

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů



Bakalářská práce

Napínání a provoz řemenů

Stanislav Horký

© 2024 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Stanislav Horký

Technika a technologie v dopravě a spojích
Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Napínání a provoz řemenů

Název anglicky

Tensioning and operation of belts

Cíle práce

Vypracovat a popsat současný stav možností a způsobů napínání řemenů, zejména ozubených, a vypracovat přehled přístrojů a služeb pro jejich napínání a kontrolu.

Metodika

Bude vypracována systematická literární rešerše k zadanému tématu, ve které bude zmapován a popsán současný stav možností a způsobů napínání řemenů, zejména ozubených. Rešerše bude doplněna o přehled přístrojů, popř. služeb, pro napínání a kontrolu řemenů.

Doporučená osnova práce:

1. Úvod
2. Konstrukce, vlastnosti a provozní podmínky řemenových převodů
3. Druhy a sortiment řemenů a jejich označování
4. Montáž, údržba a provoz řemenových převodů
5. Napínání řemenů
5. Doporučení pro provoz a údržbu řemenových převodů
6. Závěry

Doporučený rozsah práce

30 až 40 stran

Klíčová slova

řemen, ozubený řemen, klínový řemen, napínání řemenů

Doporučené zdroje informací

Frekvenční měřič řemenů [online]. SKF Group. Dostupné z:

https://www.industrial.cz/documents/5de2000101/cs/frekvencni_meric_remenu_skf.pdf

Klínové řemeny. Pikron. Dostupné z: <https://www.pikron.cz/produkty/remeny/klinove/jednoduche>

Klínové řemeny. TYMA CZ. Dostupné z:

<https://www.tyma.cz/technicke-informace/identifikace-remene/klinovy-remen/>

ZACHARIÁŠ, L. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. TECHNICKÁ FAKULTA. *Části strojů : učební texty*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. ISBN 978-80-213-1622-5.

Předběžný termín obhajoby

2022/2023 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Ing. Josef Pošta, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů

Elektronicky schváleno dne 26. 1. 2022

doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2022

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 28. 02. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Napínání a provoz řemenů" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31. 3. 2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu prof. Ing. Josefu Poštovi, CSc za svědomité a účelné vedení této práce

Napínání a provoz řemenů

Abstrakt

Práce se zabývá problematikou ohledně napínání řemenů a ideálními provozními vlastnostmi v řemenových převodech. Zahrnut je v práci současný stav možností a variant napínání řemenů, včetně ozubených neboli tzv. synchronních řemenů. V práci je vypracování a popis způsobů napínání řemenů ozubených, přehled přístrojů pro kontrolu řemenů a přístrojů pro jejich napínání.

Klíčová slova: řemen, ozubený řemen, klínový řemen, napínání řemenů, průhyb řemene, předpětí řemene

Tensioning and operation of belts

Abstract

The work deals with the issue of belt tensioning and the ideal operational properties in belt drives. Included in the work is the current state of possibilities and variations of belt tensioning, including toothed or so-called synchronous belts. The work includes the development and description of methods for tensioning toothed belts, an overview of devices for belt inspection, and devices for their tensioning.

Keywords: belt, toothed belt, V-belt, belt tensioning, belt deflection, belt pre-tension

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce a metodika.....	2
2.1	Cíl práce	2
2.2	Metodika.....	2
3	Převody	3
3.1	Řemenové převody.....	3
3.1.1	Řemenice.....	4
3.1.2	Napínací zařízení	5
3.1.2.1	Napínací kladka	5
3.1.2.2	Napínací šroub (u motoru s hnací řemenicí, u řemenice).....	6
3.2	Vlastnosti řemenových převodů.....	6
4	Druhy a sortiment řemenů a jejich označování.....	6
4.1	Ozubené řemeny.....	7
4.1.1	Specifický účel a konstrukce	7
4.1.1.1	Klasické ozubené řemeny	7
4.1.1.2	Ozubené řemeny s proměnlivou roztečí zubů.....	7
4.1.1.3	Synchronní ozubené řemeny.....	7
4.1.1.4	Řemeny s klínovým ozubením	7
4.1.2	Použití ozubených řemenů.....	8
4.2	Sortiment firmy TYMA	8
4.2.1	Klínové řemeny.....	8
4.2.2	Drážkované řemeny	10
4.2.3	Ozubené řemeny	11
5	Montáž řemenů	11
5.1	Postupy při montáži.....	11
5.2	Čeho se vyvarovat	12
6	Napínání řemenů	13
6.1	Napínání plochých řemenů.....	14
6.1.1	Ruční napínání plochých řemenů.....	14
6.1.2	Automatické napínání plochých řemenů	14
6.2	Napínání klínových řemenů	15
6.2.1	Ruční napínání klínových řemenů	15
6.2.2	Automatické napínání klínových řemenů	16

6.3	Napínání drážkovaných řemenů.....	17
6.3.1	Automatické napínání drážkovaných řemenů s odpružením	17
6.3.2	Hydraulické napínání drážkovaných řemenů.....	17
6.4	Napínání ozubených řemenů.....	18
6.4.1	Ruční napínání ozubených řemenů.....	18
6.4.2	Automatické napínání ozubených řemenů s pružinou	18
6.4.3	Elektromechanické nebo hydraulické napínání ozubených řemenů..	18
6.5	Kontrola napnutí řemenů.....	19
6.5.1	Frekvenční měřič řemenů od firmy SKF	19
6.5.1.1	Popis zařízení.....	19
6.5.1.2	Postup při měření.....	20
6.5.1.3	Princip přístroje.....	21
6.5.2	Zvukový měřič řemenů Sonic 508C od firmy Gates	21
6.5.2.1	Popis zařízení.....	21
6.5.2.2	Postup při měření.....	22
6.5.2.3	Princip přístroje.....	23
6.5.3	Laserový měřič řemenů CONTI VSM-1 od firmy Continental.....	24
6.5.3.1	Popis zařízení.....	24
6.5.3.2	Postup při měření.....	24
6.5.3.3	Princip přístroje.....	25
6.5.4	Měřič napnutí řemenů Belt Control 1 od firmy TYMA	26
6.5.4.1	Popis zařízení.....	26
6.5.4.2	Postup při měření.....	26
6.5.4.3	Princip přístroje.....	30
7	Údržba a provoz řemenových převodů	31
7.1	Údržba a čištění.....	31
7.2	Provoz převodů	31
8	Závěr	32
9	Bibliografie	33
10	Seznam obrázků	38
11	Seznam tabulek	39

1 Úvod

Řemenové převody slouží ke spojení jedné či více hřídelí s určitou osovou vzdáleností. Jejich výhodou je kromě možné velké osové vzdálenosti spojovaných hřídelí také funkce pojistné spojky, což je umožněno tím, že se jedná o silový spoj, kde závisí na stavu napnutí řemenu. Mezi další výhody patří tlumení rázů, plynulý chod či možnost snadné změny směru otáčení výstupní hřídele v převodu díky zkřížení řemene. Významná je i schopnost spojení různoběžných hřídelí neúplným zkřížením řemene, což může suplovat funkci kuželových ozubených převodů.

Řemenové převody jsou velmi rozšířené, poměrně jednoduché a mají dobré technické vlastnosti. Pro zamezení prokluzu jsou na trhu k dispozici ozubené řemeny, které jsou zejména využívány v automobilových rozvodech.

Tato práce se zabývá konstrukcí řemenových převodů, způsoby jejich napínání a kontrolou napínání. Důležitou částí je napínání řemenových převodů a všechny s tím související poznatky o provozních vlastnostech, společně s doporučeními pro provoz a údržbu. Práce je také zaměřena na ozubené řemeny, hlavně vlastnostem těchto převodů, využitím a kontrolou.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem práce je vypracování a popis současného stavu možností napínání řemenů a přehled přístrojů pro jejich napínání nebo kontrolu. Pozornost bude zaměřena na napínání ozubených (synchronních) řemenů. Dalším cílem je ukázat současný stav nabídky řemenů a navrhnout doporučení pro správný provoz a údržbu řemenových převodů.

2.2 Metodika

Je vypracována systematická literární rešerše, ve které je zmapován a popsán současný stav možností a způsobů napínání řemenů, zejména ozubených.

Rešerše je doplněna o přehled přístrojů, popř. služeb, pro napínání a kontrolu řemenů. Jsou vysvětleny principy a postupy napínání řemenových převodů, jednotlivé možnosti budou porovnány a zhodnoceny, je navržen způsob, jak správně udržovat a napínat řemeny.

3 Převody

Převodem se přenáší a rozvádějí otáčivý pohyb a mechanická energie (krouticí moment, výkon, obvodová síla) z hřídele na další, zpravidla nesouosé hřídele. Za přenosu se může změnit rychlost a smysl otáčení poháněné hřídele. Pohyb se přenáší z hnací hřídele na hnanou:

- a) přímým přenosem – bezprostředním dotykem kol, to jsou převody s ozubenými nebo třecími koly
- b) nepřímým přenosem – pomocí řemene, lana, řetězu apod., popř. pomocného kola

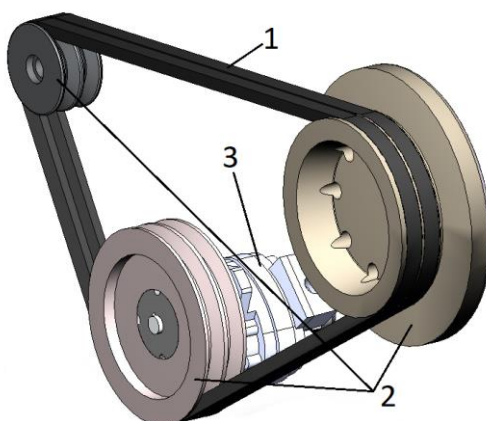
Dále můžeme převody rozdělit podle způsobu přenosu obvodové síly z hnacího na hnané kolo:

- a) silovým stykem (třením mezi koly) - u třecího převodu nebo mezi kolem a řemenem nebo lanem
- b) tvarovým stykem – zuby na obvodu kol, které zabírají vzájemně do sebe (u převodu s ozubením) nebo do řetězu (u řetězového převodu) [1].

Práce se bude věnovat řemenovým převodům, takže dojde na řešení otázky konstrukce, požadavků pro provoz a efektivitu s údržbou [2] [3].

3.1 Řemenové převody

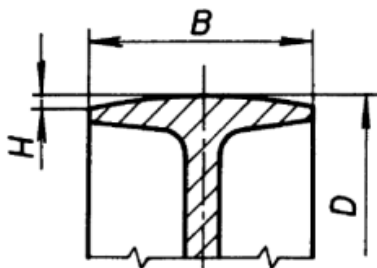
Řemenové převody jako takové (Obrázek 1) se skládají z minimálně dvou řemenic na spojovaných hřídelích a jednoho řemene. Pro správnou funkci je potřeba zajistit napínání řemene. Řemenice je defacto kolo, po jehož obvodu obíhá řemen. Tvar řemenice závisí na druhu řemene. Pro plochý řemen je hladká řemenice, pro klínový a kruhový řemen (lano) drážkovaná řemenice a pro ozubený je řemenice s ozubením [2].



