protáhlých klínů, které do sebe před svařením zapadnou. Žádný příčný průřez v místě spoje neobsahuje víc než 1/3 přestřížených lanek tažné vrstvy. Jejich tah se přenáší na sousední lanka smyčkovým napětím v polyuretanu.

Pro zaručení pevnosti spoje je důležitá adheze polyuretanu k lankům, která je u Gates Mectrolu nadstandardní a zachová se i po dlouhém provozu. Nedostatečná adheze by vedla k postupnému oddělení polyuretanu od lanek a lanka by se tahem vytáhla ze spoje.

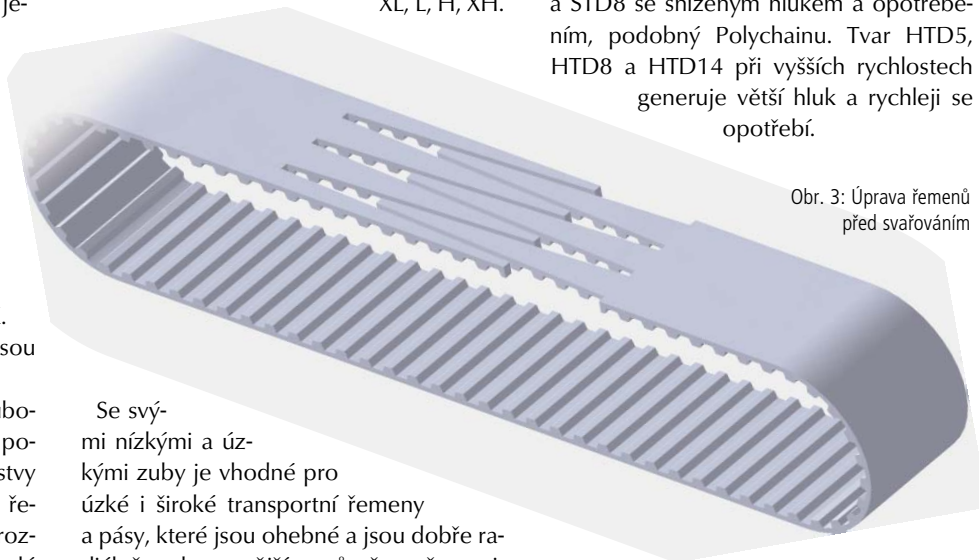
Důležitá je i rovnoměrnost předpětí jednotlivých kordů v celé šířce. Vyspělá technologie při výrobě je podmínkou velmi malé nerovnoměrnosti předpětí po šířce řemenu. Přestože je kontrola rovnoměrnosti náročná, stala se součástí výrobního procesu. Výsledkem je zaručená 50–75% pevnost spoje v poměru k neporušené části pásu. Jednotlivé řemeny svařuje výrobce nebo i uživatel, pokud si opatří

přípravkové spojovací zařízení. Pak lze řemen spojit i po zavedení do stroje.

Druhy ozubení

Gates Mectrol vyrábí řemeny s 23 různými tvary zubů. Některé tvary zubů se vyrábějí z historických důvodů a pro zachování dědičnosti se staršími převody.

Lichoběžníkové ozubení s palcovou roztečí je historicky nejstarší tvar. Ozubení se označuje písmeny XL, L, H, XH.



Obr. 3: Úprava řemenů před svařováním

Se svými nízkými a úzkými zuby je vhodné pro úzké i široké transportní řemeny a pásy, které jsou ohebné a jsou dobře radiálně vedeny vnějším průměrem řemenice. Přenášený výkon je poměrně nízký.

Nejrozšířenějším ozubením polyuretanových řemenů je lichoběžníkové ozubení s metrickou roztečí podle DIN 7721. Podle velikosti rozteče se označuje T2,5, T5, T10, T20. Řemen je veden po vnějším průměru ozubené řemenice. Ozubení má v drážkách řemenice značnou vůli, která limituje přesnost převodu při řízení polohy. Přenos výkonu vyššími zuby je dobrý, srovnatelný s pryžovými řemeny Gates PowerGrip GT3.

Lichoběžníkové ozubení pro větší přenášené momenty nejsou označení AT5, AT10, AT20. Ozubení AT není mezinárodně normalizováno. Tvar zubů je odvozen od tvaru T. Lanka tažné vrstvy jsou silnější a zuby jsou širší, takže řemen je méně ohebný. Profil zubu řemenu se jako jediný z vyráběných profilů opírá o dna drážek ozubené řemenice. Tažná vrstva vytváří při opáskání na řemenici mnohoúhelník, který má zejména na řemenicích s menším počtem zubů vliv na vztah roztečného průměru a průměru dna drážek. Vůle je na bocích zubů a na vnějším průměru řemenice. Řemen poskytne vyšší přesnost přenosu úhlu natočení,

ale je tuhý a nelze použít řemenice malého průměru.

Ze známých řemenů předčí řemeny AT výkonností pouze Gatesův Polychain GT2 s oblými vysokými zuby, jejichž boky mají optimalizovaný tvar pro plynulý záběr. Polychain je navíc přesný při přenosu úhlu.

