TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta strojní

Optimalizace struktury přítlačného mechanismu.

Bakalářská práce

Studijní program: B2301 – Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301R000 – Strojní inženýrství

Autor práce: **Tomáš Hadinec**
Vedoucí práce: Ing. Šimon Kovář, Ph.D.

Liberec 2016

TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Mechanical Engineering

Optimization of pressure mechanism structure.

Bachelor thesis

Study programme: B2301 – Mechanical Engineering
Study branch: 2301R000 – Mechanical Engineering

Author: **Tomáš Hadinec**
Supervisor: Ing. Šimon Kovář, Ph.D.

Liberec 2016

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta strojní
Akademický rok: **2015/2016**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Tomáš Hadinec**
Osobní číslo:	**S12000062**
Studijní program:	**B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor:	**Strojní inženýrství**
Název tématu:	**Optimalizace struktury přítlačného mechanismu.**
Zadávající katedra:	**Katedra textilních a jednoúčelových strojů**

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rešerši přítlačných mechanismů.
2. Navrhněte a konstrukčně zpracujte strukturu kloubového přítlačného mechanismu.
3. Proveďte optimalizace tohoto mechanismu.
4. Zpracujte výkresovou dokumentaci.

Rozsah grafických prací:	**výkresová dokumentace**
Rozsah pracovní zprávy:	**25 stran formát A4**
Forma zpracování bakalářské práce:	**tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] PEŠÍK, Lubomír. Části strojů: stručný přehled. Díl 2 / Vyd. 2. Liberec: Technická univerzita, 2005. ISBN 80-7083-608-3.
[2] BOHÁČEK, F. a kol: Části a mechanismy strojů III. Převody. Brno: Vysoké učení technické, 1982.
[3] JULIŠ, K., BREPTA, R.: Mechanika I. díl. Statika a kinematika. Technický průvodce 65. SNTL Praha 1986.
[4] BRÁT, V., ROSENBERG, J., JÁČ, V.: Kinematika. SNTL/ALFA Praha 1987.
[5] BRADSKÝ,Z., VRZALA, R.: Mechanika III - Dynamika, Skripta VŠST, Liberec, 1986.
[6] Manuál Creo 2.

Vedoucí bakalářské práce:	**Ing. Šimon Kovář, Ph.D.** Katedra textilních a jednoúčelových strojů
Datum zadání bakalářské práce:	**10. listopadu 2015**
Termín odevzdání bakalářské práce:	**10. února 2017**

prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld
děkan

L.S.

prof. Ing. Jaroslav Beran, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 10. listopadu 2015

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Poděkování

Děkuji tímto vedoucímu bakalářské práce Ing. Šimonu Kováři Ph.D, za odbor-né vedení a užitečné rady. Dále děkuji celé katedře textilních a jednoúčelových strojů za cenné rady a poskytnutí výkonné počítačové laboratoře. V neposlední řadě děkuji mé rodinně a přítelkyni za jak finanční podporu, tak jejich neskutečnou trpělivost v době celého studia.

Abstrakt

Cílem této práce je konstrukční optimalizace přítlačného kloubového mechanismu. Tento mechanismus je určen pro přítlak tzv. dřecího zařízení. Toto zařízení se používá při výrobě klobouků, k jejich povrchové úpravě ve firmě TONAK a. s.. Práce popsala teoretickou část přítlačných mechanismů. Byla provedena analýza současného stavu a rozbor jednotlivých pracovních procesů vykonávaných na dřecím zařízení. Byl proveden výpočet potřebných sil, který vedl k novým návrhům konstrukčních řešení. Tyto návrhy byly vyhodnoceny a vyhovující řešení bylo konstrukčně zpracováno v programu CREO 2.0. Hlavním přínosem této práce je optimalizace vedoucí ke zvýšení komfortu obsluhy při výrobě.