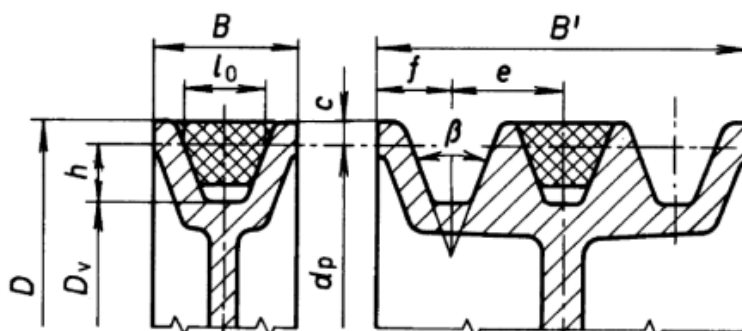
Obrázek 1 – Řemenový převod s klínovými řemeny
1 – klínové řemeny 2 – řemenice 3 – hnací nebo hnané zařízení [2]

3.1.1 Řemenice

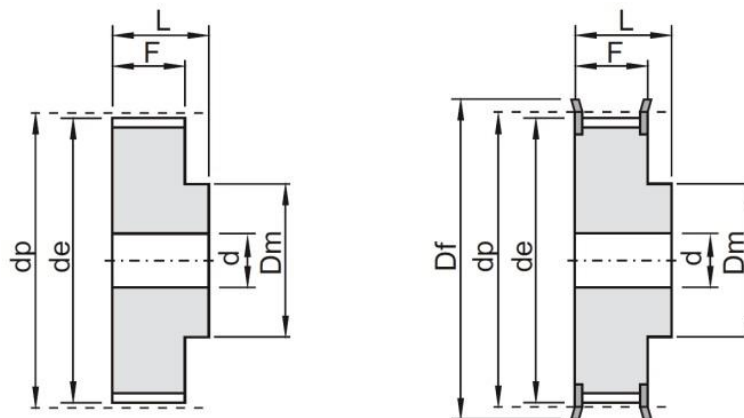
Řemenice (dříve také označované jako kotouče) se běžně zhotovují z litiny, oceli nebo dřeva. Pokud je obvodová rychlost vyšší jak 30 m/s, jsou vhodné řemenice s plechovými věnci a rameny z kujného železa, zalitými nebo zašroubovanými do litinových nábojů. Litinové řemenice mají oblíny (výstupky nebo vystouplé prvky na povrchu věnce řemenice) věnce válcové nebo rotační vypouklé [1]. Kromě konvenčních materiálů mohou být také zhotoveny z různých druhů plastů nebo z kompozitní materiálů. Řemenice jsou konstrukčně řešeny tak, aby odpovídaly použitým řemenům. Můžeme tedy říct, že průřez drážky řemenice je negativem průřezu řemene. Pro ploché řemeny je tvar věnce řemenice (rozměry určeny např. normou ČSN 02 3180) většinou sudovitý (Obrázek 2). U klínových řemenů má řemenice drážku nebo více drážek ve tvaru rovnoramenného lichoběžníku (Obrázek 3). Pro ozubené řemeny musí mít řemenice (Obrázek 4, Obrázek 5, Obrázek 6) odpovídající ozubení (podobně jako řetězové kolo má ozubení odpovídající řetězu) [1] [4] [2].



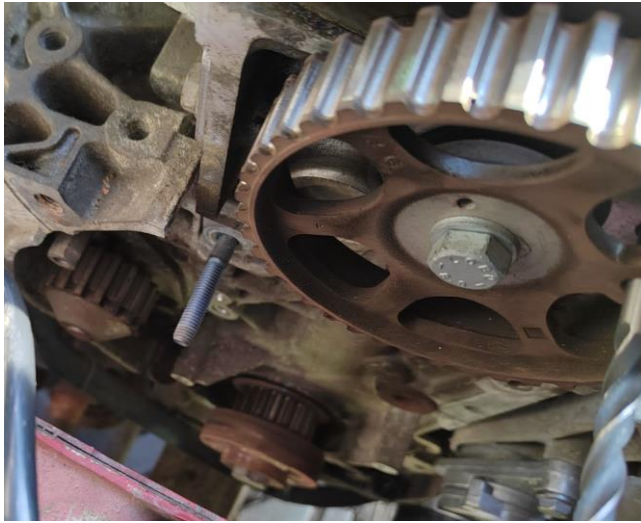
Obrázek 2 – Průřez řemenice se sudovitým věncem [3]



Obrázek 3 – Průřezy řemenic pro klínové řemeny, křížovitý šraf má řemen [3]



Obrázek 4 – Řezy řemenic pro ozubené řemeny, vpravo s vedením řemene [5]



Obrázek 5 – Ozubená řemenice bez vedení u spalovacího motoru [archiv autora]



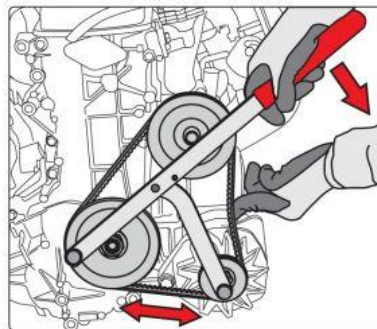
Obrázek 6 – Ozubená řemenice s vedením ze slitiny hliníku [6]

3.1.2 Napínací zařízení

Řemenové převody mohou i nemusí obsahovat napínací zařízení. S jeho použitím se poji potřeba regulace prokluzu. Dále je možné ovlivňovat i jeho účinnost, a to změnou třecích sil z důvodu opotřebení. Podrobněji je napínání a jeho kontrola řešena v kapitole Napínání řemenů.

3.1.2.1 Napínací kladka

Účel napínací kladky je nastavit a udržet optimální napětí v řemenu. I při malých změnách délky řemene vlivem jeho opotřebení lze kladku nastavit po velmi jemných krocích – tím se docílí kompenzace a vyrovnání opotřebení řemene při provozu. Další výhodou je dodatečná ochrana celého převodu proti přetížení nebo poklesu účinnosti sníženým třením mezi řemenem a řemenicemi. Kladka bývá zpravidla napnuta pomocí pružiny nebo hydraulicky a u spalovacího motoru se dá napnout speciálním klíčem (Obrázek 7).



Obrázek 7 – Napínání kladky řemene u spalovacího motoru speciálním klíčem [7]

3.1.2.2 Napínací šroub (u motoru s hnací řemenicí, u řemenice)

Lze konstatovat, že zajištění napnutí pomocí šroubu, ať už u motoru nebo u jednotlivých uložení řemenic, je nejjednodušší způsob, jak dosáhnout napnutého řemenu v převodu. Motor či řemenice mohou být uloženy ve vedení (např. kolejnici), kdy utahováním či povolováním šroubu měníme osovou vzdálenost řemenic, a tedy napnutí řemene. Nevýhodou může být nepřizpůsobení se napínacího šroubu vůči průběžnému uvolňování, resp. prodlužování řemene během provozu. Proto je třeba šroub zase manuálně utáhnout či povolit dle podmínek – tento problém řeší napínací kladka.

3.2 Vlastnosti řemenových převodů

Mezi hlavní vlastnosti a zároveň výhody patří tichý chod a tlumení rázů při provozu převodu. Dále je u řemenových převodů v praxi hojně využíváno pohonu více hřídeli najednou, ať už se jedná o rozvodové ozubené řemeny nebo jiné. Další nespornou výhodou je jednoduchá konstrukce a to, že převody jsou levné na výrobu. Nevýhodou je postupné prodlužování řemenů během provozu. To vede ke snižování předpětí a jelikož se jedná o převod se silovým stykem (vláknovým třením), tak právě ono předpětí výrazně ovlivňuje účinnost řemenového převodu. Tím se zase dostáváme k důležitosti správného napínání.

Výhody:

- nevyžadují mazání
- funkce pojistné spojky díky možnosti prokluzu
- změna převodového poměru (pouhá výměna řemenice)
- nízká hmotnost
- dobrá dostupnost
- jednoduchá konstrukce

Nevýhody:

- velké rozměry
- u většiny převodů nutnost napínání
- limitovaná teplota pro provoz
- nízká odolnost vůči chemikáliím
- velké radiální síly v místech uložení řemenic při napínání řemenu

4 Druhy a sortiment řemenů a jejich označování

Tak jako ozubená kola v převodech s tvarovým stykem nebo jako třecí kola v převodech se silovým stykem, tak i řemeny mají různé druhy a různá rozdělení podle sortimentů distributorů nebo výrobců.

Uvedeme si nejpoužívanější i speciální druhy řemenů od firmy TYMA ®. Zajímavostí je, že řemeny mohou plnit funkci jak silových, tak i tvarových styků v převodu při opásání řemenic [8].

4.1 Ozubené řemeny

Ozubené řemeny jsou klíčovými prvky přenosu pohybu a momentu v mnoha strojích a zařízeních. Jsou navrženy tak, aby účinně přenášely rotaci mezi hřídeli a byly schopny odolávat různým provozním podmínkám [9] [10] [11] [12] [13].

4.1.1 Specifický účel a konstrukce

Ozubené řemeny slouží k přenosu pohybu a momentu mezi dvěma či více hřídeli. Jejich primárním cílem je efektivní a spolehlivý přenos tohoto pohybu při minimalizaci ztrát a vibrací. Díky své konstrukci jsou schopny pracovat v různých prostředích a podmínkách, což z nich činí oblíbený prvek v mnoha odvětvích průmyslu.

Skládají se z elastického pásku s ozubením, který je obvykle vyroben z pryže, kevlaru nebo dalších polymerních materiálů. Ozubení na řemeni zapadá do ozubení na převodovém kole – řemenici, což zajišťuje přesný přenos pohybu. Existují různé tvary ozubení, včetně hřebenového, klínového a kuželového ozubení, které jsou vybrány podle konkrétních požadavků aplikace.

4.1.1.1 *Klasické ozubené řemeny*

Tento typ ozubených řemenů má rovnoměrně rozmístěné ozubení a je vhodný pro přenos pohybu ve většině standardních aplikací.

4.1.1.2 *Ozubené řemeny s proměnlivou roztečí zubů*

Tyto řemeny mají variabilní ozubení, což umožňuje efektivní přenos pohybu i při nerovnoměrném rozložení nákladu.

4.1.1.3 *Synchronní ozubené řemeny*

Synchronní řemeny mají ozubení, které je navrženo tak, aby přesně zapadalo do ozubení převodových kol. To zajišťuje synchronizovaný pohyb a přesnější přenos momentu.

4.1.1.4 *Řemeny s klínovým ozubením*

Tento typ řemenů má klínovité ozubení a je často používán v aplikacích, kde je třeba přenášet větší moment.

4.1.2 Použití ozubených řemenů

Ozubené řemeny se využívají v automobilovém průmyslu zejména pro pohon ventilových rozvodů, kde nesmí dojít k prokluzu, jenž by zapříčinil změnu časování ventilů.

Pro přenos pohybu mezi motorem a ostatními částmi vozidla, jako jsou generátory, vodní čerpadla a ventilátory jsou běžně používány klínové řemeny.