Pro přenos výkonu s požadavky na přesnost přenosu úhlu jsou vhodné oblé profily. Z moderních oblých profilů se pro polyuretanové řemeny využívá tvar STD5 a STD8 se sníženým hlukem a opotřebením, podobný Polychainu. Tvar HTD5, HTD8 a HTD14 při vyšších rychlostech generuje větší hluk a rychleji se opotřebí.

Dimenzování řemenových převodů

Při návrhu se vychází z obvodového zatížení převodu T_e a z předpětí řemenu v nezatíženém stavu. Obvodové zatížení je součet zrychlujících sil, odporů brzdících řemen podél obvodu a momentu



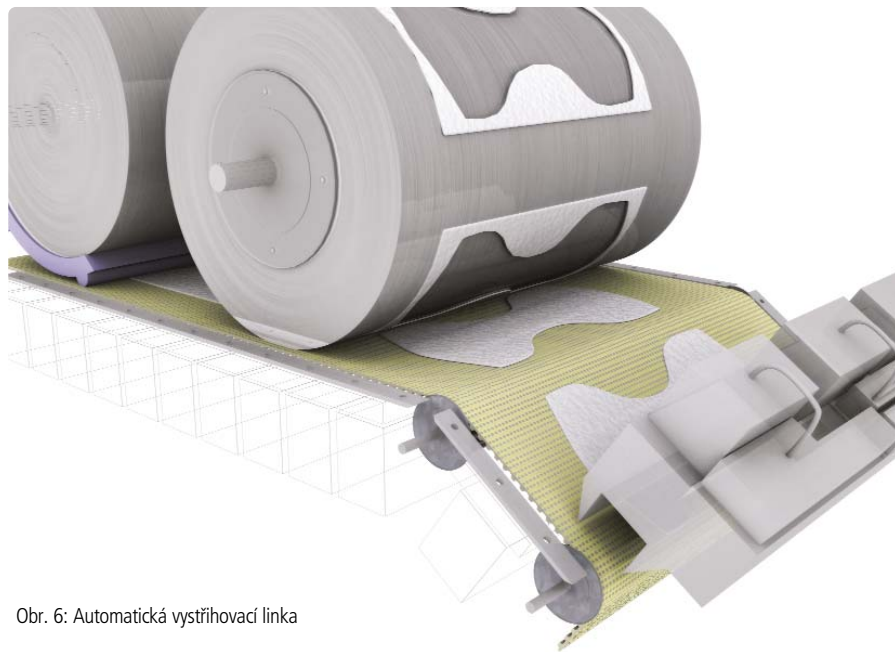
Obr. 4: Pro výtah lze použít ozubený nebo i plochý řemen

odebíraného poháněným strojem. Předpětí zajistí, že odlehčená větev řemenu se při přenosu mechanického momentu neprověsí a že zuby řemenu nenaběhnou na zuby řemenic. Osvědčené předpětí má hodnotu, která zajistí tah v odlehčené větvi 10–30 % obvodového zatížení T_e . Velikost předpětí se měří na nezátženém převodu vhodným přístrojem, nejlépe Gatesovým elektronickým Sonikem.

Řemeny a pásy pro dopravní aplikace se často navrhují podle velikosti dopravovaných předmětů a prostorových podmínek stroje. Převod je silně předdimenzovaný a výpočet podle zatížení se neprovádí. Předpětí se v tom případě stanoví na 30 % přípustného obvodového tahu řemenu. Předpětí pro dopravní aplikace se známým zatížením T_e se doporučuje 50% T_e . Předpětí pro převod lineárního pohybu se známým zatížením T_e se doporučuje volit 110% T_e , pro řemeny AT až 200% T_e . Vyšší předpětí řemenů pro lineární pohyb zvyšuje přesnost polohy.

V zatížené větvi se při přenosu momentu nebo síly obvodová síla počítá s předpětím, v odlehčené větvi se od předpětí odčítá. Rozhodující pro dimenzování řemenu je celková obvodová síla v zatížené větvi. Pro převod zvolíme tvar ozubení, velikost rozteče a šířku řemenu tak, aby celková síla v zatížené větvi převodu nepřekročila katalogový přípustný tah řemenu.

Přípustný tah řemenu odvozený od pevnosti zubů platí pro záběr alespoň 15 zubů v drážkách řemenice. Pro menší počet

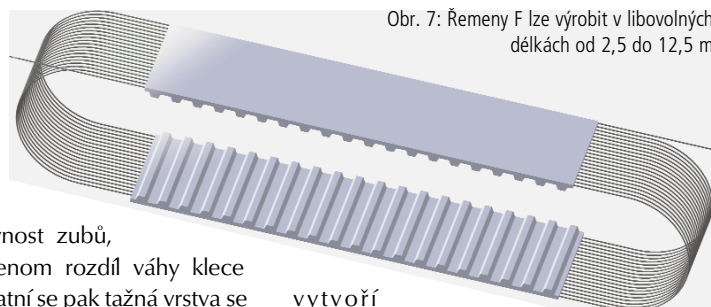


Obr. 6: Automatická vystřihovací linka

zubů se použije opravný součinitel. Přípustný tah řemenu odvozený od pevnosti tažné vrstvy se uvádí pro řemen bez svaru a se svařenými konci.