Klíčová slova

Dřecí zařízení, přítlačný kloubový mechanismus, přítlačné rameno

Abstract

The aim of this thesis is a constructive optimization of a hinged pressure mechanism structure. This mechanism is intended for the pressure of a so-called scratching device. This device is used for the producing of hats and their final modification in the TONAK a. s. factory. This thesis described a theoretical part of pressure mechanisms. The analysis of an actual situation and the particular work processes carried out on the scratching device was accomplished. The calculation of the necessary forces was completed and led to the new proposals of the constructive solutions. These proposals were evaluated and a satisfactory solution has been constructively processed in the CREO 2.0. The main benefit of this thesis is the optimization leading to the increasing of the comfort of the workers during the production of hats.

Key words

A scratching device, a hinged pressure mechanism, a pressure arm

Obsah

Seznam použitých symbolů 9
Seznam obrázků 10
Seznam tabulek 10
Úvod 11
1 Popis dřecího zařízení 12
1.1 Pracovní postup dření povrchu 13
1.2 Pracovní postup strojního kartáčování 13
1.3 Pracovní postup broušení semišových polotovarů 13
2 Mechanismy 15
2.1 Přítlačné mechanismy 15
2.2 Přehled rovinných mechanismů 17
2.2.1 Trojčlenné mechanismy 17
2.2.2 Čtyřčlenné mechanismy 18
Čtyřkloubové mechanismy 19
Klikové mechanismy 20
Kulisové mechanismy 20
2.3 Vícečlenné mechanismy 20
3 Analýza stávajícího řešení přítlačného mechanismu 21
3.1 Rozbor stávajícího stavu přítlačného kloubového mechanismu 21
3.1.1 Zjištění parametru dřecího zařízení 22
3.1.2 Schématické znázornění kloubového přítlačného mechanismu 22
3.1.3 Výpočet sil 23
3.1.4 Problematika dřecího přítlačného mechanismu 27
4 Návrh nového konstrukčního řešení přítlačného mechanismu 28
4.1 Řešení vybraného návrhu, varianta A 29
4.1.1 Zhodnocení varianty A 32
4.2 Řešení vybraného návrhu, varianta B 34
4.2.1 Zhodnocení varianty B 37
4.3 Pružina 39
4.3.1 Volba pružiny 39
5 Výsledky a diskuse 40
5.1 Srovnaní návrhů variant A a B 40

5.2 Srovnání stávajícího stavu s novým řešením 41
6 Závěr 42
Seznam použitých zdrojů: 43
Seznam příloh 44

Seznam použitých symbolů

Symbol	Jednotka	Popis
i	-	Počet stupňů volnosti
n	-	Počet členů soustavy
r	-	Počet rotačních členů
p	-	Počet posuvných členů
v	-	Počet valivých členů
o	-	Obecné kinematické dvojice
F_o	N	Obvodová síla
P	W	Výkon
v	m/s	Rychlost
ω	rad/s	Úhlová rychlost
R	m	Poloměr
n	ot/min	Otáčky
$R_{Ay},\ R_{Ax}$	N	Reakce v bodě A
$R_{By},\ R_{Bx}$	N	Reakce v bodě B
$R_{2y},\ R_{2x}$	N	Reakce tělesa 2
$R_{Cy},\ R_{Cx}$	N	Reakce v bode C
R_D	N	Reakční síla při nárazu

Seznam obrázků

Obr. 1 – Dřecí zařízení…….....…….....12
Obr. 2 – Rychloupínač……..15
Obr. 3 – Přidržovací kleště……..…….……16
Obr. 4 – Přítlačný lis…….16
Obr. 5 – Vačkový mechanismus……...17
Obr. 6 – Čtyřčlenné mechanismy…….....18
Obr. 7 – Čtyřkloubový mechanismus……...19
Obr. 8 – Přírazový mechanismus tkacího stavu……20
Obr. 9 – Přítlačný kloubový mechanismus dřecího zařízení…….21
Obr. 10 – Schéma mechanismu…….……...22
Obr. 11 – Zjednodušené schéma……..24
Obr. 12 – Uvolnění těles……..25
Obr. 13 – Obsluha 1……27
Obr. 14 – Varianta A……29
Obr. 15 – Analýza přítlačných ramen A……...31
Obr. 16 – Srovnaní varianta A……...……...32
Obr. 17 – Obsluha varianty A……...……33
Obr. 18 – Konstrukční řešení varianty B……..34
Obr. 19 – Natáčecí plech……..35
Obr. 20 – Statická analýza rameno B……36
Obr. 21 – Srovnaní B ……...……37
Obr. 22 – Obsluha zařízení B……38
Obr. 23 – Nožní pedál……...39