V oblasti energie se ozubené řemeny používají pro přenos pohybu větrnými turbínami, generátory a dalšími zařízeními. V průmyslu jsou ozubené řemeny využívány zejména k pohonu konvejšerových systémů a obráběcích strojů. U některých spotřebních elektronických zařízeních, jako jsou tiskárny a skenery, se ozubené řemeny využívají pro pohyb tiskových hlav a dalších komponent. Nakonec i v zemědělství jsou ozubené řemeny používány pro pohon zemědělských strojů, od traktorů po sklízecí stroje. Ozubené řemeny jsou nezbytné v mnoha odvětvích, díky své spolehlivosti, efektivitě a schopnosti přenášet pohyb a momenty.

4.2 Sortiment firmy TYMA

TYMA jako spousta dalších firem používá řemeny zejména pro průmyslové pohony. Nabízí však i e-shop pro běžné uživatele, kde jsou k dostání klínové (Obrázek 8, Obrázek 9), drážkované (Obrázek 10) nebo ozubené řemeny (Obrázek 11) s řemenicemi [14].

4.2.1 Klínové řemeny



Obrázek 8 – Profil klínových řemenů f. TYMA
1 – Opláštění 2 – Jádro 3 – Tažná vlákna [14]

řemenu	Konstrukce	Užití
CONTI-V klasické	Opláštění tkaninou, jádro z přírodního kaučuku a polyesterová tažná vlákna	Ekonomická řešení ve strojírenství, jemné mechanice a zemědělství
CONTI-V ADVANCE Úzké zesílené	Opláštění tkaninou, jádro z vlákny vyztužené syntetické	Přenosy výkonu v těžkém strojírenství. Pohony

	pryže a polyesterová tažná vlákna	kompresorů, ventilátorů, drtičů, lisů a jiných strojů
CONTI-V FO řezané s vnitřním ozubením	Tělo řemenu ze syntetické pryže, zalévací směs, polyesterová tažná vlákna a bavlněná krycí tkanina	Alternativa opláštěných řemenů s vyšší životností a kompaktností. Kompresory, sekačky, obráběcí a jiné stroje.
CONTI-V DUAL oboustranné	Opláštění tkaninou, jádro z přírodního kaučuku a polyesterová tažná vlákna	Převody s více než 2 řemenicemi, s nutností měnit smysl otáčení. Serpentinové pohony a zemědělské stroje.
CONTI-V MULTIBELT násobné	Opláštění tkaninou, jádro z přírodního kaučuku, polyesterová tažná vlákna a přírodní kaučuk backing	Přenos nestejnomořného zatížení při velkých osových vzdálenostech. Všechna průmyslová odvětví.
CONTI-V VARISPEED variátorové	Tělo řemenu ze syntetické pryže, zalévací směs, polyesterová tažná vlákna a bavlněná krycí tkanina	Variátorové převodovky (veškeré průmyslové aplikace). Např. pily, textilní stroje, železárny aj.
CONTI-V Automotive Pro motorová vozidla	Tělo řemenu ze syntetické pryže, zalévací směs, speciální polyesterová tažná vlákna a bavlněná krycí tkanina. Broušené boky pro lepší tření.	Přenos nejvyšších výkonů a otáček u motorových vozidel.

Tabulka 1 – Přehled vybraných klínových řemenů firmy TYMA [14]



Obrázek 9 – Profil klínových řemenů CONTI-V FO od f. TYMA
1 – Tělo řemenu 2 – Zalévací směs 3 – Tažná vlákna 4 – Krycí tkanina [14]

4.2.2 Drážkované řemeny



Obrázek 10 – Profil drážkovaných řemenů f. TYMA
1 – Drážky 2 – Zalévací směs 3 – Tažná vlákna 4 – Krycí tkanina [14]

Typ řemenu	Konstrukce	Užití
CONTI-V MULTIRIB	Drážky ze syntetické pryže, zalévací směs, polyesterová tažná vlákna a nylonová krycí tkanina	Pohony s více hřídeli a s velkými převodovými poměry. Domácí přístroje, nářadí a automobilový průmysl.
CONTI-V MULTIRIB POWER	Drážky ze syntetické pryže, zalévací směs, aramidová tažná vlákna a nylonová krycí tkanina	Pohony s více hřídeli a s velkými převodovými poměry. Kompaktní pohony pro přenos vysokých výkonů u těžkého strojírenství.
CONTI-V MULTIRIB ELAST	Drážky ze syntetické pryže, zalévací směs, polyesterová tažná vlákna a nylonová krycí tkanina	Pohony s více hřídeli a s pevnými osovými vzdálenostmi bez napínací kladky. Válečkové trati a kompresory. Domácí spotřebiče
CONTI-V MULTIRIB Automotive	Drážky ze syntetické pryže, zalévací směs, polyesterová tažná vlákna a nylonová krycí tkanina	Přenos vysokých zatížení s požadavkem dlouhé životnosti u motorových vozidel.
Polyuretanové drážkové řemeny	Drážky z polyuretanu, zalévací směs, polyesterová tažná vlákna a hřbet z polyuretanu	Při výrobě velkých sérií. Ruční nářadí, domácí spotřebiče, pračky a další speciální aplikace.
Řemeny pro válečkové dopravníky	Drážky ze syntetické pryže, zalévací směs, polyesterová tažná vlákna a nylonová krycí tkanina	Pohony s pevnými osovými vzdálenostmi bez napínací kladky. Válečkové dopravníky nebo dopravníkové tratě speciálních aplikací.

Tabulka 2 – Přehled drážkových řemenů firmy TYMA [14]

4.2.3 Ozubené řemeny



Obrázek 11 – Profil ozubených řemenů f. TYMA
1 – Tkanina 2 – Zuby 3 – Tažná vlákna 4 – Hřbet [14]

Typ řemenu	Konstrukce	Užití
HTD	Nylonová tkanina, zuby ze syntetické pryže, skelná tažná vlákna a hřbet ze syntetické pryže	Od malých domácích přístrojích, v nářadí, v automobilovém průmyslu až po velké pohony v těžkém strojírenství
CONTI SYNCHROFORCE CXP	Nylonová tkanina, zuby ze syntetické pryže, skelná tažná vlákna a hřbet ze syntetické pryže	Obráběcí stroje, kompresory, textilní stroje, tiskařské stroje. Obecně vysoké výkony.
CONTI SILENTSYNC (samovodící tiché řemeny se šípovými zuby)	Speciální tkanina, zuby ze syntetické pryže, aramidová tažná vlákna a hřbet ze syntetické pryže	Možná náhrada řetěz. převodů. Obráběcí stroje, textilní stroje, kompresory, dmychadla.
CONTI SYNCHROCOLOR	Nylonová tkanina, zuby ze syntetické pryže, skelná tažná vlákna a hřbet ze syntetické pryže	Tropické podnebí, vhodné pro reverzní ohýbání. Lakovací a montážní linky

Tabulka 3 – Přehled vybraných ozubených řemenů firmy TYMA [14]

5 Montáž řemenů

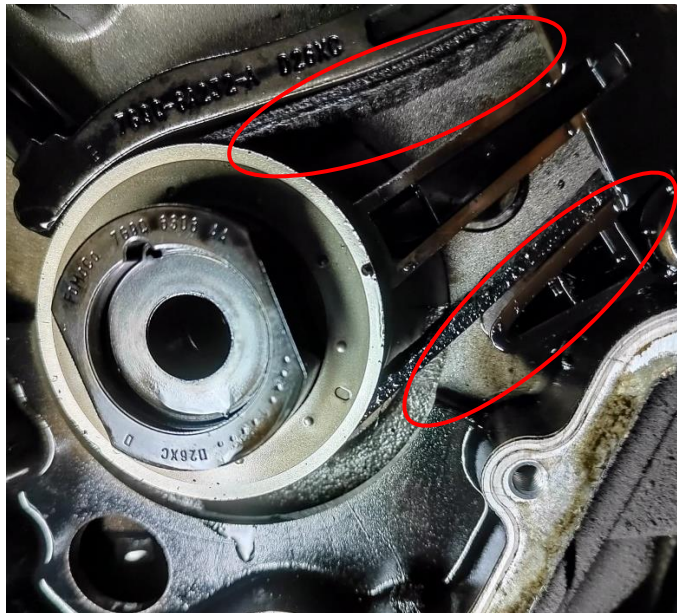
5.1 Postupy při montáži

Pro montáž klínových řemenů je důležitá kontrola vydření řemenice nebo její jiné poškození. Tak jako u kol silničních vozidel, tak i u řemenic s vyšší obvodovou rychlostí musíme zajistit vyvážení. Dalším stěžejním údajem při montáži je ustavení řemenic, kde se kontroluje horizontální a vertikální úhel spolu s velikost přesazení. Ustavení převodu bývá zpravidla určeno dle druhu a typu řemenu s tím, že důležité jsou maximální povolené hodnoty [15] [16] [17].

5.2 Čeho se vyvarovat

V praxi se často setkáváme s mnoho chybnými instalacemi řemenů. Jedná se zejména o nevhodné prostředí pro konkrétní typ řemene. Tím máme na mysli nehostinné prostředí v rámci chemického složení, či prostředí, kde hrozí únik různých kapalin a olejů nebo špatná provozní teplota prostředí.

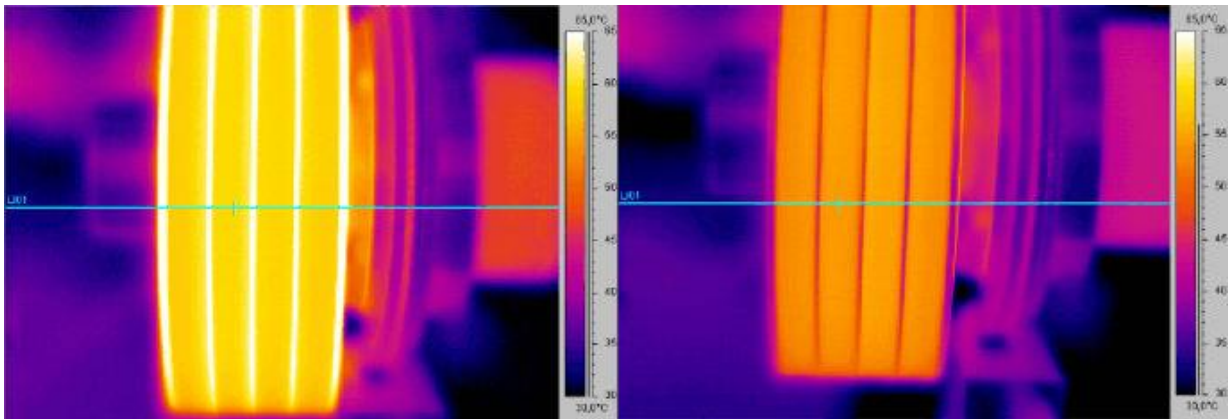
Typickým příkladem pro nehostinné prostředí může být prostor spalovacího motoru. Je nainstalovaný nový ozubený řemen pro pohon vačkových hřídelí ve ventilových rozvodech motoru. Bohužel není zkontrolována těsnost částí motoru, a tak hrozí únik provozních kapalin. Náhle začne unikat olej přes těsnící kroužek (lidově „gufero“) vačkové hřídele, a styk oleje s řemenem je tu (Obrázek 12). Je tak možné, že i po pár desítkách či stovkách ujetých kilometrů se řemen natáhne a začnou se ulamovat zuby [18] [19].