Pro aplikace na výtazích je zapotřebí podstatně vyšší pevnost tažné vrstvy, která nese váhu klece a protizávaží, než pevnost zubů, které přenašejí jenom rozdíl váhy klece a protizávaží. Uplatní se pak tažná vrstva se zvýšenou pevností (viz obr. 4).

Pro přenos momentu z řemenice na řemen je na rozdíl od ozubeného kola a hřebenu zapotřebí záběr nejméně 3, optimálně 15 zubů. Potřebné opásání se



Obr. 7: Řemeny F lze vyrobit v libovolných délkách od 2,5 do 12,5 m

vytvoří doplněním řemenice dvěma vodicími kladkami, které řemen vytvarují do tvaru písmene omega.

Pro zvedací stroje a výtahy lze použít ploché pásy bez ozubení s šířkami do 100 mm. Stranové vedení ozubených řemenů bočnicemi na řemenicích lze nahradit vedením středu řemenu klínovou drážkou řemenice. Ozubení řemenů se opatří odpovídajícími přerušovanými podélnými žebry.

Přenos momentu mezi hřídeli

Pro přenos momentu jsou výhodné uzavřené řemeny, vyrobené bez použití svaru na spojení konců. Materiál tažné vrstvy je ocel nebo kevlar.

Uzavřené řemeny s roztečemi zubů od 2,5 mm do 10 mm v délkách do 400 až do 2 250 mm podle velikosti ozubení se vyrábějí z termosetického polyuretanu na nákladných válcových formách. Výrobce je označuje symbolem S. Samotný Gates je dodával i v minulosti jako SynchroPower. Pro každou délku je potřeba zvláštní forma.

Uzavřené řemeny z termoplastického polyuretanu s jakoukoliv délkou v rozmezí od 2 500 do 12 500 mm se vyrábějí na zařízení s přestavitelnou roztečí



Obr. 5: Horizontální nebo vertikální aplikace pro dveřní systémy

Typické aplikace polyuretanových řemenů

Lineární pohyby

Pro převod z motoru na přímý pohyb se používá kontinuálně vytlačený nespojený řemen se šířkou řádu desítek mm. Šířka řemenu pro přenos síly nemá převýšit průměr řemenice, aby přenos síly po šířce zubu byl rovnoměrný. Řemen se přetáhne přes dvě řemenice a konce se spojí přitlačení na posuvný vozík. Dodávají se přitlačovací destičky s ozubením podle tvaru zubů řemenu. Motor pohání jednu z řemenic (viz obr. 5).

Kratší řemen postačí při konstrukčním uspořádání, kde je řemen svými konci přitlačen ke koncům vedení a motor s hnací řemenicí umístěn na posuvném vozíku.

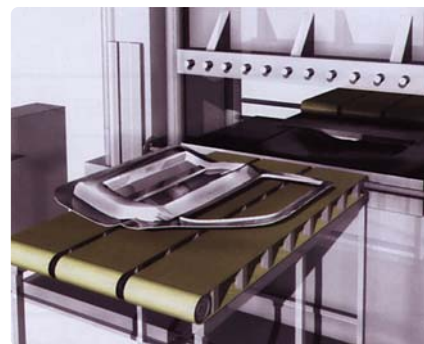
technologických řemenic. Označují se F, flex belts (viz obr. 7).

Dopravní aplikace

Pro dopravu výrobků se používají jak úzké synchronizační řemeny ve vhodném uspořádání, tak široké pásy s ozubením nebo ploché pásy bez zubů. Šířka dopravního pásu je odvozena z rozměru dopravovaných výrobků. Gates Mectrol vyrábí pásy do šířky 900 mm. Ozubení je vytvořeno v pruzích na okrajích pásu a střed pásu je hladký.

Střed pásu může být doplněn otvory pro přívod vakua nebo pro upínání držádků výrobků nebo polyuretanovými unášecími návarky nebo vrstvou vhodného vybraného materiálu. Osvědčený je palcový tvar ozubení H nebo metrický T 10. Palcové ozubení je velmi ohebné a umožňuje použít vodící válce s malým průměrem.

Ozubené dopravní pásy v porovnání s hladkými pásy možní synchronizovat rychlost pásu s technologickým taktem



Obr. 9: Zaručená odolnost pásu proti oleji a nastřížení se uplatní u lisovacích operací

Obr. 8: Pás odolný proti proříznutí



výroby a zlepšují vedení pásu při nesouměrném zatížení. Na rozdíl od článkových a řetězových dopravníků se snadno udržují v čistotě a nemusí se dopínat následkem opotřebení (viz obr. 6).

Zajímavé je vedení skleněných tabulí strojem na broušení okrajů. Tabule spočívá na širokých pásch se speciálním povlakem a bočně je vedeno úzkými řemeny.

UZIMEX PRAHA, spol. s r.o. poskytuje technickou podporu při návrhu řemenových pohonů a dodává je kompletní včetně řemenic české výroby. ⊗

www.uzimex.cz