Obrázek 12 – Olejem poškozený ozubený řemen [archiv autora]

Dalším příkladem je prostředí s vysokou provozní teplotou. Tomu by se dalo snadno zabránit výběrem vhodného typu řemenu, který má odpovídající teplotní rozsah pro provoz.

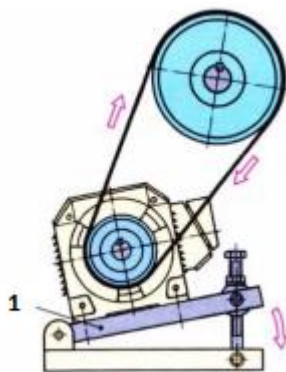
Naopak opomíjeným problémem je provoz, kdy při dlouhodobějším, nebo kolikrát i při krátkodobém provozu dosahuje samotný řemen zvýšené teploty. Pokud je teplota řemenu dlouhodobě vysoká (bavíme se o stavu, kdy není dostatek tepla z řemene odveden do jeho okolí) dochází k trvalým změnám materiálu. Řemen je najednou tvrdší, ztrácí elasticitu a vlivem dalšího provozu, kdy vzniká tření, se jeho stav zhoršuje až prokluzuje a nelze přenést požadovaný výkon. To se dá vyřešit buďto volbou speciálního materiálu řemene pro extrémní teploty nebo speciální řemenicí, která je zhotovena z tvárné litiny a lépe odvádí teplo (Obrázek 13). Při velmi nízké teplotě okolí může být vlastní teplota řemene ku prospěchu, jelikož např. při $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ se vlivem tření a z něj tvořeného vlastního tepla řemen udržuje ve vhodné provozní teplotě, aby neztratil své vlastnosti pro úspěšný převod.



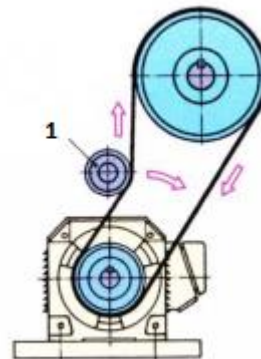
Obrázek 13 – Snížení teploty řemene pomocí řemenice [20]

6 Napínání řemenů

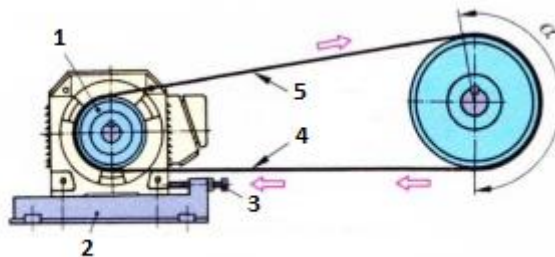
Pro důležitou funkci a zabránění nechtěného prokluzu u řemenového převodu je žádoucí zajistit jeho napínání (Obrázek 14, Obrázek 15, Obrázek 16). Tím zajistíme dostatečné předpětí v řemenu a zvýšíme tím účinnost převodu. Kromě zvýšení účinnosti dosáhneme maximální životnosti a předejdeme poškození během záběhu řemenu [19].



Obrázek 14 – Napínání pomocí naklápění motoru
1 - naklápěcí plošina [19]



Obrázek 15 – Napínání pomocí kladky
1 - napínací kladka [19]



Obrázek 16 – Napínání pomocí posouvání motoru
1 – hnací řemenice 2 – nosná kolejnice s oválnými (kruhovými) otvory
3 – napínací šroub 4 – zatížená část 5 – nezatížená část [19]

6.1 Napínání plochých řemenů

Ploché řemeny jsou jedním z nejzákladnějších typů řemenů, a jejich napínání je klíčové pro optimální výkon. Existuje několik způsobů, jak dosáhnout správného napnutí plochých řemenů.

6.1.1 Ruční napínání plochých řemenů

Tento tradiční způsob využívá manuálních nástrojů, jako jsou klíče nebo páčky, k ručnímu nastavení napnutí řemene. Přestože je tento přístup jednoduchý, může být náchylný k nepravidelnostem a nepřesnostem.



Obrázek 17 – Klíče pro napínací kladky plochých řemenů BGS106688 Pro MINI [21]

Klíč pro napínací kladky plochých řemenů (Obrázek 17) je nástroj určený k nastavení a udržování správného napnutí plochého řemene v pohonu. Jeho funkce spočívá v umožnění uživateli ručně upravit napnutí řemene tím, že se přenáší síla na napínací kladku, která je součástí mechanismu pohonu.

Princip činnosti klíče pro napínací kladky plochých řemenů je založen na aplikaci momentu síly, který se přenáší na napínací kladku, a tím se mění napnutí řemene. Klíč je obvykle vybavený rukojetí a nastavitelným mechanismem, který umožňuje uživateli přenášet sílu na kladku a tím měnit napnutí řemene. Tímto způsobem může uživatel ručně upravit napnutí řemene podle potřeby.

Při použití klíče je důležité dodržovat doporučené hodnoty pro správné napnutí řemene, aby byla zajištěna optimální funkce celého pohonu a minimalizováno riziko opotřebení nebo poškození součástí. Klíč pro napínací kladky plochých řemenů je tedy klíčovým nástrojem při údržbě a správě pohonů v různých typech strojů a zařízení.

6.1.2 Automatické napínání plochých řemenů

Modernější přístup využívá automatické napínací systémy. Tyto systémy mohou být buď pevné (s konstantním napětím) nebo adaptivní, což znamená, že jsou schopny reagovat na měnící se podmínky a udržovat optimální napnutí v průběhu času.



Obrázek 18 – Napínák řemenu Spann-Box® velikost 0 [22]

Napínák řemenu Spann-Box (Obrázek 18) je součástí pohonu, která je určena k udržení optimálního napnutí řemenu v mechanickém systému. Jeho funkce spočívá v automatickém vyrovnávání napětí řemene a udržování ho v požadovaném stavu během provozu.

Princip činnosti je založen na hydraulickém nebo mechanickém mechanismu, který reaguje na změny napětí v řemeni. Pokud se napětí řemene změní (například vlivem tepelné expanze nebo opotřebení), Spann-Box automaticky přizpůsobuje své nastavení tak, aby udržel optimální napětí. To je obvykle dosaženo pomocí pružiny nebo hydraulického tlaku, které působí na napínací rameno nebo kladku, aby udržely konstantní napětí řemene.

Díky tomuto napínáku je možné minimalizovat opotřebení a prodloužit životnost řemene a přílehlých komponentů, což přispívá k bezproblémovému provozu stroje nebo zařízení. Tento mechanismus je důležitým prvkem v různých typech pohonů, kde je vyžadováno konstantní napětí řemene pro správnou funkci a výkon.

6.2 Napínání klínových řemenů

Klínové řemeny jsou běžně využívány v přenosu větších výkonů, a proto je korektní napnutí klíčové pro efektivní fungování. Způsoby napínání zahrnují:

6.2.1 Ruční napínání klínových řemenů

Podobně jako u plochých řemenů může být klínový řemen ručně napnut pomocí nástrojů, které umožňují ruční nastavení napětí.



Obrázek 19 – Klíč na napínání klínových řemenů Neo 11-168 [23]

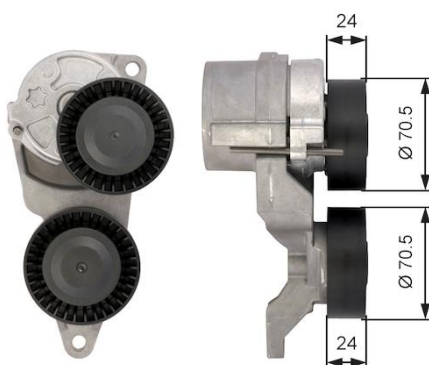
Klíč na napínání klínových řemenů Neo 11-168 (Obrázek 19) je nástroj navržený pro snadné a přesné nastavení napětí klínových řemenů v mechanických systémech. Jeho funkce spočívá v umožnění uživateli ručně regulovat napětí řemene, což je klíčové pro optimální výkon a životnost řemene.

Princip činnosti klíče Neo 11-168 je založen na mechanismu, který umožňuje uživateli aplikovat potřebnou sílu na napínací mechanismus klínového řemene. Tento klíč obvykle obsahuje rukojeť a nastavitelný mechanismus, který umožňuje uživateli jednoduše a přesně upravovat napětí řemene podle potřeby.

Při použití klíče je důležité dodržovat specifikace výrobce ohledně doporučeného napětí řemene, aby byla zajištěna správná funkce a minimalizováno riziko poškození či opotřebení řemene a souvisejících součástí. Klíč na napínání klínových řemenů je tak užitečným nástrojem pro správu a údržbu různých pohonů, které využívají klínové řemeny pro přenos energie a pohybu.

6.2.2 Automatické napínání klínových řemenů

Moderní přístupy k automatickému napínání zahrnují elektromechanické nebo hydraulické systémy. Tyto systémy jsou navrženy tak, aby udržovaly konstantní napětí v řemeni, což výrazně přispívá k dlouhodobé spolehlivosti a účinnosti.



Obrázek 20 – Žebrovaný napínák pro klínový řemen Gates T39026 [24]

Žebrovaný automatický napínák pro klínový řemen Gates T39026 (Obrázek 20) je zařízení navržené pro udržování správného napětí klínového řemene v mechanických systémech. Jeho funkce spočívá v automatickém upravování napětí řemene v reálném čase, což přispívá k optimálnímu výkonu a životnosti systému.

Princip činnosti tohoto napínáku je založen na hydraulickém mechanismu. Když se napětí řemene mění (například kvůli tepelné expanzi nebo opotřebení), hydraulický systém v napínáku reaguje a automaticky upravuje napětí řemene. To je dosaženo pomocí hydraulického válce nebo pístu, který se pohybuje a přenáší sílu na napínací mechanismus, aby udržel konstantní napětí.

Tento automatický mechanismus minimalizuje opotřebení a zvyšuje efektivitu celého systému. Žebrovaný automatický napínák Gates T39026 je klíčovým komponentem v

pohonných mechanismech různých zařízení a strojů, kde je nezbytné udržovat stabilní napětí klínového řemene pro bezproblémový provoz.

6.3 Napínání drážkovaných řemenů

Drážkované řemeny jsou oblíbené pro svou schopnost přenášet větší výkony a jsou často používány v průmyslových aplikacích. Způsoby napínání zahrnují:

6.3.1 Automatické napínání drážkovaných řemenů s odpružením

Tento typ napínání využívá odpružených systémů, které jsou schopny reagovat na změny v zatížení a udržovat konstantní napětí v řemeni. Tyto systémy často obsahují také senzory pro sledování napětí.



Obrázek 21 – Ultrazvukový senzor UIT503 [25]

Ultrazvukový senzor UIT503 (Obrázek 21) je zařízení používané k měření vzdálenosti mezi senzorem a objektem pomocí ultrazvukových vln. Jeho funkce spočívá v generování vysokofrekvenčních zvukových vln, které jsou vysílány směrem k cílovému objektu. Po odražení od objektu se tyto zvukové vlny vrací zpět k senzoru, který je zachytá a analyzuje. Na základě času, který trvá, než se zvukové vlny vrátí, senzor vypočítá vzdálenost mezi ním a objektem.

Princip činnosti senzoru je založen na využití ultrazvukových vln a měření času, který trvá, než se tyto vlny vrátí zpět k senzoru. Senzor obsahuje ultrazvukový vysílač a přijímač, které spolupracují při vysílání a detekci zvukových vln. Když se vyslané vlny odrazí od objektu a vrátí se k senzoru, senzor zaznamená časový rozdíl mezi vysláním a příjmem signálu a na základě toho vypočítá vzdálenost k objektu.

Tento typ senzoru je často používán v průmyslových aplikacích, jako je měření vzdálenosti, navigace robotů, detekce překážek a dalších úloh vyžadujících přesné měření vzdálenosti.

6.3.2 Hydraulické napínání drážkovaných řemenů

V některých případech se používá hydraulický systém pro precizní napínání drážkovaných řemenů. Tato metoda umožňuje velmi přesné nastavení napětí a snižuje riziko přetížení.

6.4 Napínání ozubených řemenů

Ozubené řemeny jsou obzvláště důležité pro přesný a synchronizovaný přenos pohybu. Způsoby napínání zahrnují [9]:

6.4.1 Ruční napínání ozubených řemenů

V některých aplikacích, zejména menších, může být napínání ozubených řemenů prováděno manuálně pomocí klíčů nebo jiných nástrojů.

6.4.2 Automatické napínání ozubených řemenů s pružinou

Moderní automatické napínací systémy využívají pružiny k udržování konstantního napětí v ozubeném řemenu. Tyto systémy jsou často vybaveny tak, aby mohly kompenzovat jakékoli ztráty napětí v průběhu času.



Obrázek 22 – Napínací kladka s pružinou FEBI BILSTEIN 22370 [26]

Napínací kladka s pružinou (Obrázek 22) je součástí pohonného systému v motorových vozidlech, která je určena k udržení optimálního napnutí řemene. Její funkce spočívá v automatickém přizpůsobení napětí řemene v závislosti na podmínkách provozu, což pomáhá zajistit správnou funkci pohonného systému.

Princip činnosti této kladky spočívá v jejím mechanismu s pružinou. Pružina v kladce udržuje konstantní tlak na řemen, což zajišťuje jeho správné napnutí. Když se napětí řemene mění (například v důsledku opotřebení nebo změny teploty), pružina v kladce reaguje a automaticky upravuje tlak, aby udržela konzistentní napětí řemene.

Díky této automatické regulaci napětí je možné minimalizovat opotřebení řemene a přilehlých komponentů, což zlepšuje spolehlivost a životnost pohonného systému vozidla. Napínací kladka s pružinou je tedy důležitou součástí motorových vozidel, která přispívá k jejich bezproblémovému provozu.

6.4.3 Elektromechanické nebo hydraulické napínání ozubených řemenů

Pro velké a náročné aplikace mohou být použity pokročilé elektromechanické nebo hydraulické systémy. Tyto systémy jsou schopny reagovat na dynamické změny v zatížení a udržovat optimální napětí.

Elektromechanické nebo hydraulické systémy v automatických napínacích pro ozubené řemeny jsou klíčovými prvky, které umožňují automatické přizpůsobení napětí řemene v závislosti na podmínkách provozu.

Elektromechanický systém: Princip činnosti spočívá v použití elektrického motoru nebo servomotoru, který pohání mechanismus pro nastavení napětí řemene. Připojený snímač sleduje napětí v řemeni a předává informace o jeho stavu do řídicí jednotky. Na základě těchto informací řídicí jednotka ovládá elektrický motor, který upravuje napínací mechanismus tak, aby udržoval optimální napětí řemene.

Hydraulický systém: V tomto případě je princip činnosti založen na použití hydraulického tlaku k pohybu napínacího mechanismu. Hydraulický válec nebo píst je spojen s napínacím mechanismem a napájen tlakovým olejem. Podobně jako u elektromechanického systému, snímač sleduje napětí řemene a řídicí jednotka reguluje přívod tlakového oleje do hydraulického válce tak, aby udržovala konstantní napětí řemene.

Oba tyto systémy umožňují automatické a dynamické nastavení napětí ozubeného řemene v reálném čase, což přispívá k optimálnímu výkonu a životnosti pohonu. Jsou klíčovými součástmi moderních automatických napínacích mechanismů, které se často používají v různých typech strojů a zařízení.

6.5 Kontrola napnutí řemenů

Pro kontrolu nebo zjištění hodnoty napínání řemenů se v praxi hojně používá frekvenčních přístrojů nebo přístrojů pro měření průhybu volné větve či laserů.

Hlavně přístroje, které pracují na principu optického snímače, kdy je využíváno infračerveného paprsku ke zjištění vibrací řemene. Typickým příkladem je frekvenční měřič řemenů od firmy SKF (Obrázek 23) [27]. Dalším příkladem může být kontrola pomocí laserového měřiče napnutí řemenů CONTI VSM-1 od firmy ContiTech (Obrázek 28) [8]. Jako zařízení pro kontrolu průhybu volné délky větve může posloužit TYMA Belt Control 1 (Obrázek 31) [28], které jednoduše měří předpětí řemenů [29] [30].

6.5.1 Frekvenční měřič řemenů od firmy SKF

6.5.1.1 Popis zařízení

Zařízení (Obrázek 23) je vybaveno LED diodou, která vysílá oranžový světelný paprsek, jenž umožňuje přesnější směřování neviditelného infračerveného paprsku pro zjištění parametrů k výpočtu vlastní frekvence řemenu.

Výsledné hodnoty se zobrazí na displeji přístroje a zároveň lze zobrazit i nynější napnutí řemenu v silkových jednotkách jako je Newton nebo silová libra při zadání dodatečných údajů (měrná hmotnost, délka větve řemenu) [27].



Obrázek 23 – Popis frekvenčního měřiče řemenů od firmy SKF
 1 – zaměřovací paprsek LED diody 2 – optický snímač 3 – displej 4 – klávesnice 5 – připojovací kabel snímače [27]

6.5.1.2 Postup při měření

Měření je možné i pro zařízení s více hřídelemi (tři a více). Platné hodnoty se získají volbou délky různých větví řemene. Pozor si uživatel musí dát, aby naměřená frekvence byla v rozsahu 10-400 Hz (měřicí rozsah přístroje) a jestliže není, je potřeba nastavit menší délku větve řemenu pro případ s frekvencí menší, než je rozsah, nebo větší délku větve řemenu v případě hodnoty přesahující daný rozsah.

Měřit můžeme i na hraně řemenu (Obrázek 24), resp. na straně se zuby ozubeného řemenu. Nejlepší výsledek je zajištěn v případě, kdy je snímač držen kolmo k řemenu a uprostřed větve řemenu ve vzdálenosti 9,5 mm (3/8").

Pokud je k řemenům omezený přístup, spolehlivé výsledky je možné získat se snímačem umístěným v maximální vzdálenosti 50 mm od řemenu a/nebo pod úhlem až 45° od kolmé polohy měření.

LED diody by měly být udržovány v čistotě. Mají se otírat měkkým bavlněným hadříkem a v žádném případě by se neměly čistit rozpouštědly.



Obrázek 24 – Rychlý start frekvenčního měřiče od firmy SKF
 1 – připojení snímače 2 – zapnutí měřiče stisknutím 3 – zaimření snímače na řemen ve vzdálenosti 5 až 25 mm
 4 – klepnutí nebo trhnutí řemenem 5 – odečtení frekvence řemenu (Hz) [27]

6.5.1.3 Princip přístroje

Přístroj měří napnutí řemenů za pomoci optického snímače, který využívá neviditelný infračervený paprsek ke zjištění vlastní frekvence kmitání řemene. Napnutí řemene je přímo úměrné vlastní frekvenci vibrační řemene. S vyšším napětím řemene při napínání roste rovněž frekvence vibrací. Toho využívá přístroj, kdy po zadání měrné hmotnosti řemene a délky jeho větve si díky změřené frekvenci dopočítá napnutí řemene (Vzorec 1).

6.5.2 Zvukový měřič řemenů Sonic 508C od firmy Gates

6.5.2.1 Popis zařízení

Měřič napnutí Gates (Obrázek 25) měří napnutí řemenů pomocí analýzy zvukových vln, kdy tyto vlny neboli přirozené frekvence zaznamenává senzor. Standartně je dodáván s přístrojem ohebný senzor a drátový s indukčním senzorem jsou na vyžádání. Přístroj dokáže uchovávat informace o hmotnosti, šířce a rozpětí až pro 20 různých

řemenových systémů. Disponuje funkcí pro automatické rušení šumu v pozadí, což má za následek méně zkreslené naměřené údaje [31].



Obrázek 25 – Popis zvukového měřiče Sonic 508C od firmy GATES
1 – pružné čidlo 2 – konektor čidla 3 – displej LCD s podsvícením 4 – vypínač 5 – tlačítko měření
6 – baterie [31]

6.5.2.2 Postup při měření

Zařízení pracuje se vstupními signály z čidla, které jsou následně zobrazovány na displeji. Uživatel musí dbát na měření v rozsahu 10-5000 Hz (měřicí rozsah přístroje).

Před samotným měřením je nutné zadat tyto parametry:

- Hmotnost řemene (v gramech na metr)
- Šířka nebo počet žeber/klínů (hodnoty 000,1 až 999,9 nebo počet žeber či klínů)
- Délka tětiny řemene (hodnota v rozsahu 0001 až 9999 mm)

$$S = \sqrt{CD^2 - \frac{(D-d)^2}{4}} [mm]$$

Vzorec 1 – Délka tětiny řemene S

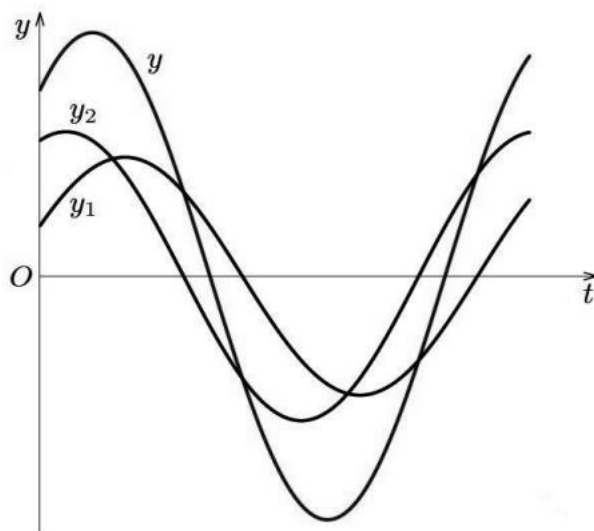
CD – osová vzdálenost D – průměr velké řemenice[mm] d – průměr malé řemenice[mm] [31]

Následuje uložení a načtení vstupních dat. Přístroj je schopný zaznamenat až 40 různých hnacích systémů s výše zmiňovanými třemi parametry. Poté stačí pouze vybrat požadovaný paměťový registr a měřit. Nejlepší výsledek je zajištěn v případě, kdy je snímač držen kolmo k řemenu a uprostřed větve řemenu ve vzdálenosti 9,5 mm (3/8") (Obrázek 27). Pro zjednodušení – když je čidlo od řemene přibližně 1 cm vzdálené.

LED diody by měly být udržovány v čistotě. Mají se otírat měkkým bavlněným hadříkem a v žádném případě by se neměly čistit rozpouštědly [31] [32].

6.5.2.3 Princip přístroje

Přístroj využívá speciální čidla pro určení tvaru vlny kmitajícího řemene. Údaje z těchto čidel jsou následně zaslány do mikropočítače uvnitř měřiče ke zpracování a výpočtu vlastní frekvence. Konkrétně se jedná o metodu, kdy je použit senzor zvukového tlaku (mikrofon) pro jednoduché a přesné zjištění frekvence kmitání (Obrázek 26). Teorie “kmitání volné struny” je to hlavní čeho měřič při své činnosti využívá. Běžně se setkáme s pohybem soustav hmotných bodů nebo tuhého tělesa – u všech máme konečný počet stupňů volnosti. Avšak u takového modelu “volné struny” (například membrána bubny) není počet stupňů volnosti konečný. Naproti tomu má řemen příčnou tuhost, což může vést k zbytečně velké vypočtené předepínací síle oproti skutečnosti. Tento neduh se dá odstranit vhodnou kalibrací.



Obrázek 26 – Porovnání tvarů vln mechanického kmitání [33]

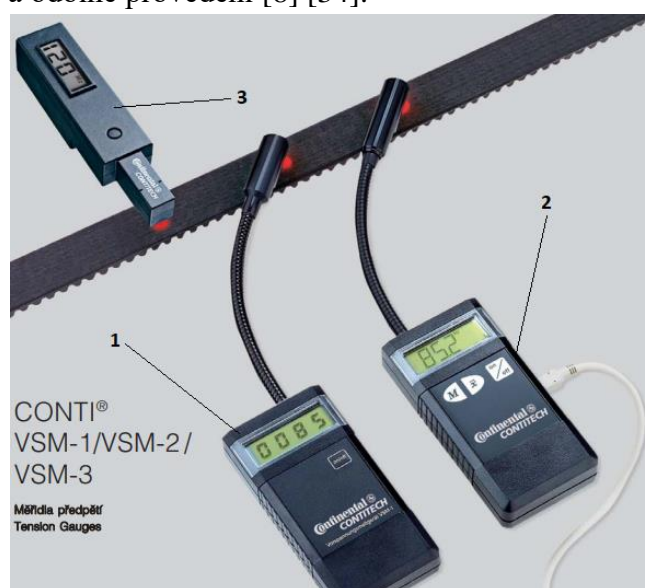


Obrázek 27 – Měření přístrojem Sonic 508C [31]

6.5.3 Laserový měřič řemenů CONTI VSM-1 od firmy Continental

6.5.3.1 Popis zařízení

Plně elektrické bezdotykové měřidlo, určené pro měření předpětí ozubených, drážkovaných a klínových řemenů. Přístroj umožňuje kontrolu předpětí také na těžko přístupných místech využitím ohebného ramene senzoru. Mimo těchto funkcí jsou k dispozici i další verze zařízení, kdy pro verzi VSM-2 (Obrázek 28) jsou benefity funkce jako je sériové rozhraní pro spojení s počítačem, umožnění správy a dokumentace dat o měření předpětí a celkově zapojení do procesu zajišťování kvality při kontrole sériových výrobků. Poslední verze zařízení VSM-3 (Obrázek 28) poskytuje funkce jako VSM-1 (Obrázek 28) a přidává kompaktní konstrukci a robustní a odolné provedení [8] [34].



Obrázek 28 – Laserové měřiče předpětí řemenů od firmy Continental
1 – model VSM-1 2 – model VSM-2 3 – model VSM-3 [8]

6.5.3.2 Postup při měření

Měření je možné, jakmile se na displeji objeví „0000“. Přístroj je třeba držet nad plochou stranou proměřované větve řemenu tak, že senzor je u čela ohebného ramene ve vzdálenosti asi 1 až 20 mm uprostřed nad proměřovaným úsekem řemene. Podle barvy a materiálu řemene se může nejvýhodnější vzdálenost pro měření měnit. V zásadě platí: u materiálů světlé barvy s dobrými odrazovými vlastnostmi může být senzor od řemene ve větší vzdálenosti (asi 10 až 20 mm) (Obrázek 29), u materiálů tmavých s nízkou odrazivostí se musí k řemenu přiblížit (1 až 5 mm). Červená světelná stopa na řemenu indikuje polohu senzorů nad řemenem. Přitom je třeba dbát toho, aby hlava se senzorem byla udržována rovnoběžně se hřbetem řemenu (Obrázek 29). Poté se uvede řemen úderem do kmitavého pohybu. Přitom je třeba dbát, aby byl vyvolán stejnoměrný pohyb s dostatečnou amplitudou. Úder do řemene

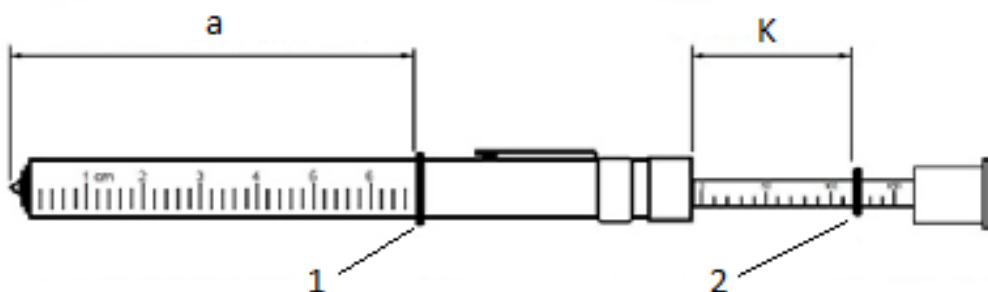
6.5.4 Měřič napnutí řemenů Belt Control 1 od firmy TYMA

6.5.4.1 Popis zařízení

Mechanický přístroj (Obrázek 31, Obrázek 32) slouží k rychlému a jednoduchému měření předpětí klínových a ozubených řemenů. Přístroj pracuje na principu mechanického působení silou danou dle tabulek uprostřed měřené větve a vyvození průhybu měřené větve, který musí odpovídat tabulkovým hodnotám nebo výpočtu [28] [36].



Obrázek 31 – Mechanický měřič napnutí TYMA Belt Control 1 [28]



Obrázek 32 – Části mechanického měřiče napnutí
 a – stlačení [mm] K – deformační síla K [N] 1 – velký o-kroužek 2 – malý o-kroužek [28]

6.5.4.2 Postup při měření

Protože přístroj pracuje na principu siloměru (Obrázek 33, Obrázek 34), tak se postup dá shrnout do těchto kroků:

1. Nasazení řemene na řemenice a zvětšení osové vzdálenosti řemenic
2. Výpočet délky měřené větve nebo její změření
3. Výpočet stlačení měřené větve:

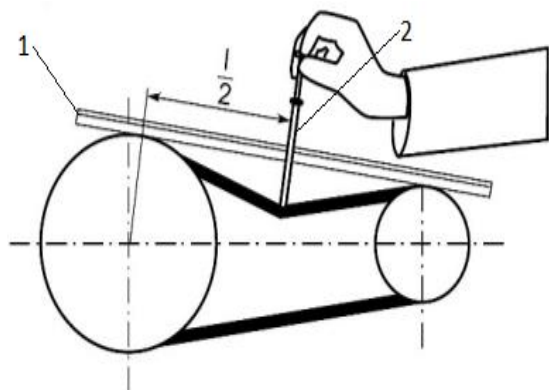
$$a = (15 \div 1000) \times l$$

Vzorec 2 – Stlačení měřené větve řemene [28]

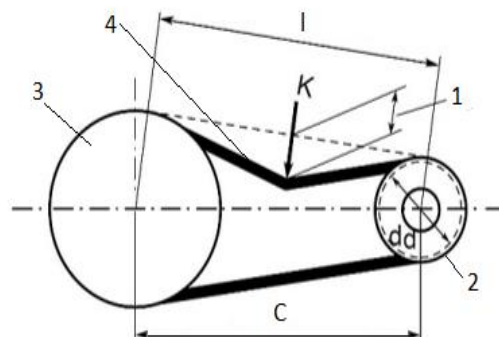
a – stlačení řemene [mm]
 l – délka větve řemene [mm]

4. Nastavení velkého o-kroužku na vypočítanou hodnotu stlačení
5. Nastavení malého o-kroužku na „0“
6. Položení rovné lišty nebo pravítka na měřenou větev
7. Umístění přístroje doprostřed měřené větve řemenu
8. Stlačení měřicího přístroje, až se velký o-kroužek dostane na úroveň lišty
9. Odečet hodnoty deformační síly K [N] na stupnici u malého o-kroužku
10. Porovnání naměřené hodnoty K s hodnotou podle výpočtu nebo podle tabulek (Tabulka 4, Tabulka 5, Tabulka 6)
11. Vychází-li hodnota síly K mimo interval je třeba upravit osovou vzdálenost C a opakovat měření, dokud se nedostaneme do intervalu K_{\min} až K_{\max}
12. Spuštění pohonu, běh v provozu asi na 5 minut a následná opětovná kontrola předpětí (odpovídají-li hodnoty intervalu, má řemen správné předpětí)
13. Další kontrola předpětí po 24 h provozu
14. Kontroly předpětí dle kontrolního plánu/plánu údržby

Hodnoty síly K se musí pohybovat mezi intervalem K_{\min} a K_{\max} (Tabulka 4, Tabulka 5, Tabulka 6). Pro těžké pohony a pohony namáhané rázy by deformační síla K měla mít spíše hodnotu bližší vrchní hranici intervalu tvořenou velikostí K_{\max} . Naměřená hodnota je vždy vztažena vůči malé řemenici v převodu. Během prvotní montáže pohonu je nutné vynásobit hodnoty K_{\min} a K_{\max} koeficientem 1,3 [36].



Obrázek 34 – Měření s přístrojem a pravítko
 l – délka měřené větve [mm] 1 – pravítko nebo lišta
 2 – měřicí přístroj [28]



Obrázek 33 – Měření s přístrojem
 d_a – průměr malé řemenice [mm] l – délka měřené větve [mm] K – deformační síla [N] C – osová vzdálenost
 1 – průhyb 2 – malá řemenice 3 – velká řemenice 4 – měřená větev [28]

Průměr řemenice	Úzké řezané řemeny								Klasické řezané řemeny							
	XPZ/3VX		XPA		XPB/5VX		XPC		ZX		AX		BX		CX	
	K_{min}	K_{max}	K_{min}	K_{max}	K_{min}	K_{max}	K_{min}	K_{max}	K_{min}	K_{max}	K_{min}	K_{max}	K_{min}	K_{max}	K_{min}	K_{max}
	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
40									5	7						
45									6	8						
50	12	16							7	9	5	9				
56	13	18							7	10	8	12				
63	15	20	14	20					8	11	10	15				
71	16	21	17	23					8	11	13	17				
80	17	23	20	27					9	12	15	20	15	22		
90	18	24	23	31					9	12	16	22	19	25		
100	19	25	25	33	29	39			9	12	18	24	22	29		
112	19	26	27	36	34	45			9	13	19	25	24	32		
125	20	27	28	38	38	51			10	13	20	27	26	35		
140	20	27	30	40	42	56			10	13	21	28	28	38	34	46
160	21	28	31	42	46	62	56	75			22	29	30	41	39	52
180	21	29	33	44	49	66	63	84			23	30	32	43	42	56
200			33	45	52	69	69	92					33	44	45	60
224			34	46	54	72	75	100					35	46	46	63
250					57	75	80	106					36	47	50	66
280					59	78	85	112					37	48	52	69
315					61	80	90	118							55	71
355					63	82	94	123							57	73
400							99	127							59	75
450							103	132							61	77
500							107	135							63	78
560							112	139								
630																
710																
860																

Tabulka 4 – Hodnoty K_{min} a K_{max} řezaných řemenů dle průměru řemenice [36]

Průměr řemenice	Úzké klínové řemeny											
	SPZ/3V		SPA		SPB/5V		S19		SPC		8V/25N	
	K_{min}	K_{max}	K_{min}	K_{max}	K_{min}	K_{max}	K_{min}	K_{max}	K_{min}	K_{max}	K_{min}	K_{max}
	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
40												
45												
50												
56												
63	9	13										
71	11	15										
80	12	17										
90	14	19	14	20								
100	15	21	17	23								
112	16	22	20	26								
125	17	23	22	30								
140	18	24	24	32	27	37						
160	19	26	26	35	32	43						
180	20	26	28	38	37	49	34	47				
200	20	27	30	40	40	53	40	53				
224	21	28	31	41	43	57	45	59	53	71		
250			32	43	46	60	50	65	61	80		
280			33	44	48	63	54	71	68	89		
315			34	45	51	66	58	76	75	97	88	117
355					53	68	62	80	81	104	100	132
400					55	71	66	84	87	110	110	145
450					57	72	69	87	92	115	120	156
500					59	74	72	89	96	119	127	165
560							74	95	99	129	134	173
630							76	97	103	132	142	181
710									106	135	148	187
860									110	137	155	192

Tabulka 5 – Hodnoty K_{min} a K_{max} úzkých klín. řemenů dle průměru řemenice [36]

Průměr řemenice	Klasické klínové řemeny															
	Z		A		B		20		C		25		D		E	
	K_{min}	K_{max}	K_{min}	K_{max}	K_{min}	K_{max}	K_{min}	K_{max}	K_{min}	K_{max}	K_{min}	K_{max}	K_{min}	K_{max}	K_{min}	K_{max}
	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
40																
45																
50	4	6														
56	5	6														
63	5	7	4	8												
71	6	8	7	11												
80	7	9	9	13												
90	7	9	11	16												
100	7	10	13	18	10	16										
112	8	10	15	20	13	19										
125	8	11	16	22	16	23										
140	8	11	17	23	19	26	18	26								
160	8	11	19	25	22	29	22	30	21	31						
180	9	11	20	26	24	32	26	34	27	37						
200			21	27	26	35	28	37	31	41						
224			21	28	28	37	31	40	36	46	35	48				
250					29	39	33	43	39	51	40	54				
280					31	40	35	45	43	55	46	60	53	72		
315					32	42	37	47	46	59	50	66	62	81		
355					34	43	39	49	49	62	55	72	70	91		
400							41	51	52	65	59	77	78	100		
450							42	54	54	70	62	81	85	108	86	113
500							43	55	56	72	66	84	90	114	97	125
560									58	74	69	87	96	121	108	138
630											71	92	101	129	119	150
710											74	95	105	134	129	161
860											76	97	110	139	139	171

Tabulka 6 – Hodnoty K_{min} a K_{max} klasických klín. řemenů dle průměru řemenice [36]

6.5.4.3 Princip přístroje

Princip je ve využití mechanické síly, předpětí a pružinového systému. Jádrem mechanismu je přesně kalibrovaný pružinový systém, který reaguje na potřebu udržovat optimální napětí řemene během provozu. Pružiny jsou pečlivě vybrány a nastaveny tak, aby poskytovaly stabilní a konzistentní napětí, což je klíčový faktor pro dosažení maximálního přenosu výkonu a minimalizaci opotřebení řemenů.

Předpětí je pečlivě upraveno a nastaveno na hodnotu odpovídající specifikacím konkrétního typu řemene a aplikace. Tato přesnost v nastavení předpětí umožňuje dosažení optimálního výkonu a minimalizaci rizika sklouznutí nebo nadměrného opotřebení řemenů. Přístroj dále využívá mechanické síly k udržení konstantního napětí řemenů během provozu. Integrovaný mechanismus reaguje na dynamiku změn v zátěži a teplotě, což zajišťuje, že napětí zůstává v optimálním rozsahu i při proměnných podmínkách.

7 Údržba a provoz řemenových převodů

V této kapitole se budeme zabývat konkrétním výběrem doporučení pro údržbu a provoz převodů. Pravidla a rady se dle jiných výrobců řemenů mohou lišit, avšak v principu jsou na základě určení řemenů a jejich materiálů obdobné [15] [10].

7.1 Údržba a čištění

Obecně se údržba má řídit plánem údržby podle konkrétního výrobce stroje, kde je použit řemenový převod. Na začátku plánované údržby je potřeba provést vizuální prohlídku. Při té můžeme případně zjistit, je-li řemen třeba špinavý od oleje nebo jakkoliv viditelně poškozený. To samé platí pro řemenice. Při nadměrném zatěžování budou po nějakém čase viditelná také větší opotřebení jednotlivých komponent v převodu.

Po vizuální kontrole přichází na řadu vlastní údržba jako taková – tedy kontrola ustavení celého převodu, očištění zamaštěných částí pomocí předepsané směsi (zpravidla směs denaturalizovaného lihu a glycerinu v předepsaném poměru). K čištění se nesmí použít organická rozpouštědla, tj. benzin, nafta aj [37].

7.2 Provoz převodů

Řemeny se v provozu mohou lišit právě tím, do jakého prostředí jsou určeny a podle provedení. To souvisí právě s provozem, kde jsou souhrnně popsány podmínky pro správné fungování řemenového převodu při splnění požadavků soustrojí s převodem. V těchto parametrech bývá zahrnuto:

- Maximální obvodová rychlost
- Hlučnost řemenového převodu
- Maximální zatížení
- Provedení řemene
- Tolerance řemen. převodu
- Teplotní odolnost
- Životnost a jakost řemenů
- Manipulace s řemeny

Konkrétní provozní podmínky jsou součástí katalogových listů nebo norem podle sortimentu daného výrobce.

8 Závěr

Celkově lze konstatovat, že řemenové převody představují klíčový prvek v mnoha strojích a zařízeních, a jejich správná konstrukce, montáž, údržba a napínání jsou zásadní pro optimální výkon a dlouhou životnost. Z konstrukce a vlastností řemenů vyplývá, že materiály používané při výrobě a správná geometrie hrají klíčovou roli v zajištění efektivního přenosu výkonu.

Různé druhy řemenů jsou navrženy s ohledem na specifické požadavky různých aplikací, a výběr správného typu řemene je klíčový pro dosažení optimálního výkonu. Správná montáž, spolu s pravidelnou údržbou a monitorováním provozních podmínek, přispívá k prevenci opotřebení a minimalizaci rizika poruch.

Napínání řemenů je také kritickým faktorem ovlivňujícím výkon a životnost. Z analýzy různých metod napínání vyplývá, že správné napětí je významné pro minimalizaci ztrát a předcházení nežádoucím jevům, jako je sklouznutí nebo předčasné opotřebení.

Doporučení pro provoz a údržbu řemenových převodů by měla být pečlivě dodržována, a to včetně bezpečnostních opatření a pravidelných kontrol. Školení obsluhy a osvěta o správných postupech jsou klíčové pro zajištění bezpečného a efektivního provozu. Lze doporučit používání přístrojů pro kontrolu napětí. Jejich používání nemůže být nahrazeno subjektivním pocitem obsluhy při napínání řemenových převodů

Lze konstatovat, že optimální výkon řemenových převodů je podmíněn celkovým přístupem k jejich konstrukci, montáži a údržbě.

9 Bibliografie

- [1] SPÁLA, Karel a Václav KROUZA. *Části strojů: Část 2, Převody (pohony), ozubená kola, třecí převody, pohony řemenové, lanové, řetězové, setrvačníky, regulátory direktní a indirektní*. 4. vyd. Praha: Vědecko-technické nakladatelství, 1951. Technický průvodce. ISBN -. číslo spisu VTN 101.
- [2] Řemenice. In: *Elotechnik* [online]. © ELOtechnik.cz: ELOtechnik, - [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: <https://www.elotechnik.cz/remenice/>
- [3] *Návrh stojanu míchadla s aplikací pásové brzdy* [online]. Technická 1902/4, 160 00 Praha 6, 2020 [cit. 2024-01-28]. Dostupné z: https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/86248/F2-BP-2020-Twardzik-Jiri-Bakalarska_prace_Navrh_stojanu_michadla.pdf?sequence=-1&isAllowed=y. BAKALÁŘSKÁ PRÁCE. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE.
- [4] ZACHARIÁŠ, Ladislav. *Části strojů: učební texty*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2005. ISBN 80-213-1342-0.
- [5] Ozubené řemenice HTD 5M 15. In: <https://www.cncshop.cz/> [online]. 2024 [cit. 2024-03-24]. Dostupné z: <https://www.cncshop.cz/ozubene-remenice-htd-5m-15/pro881.html>
- [6] TYMA. Ozubená řemenice. In: TYMA. *Tyma.cz* [online]. c2004–2024 [cit. 2024-01-28]. Dostupné z: https://www.tyma.cz/produkty/27-t5-12-2-typ-6f-al-slitina/?gad=1&gclid=CjwKCAiA6byqBhAWEiwAnGCA4KWUK6_Ts20DwdsZJhW1MIXupzH5W_sBlpTX88by-t7vGJ8-pDXdLRoCWjoQAvD_BwE
- [7] Klíč k napínání řemenice. In: <https://www.mall.cz/> [online]. 2024 [cit. 2024-03-24]. Dostupné z: <https://www.mall.cz/ostatni-rucni-naradi/yato-klic-k-napinani-remenice-100048183501>
- [8] CONTI® VSM–1/VSM–2 / VSM–3. In: *Tyma.cz* [online]. © tyma.cz: TYMA, - [cit. 2022-06-22]. Dostupné z: <https://www.tyma.cz/files/doc/conti-vsm.pdf>
- [9] MATEZA. Ploché ozubené řemeny. In: MATEZA. *Mateza.cz* [online]. c1991–2024 [cit. 2024-01-28]. Dostupné z: <https://www.mateza.cz/e-shop/remeny/remeny-ozubene-hnaci-nekonecne>

- [10] Ozubené řemeny: Vozidla se zážehovými a vznětovými motory od r.v. 1999 [kontrola, seřízení, výměna]: Vozidla se zážehovými a vznětovými motory od r.v. 1999 [kontrola, seřízení, výměna]. Maidenhead: Autodata, 2006, . Dostupné také z: <https://go.exlibris.link/t0G78Xx7>
- [11] KAPLAN, Bohumil a Linda ČERNÁ. Ozubené řemeny v nejmodernějších skladovacích systémech. *MM Průmyslové spektrum*. 2017, **21**(3), 48-49. ISSN 1212-2572.
- [12] MATEZA. Oboustranné ploché ozubené řemeny. In: MATEZA. *Mateza.cz* [online]. c1991–2024 [cit. 2024-01-28]. Dostupné z: <https://www.mateza.cz/e-shop/remeny/remeny-ozubene-hnaci-nekonecne/oboustranne>
- [13] MATEZA. Lineární ozubené řemeny. In: MATEZA. *Mateza.cz* [online]. c1991–2024 [cit. 2024-01-28]. Dostupné z: <https://www.mateza.cz/e-shop/remeny/remeny-ozubene-linearni-konecne>
- [14] TYMA. Produkty. In: TYMA. *Tyma.cz* [online]. c2004–2024 [cit. 2024-01-28]. Dostupné z: <https://www.tyma.cz/produkty/>
- [15] MATEZA. Jak na instalaci a údržbu klínových řemenů. In: MATEZA. *Mateza.cz* [online]. 2022 [cit. 2024-01-28]. Dostupné z: <https://www.mateza.cz/jak-na-instalaci-a-udrzbu-klinovych-remenu>
- [16] MATEZA. Jak správně vybrat řemen?. In: MATEZA. *Mateza.cz* [online]. 2022 [cit. 2024-01-28]. Dostupné z: <https://www.mateza.cz/technicke-poradenstvi/aktuality-strojirenstvi-loziska/87-jak-spravne-vybrat-remen>
- [17] ZACHARIÁŠ, Ladislav. *Části strojů I. A II. DÍL: Upravený dotisk obou dílů prvního vydání*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2002. ISBN -.
- [18] SHIGLEY, Joseph, Charles MISCHKE a Richard BUDYNAS. *Konstruování strojních součástí*. 1. vyd. Brno: VUTIUM, 2010. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-2629-0.
- [19] DILLINGER, Josef. *Moderní strojírenství pro školu i praxi*. 1st ed. Praha: Europa-Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86706-19-1.

- [20] TYMA. *Klínové vysokorychlostní řemenice VTP* [online]. c2004-2024 [cit. 2024-03-24]. Dostupné z: <https://www.tyma.cz/produkty/remenice/klinove/vysokorychlostni-vtp/>
- [21] BOUKAL. Klíče pro napínací kladky. In: BOUKAL. *Boukal.cz* [online]. 2023 [cit. 2024-01-28]. Dostupné z: https://www.boukal.cz/klice-pro-napinaci-kladky-plochych-remenu-bgs106688-pro-mini/29536/produkt?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAk9itBhASEiwA1my_6z6IllUkJeZcrsquxiUUpfzsApVW9qondMaSKrI8MINkzr_nCfoWGBBoCy-UQAvD_BwE
- [22] MURTFELDT KUNSTSTOFFE GMBH & CO. KG. Napínák řemenu. In: MURTFELDT KUNSTSTOFFE GMBH & CO. KG. <https://www.murtfeldt.cz/> [online]. - [cit. 2024-01-28]. Dostupné z: <https://www.murtfeldt.cz/produkty/napinaci-systemy/automaticke-napinaky-remenu/napinak-remenu-spann-box-velikost-0/>
- [23] ALLEGRO. Klíč na napínání klínových řemenů. In: ALLEGRO. *Allegro.cz* [online]. 2023 [cit. 2024-01-28]. Dostupné z: https://allegro.cz/nabidka/klic-na-napinani-klinovych-remenu-11-ks-neo-13360254833?utm_feed=712e6653-4749-4512-b084-b6e297fc9e0b&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=CZ%3EAuto%3ECars%3E3P%3EPMAX&ev_campaign_id=20035717888&gad_source=1&gclid=CjwKCAiAk9itBhASEiwA1my_68FSxaVODfSQX-0M7LJh2LfYFrLG_GabXkAB2-jn2_BI5JVe2wMrRoCMNsQAvD_BwE
- [24] ZLINER. NAPÍNÁK. In: ZLINER. *Zliner.cz* [online]. 2022 [cit. 2024-01-28]. Dostupné z: <https://eshop.zliner.cz/napinak-zebrovany-klinovy-remen-gates-t39026-556421.html#used-in-cars>
- [25] IFM ELECTRONIC, SPOL. S R.O. Ultrazvukový senzor. In: IFM ELECTRONIC, SPOL. S R.O. <https://www.ifm.com/> [online]. 2024 [cit. 2024-01-28]. Dostupné z: https://www.ifm.com/cz/cs/product/UIT503?source=gs&gad_source=1&gclid=CjwKCAiAk9itBhASEiwA1my_69AJEEdWp1_VLXK-tYkXBzBaac6v3UuYkG8cuVHhUCPzj-CTivmfgRoCo-IQAvD_BwE
- [26] FEBI BILSTEIN. Pružinový napínák. In: FEBI BILSTEIN. <https://www.autodoc.cz/> [online]. 2024 [cit. 2024-01-28]. Dostupné z:

- https://www.autodoc.cz/febi-bilstein/1880025?utm_medium=cpc&utm_source=google&tb_prm=20705988601&gshp=1&gad_source=1&gclid=CjwKCAiAk9itBhASEiwA1my_69Bw9MVCmw tPVC8QpTahCICngOB4-yTDvHGwbL6e7sxpeJi-VYf2cBoC3roQAvD_BwE
- [27] *Návod k obsluze Frekvenčního měřiče řemenů SKF: Uživatelský manuál.* -. SKF: © SKF Group, 2012. ISBN -. Publikace PUB PSD/I4 06749/3 C.
- [28] Měřič napnutí řemenů TYMA Belt Control 1. In: *Tyma.cz* [online]. TYMA: © TYMA CZ, s.r.o, 2021 [cit. 2022-06-22]. Dostupné z: <https://www.tyma.cz/produkty/meric-napnuti-remenu-tyma-belt-control-1/>
- [29] KOLOUCH, Sasha. Optimalizace řemenových pohonů a úspora energie. *MM Průmyslové spektrum*. 2015, **19**(3), 52-53. ISSN 1212-2572.
- [30] KOLOUCH, Sasha. Bezúdržbové klínové řemeny. *MM Průmyslové spektrum*. 2016, **20**(7-8), 54-55. ISSN 1212-2572.
- [31] GATES. Měřič napnutí Sonic 508C. In: GATES. <https://ww2.gates.com/Czech> [online]. - [cit. 2024-01-28]. Dostupné z: https://ww2.gates.com/Czech/brochure.cfm?brochure=11612&location_id=18222
- [32] GATES. Měření napětí řemenu. In: GATES. <https://ww2.gates.com/Czech> [online]. - [cit. 2024-01-28]. Dostupné z: https://ww2.gates.com/Czech/brochure.cfm?brochure=11596&location_id=18222
- [33] EXTRICA. Porovnání tvarů vln mechanického kmitání. In: EXTRICA. <https://www.extrica.com> [online]. 2023 [cit. 2024-03-24]. Dostupné z: <https://www.extrica.com/article/21398>
- [34] *CONTI VSM - návod k použití | TYMA CZ: Návod k obsluze měřícího přístroje pro kontrolu předpětí řemenů - CONTI VSM-1...VSM-3.* -. TYMA: © TYMA CZ, s.r.o, 2006. ISBN -. Identit.číslo NO 3-06.
- [35] LENCOVÁ, Bohumila. *Optika nabitých částic - Okno do nanosvěta* [online]. Brno, 2005 [cit. 2024-03-24]. Dostupné z: https://www.vut.cz/vutium/spisy?action=ukazka&id=1077&publikace_id=13730. Vědecké spisy. VÚT Brno.

- [36] Návod k použití přístroje pro kontrolu předpětí řemenů. In: *Tyma.cz* [online]. TYMA: © TYMA CZ, s.r.o, 2021 [cit. 2022-06-22]. Dostupné z: <https://www.tyma.cz/files/doc/tyma-beltcontrol.pdf>
- [37] KAREIS, KAREIS. *Technologie oprav*. 1. Praha: Informatorium, 1995. ISBN 80-854-2776-1.

10 Seznam obrázků

Obrázek 1 – Řemenový převod s klínovými řemeny	3
Obrázek 2 – Průřez řemenice se sudovitým věncem [3]	4
Obrázek 3 – Průřezy řemenic pro klínové řemeny, křížovitý šraf má řemen [3]	4
Obrázek 4 – Řezy řemenic pro ozubené řemeny, vpravo s vedením řemene [5]	4
Obrázek 5 – Ozubená řemenice bez vedení u spalovacího motoru [archiv autora]	5
Obrázek 6 – Ozubená řemenice s vedením ze slitiny hliníku [6]	5
Obrázek 7 – Napínání kladky řemene u spalovacího motoru speciálním klíčem [7]	5
Obrázek 8 – Profil klínových řemenů f. TYMA.....	8
Obrázek 9 – Profil klínových řemenů CONTI-V FO od f. TYMA	9
Obrázek 10 – Profil drážkovaných řemenů f. TYMA	10
Obrázek 11 – Profil ozubených řemenů f. TYMA	11
Obrázek 12 – Olejem poškozený ozubený řemen [archiv autora].....	12
Obrázek 13 – Snížení teploty řemene pomocí řemenice [20].....	13
Obrázek 14 – Napínání pomocí naklápění motoru	13
Obrázek 15 – Napínání pomocí kladky	13
Obrázek 16 – Napínání pomocí posouvání motoru	13
Obrázek 17 – Klíče pro napínací kladky plochých řemenů BGS106688 Pro MINI [21]	14
Obrázek 18 – Napínák řemenu Spann-Box® velikost 0 [22].....	15
Obrázek 19 – Klíč na napínání klínových řemenů Neo 11-168 [23].....	15
Obrázek 20 – Žebrovaný napínák pro klínový řemen Gates T39026 [24]	16
Obrázek 21 – Ultrazvukový senzor UIT503 [25]	17
Obrázek 22 – Napínací kladka s pružinou FEBI BILSTEIN 22370 [26].....	18
Obrázek 23 – Popis frekvenčního měřiče řemenů od firmy SKF	20
Obrázek 24 – Rychlý start frekvenčního měřiče od firmy SKF	21
Obrázek 25 – Popis zvukového měřiče Sonic 508C od firmy GATES	22
Obrázek 26 – Porovnání tvarů vln mechanického kmitání [33]	23
Obrázek 27 – Měření přístrojem Sonic 508C [31]	23
Obrázek 28 – Laserové měřiče předpětí řemenů od firmy Continental.....	24
Obrázek 29 – Princip měření předpětí na příkladu ozubeného řemenu.....	25
Obrázek 30 – Laserové měření frekvence na základě relativní rychlosti objektu [35] ...	25
Obrázek 31 – Mechanický měřič napnutí TYMA Belt Control 1 [28].....	26
Obrázek 32 – Části mechanického měřiče napnutí.....	26
Obrázek 33 – Měření s přístrojem	27
Obrázek 34 – Měření s přístrojem a pravítko	27

11 Seznam tabulek

Tabulka 1 – Přehled vybraných klínových řemenů firmy TYMA [14].....	9
Tabulka 2 – Přehled drážkových řemenů firmy TYMA [14]	10
Tabulka 3 – Přehled vybraných ozubených řemenů firmy TYMA [14].....	11
Tabulka 4 – Hodnoty K_{\min} a K_{\max} řezaných řemenů dle průměru řemenice [36].....	28
Tabulka 5 – Hodnoty K_{\min} a K_{\max} úzkých klín. řemenů dle průměru řemenice [36]	29
Tabulka 6 – Hodnoty K_{\min} a K_{\max} klasických klín. řemenů dle průměru řemenice [36].	30