Seznam tabulek

Tab. 1 – Rozměry……24
Tab. 2 – Srovnání variant A – B……40

Úvod

Klobouk je pokrývka hlavy, která v současné době slouží především jako módní doplněk a je součástí uniforem policistů, vojáku a mnoha dalších. Výroba klobouků probíhá v postupných fázích. Prvotní fází je získání základního materiálu, kterýmž jsou králičí chlupy, popřípadě chlupy jiných živočichů. První operací je řezání a následuje moření. Moření slouží ke změkčení chlupů. Poté se chlup vysuší a vyfouká, čímž se ze srsti odstraní nečistota. Takto upravený chlup se zpracovává v první etapě na tzv. plást na plástícím stroji. Dále se upravená plást předplstí a valchuje na požadovanou tloušťku a stupeň zaplštění. Následně se tvaruje a barví. Tímto postupem se získá potřebný tvar klobouku, na němž se dále pokračuje v povrchových úpravách. Pro dosažení dokonale hladké úpravy se provádí opracování povrchu už na surovém polotovaru. Povrch polotovaru se opracuje brusným papírem se střední zrnitostí. Další povrchovou úpravou je dření. Dření se provádí stejně jako broušení na dvoumístném dřecím kotoučovém zařízení pomocí žraločí kůže nebo smirkového plátna a frézových kotoučů. Tato operace slouží pro vytvoření hladkého povrchu plsti bez odstávajících chlupů. Následuje operace k odstranění prachu. Prach vzniká po povrchových operacích, jako jsou dření, broušení a stříhání. Usazuje se na povrchu polotovaru. Odstranění prachu z polotovaru je velice důležité pro další zpracování a konečný vzhled. Provádí se na dvoumístném dřecím kotoučovém zařízení. Leštění a dření nezajistí zcela hladký povrch, proto se u dalších operací musí klobouk vyhladit, zjemnit a vyleštit. Další operace je zámišování. Cílem je vytvořit velmi hustou a krátkou vlasovou vrstvu. Pro dosažení zámišového efektu je nutné obrousit drsný povrch polotovaru, aby jemné chlupy ve střední části plsti tvořily povrch polotovaru. Dále nastává česání a stříhání.

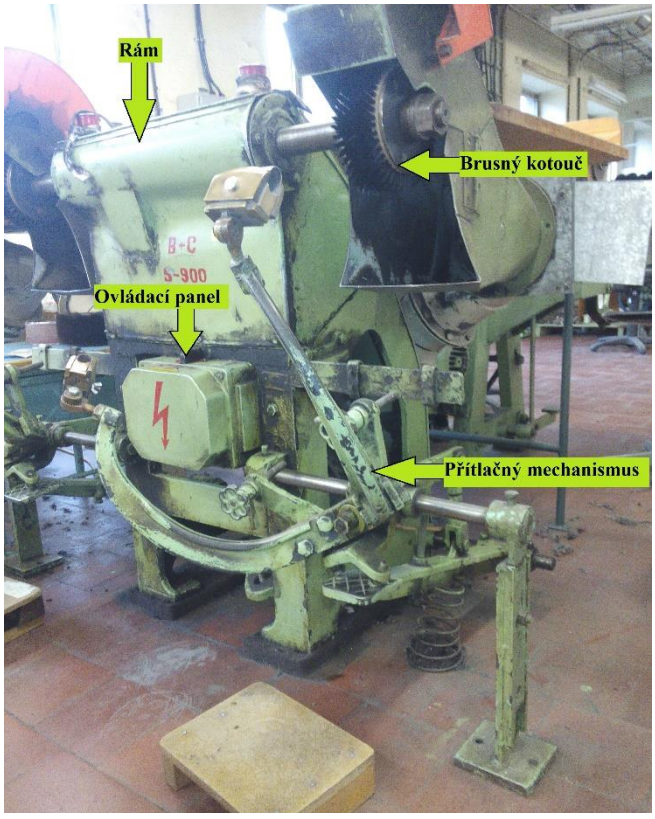
Zmíněné dřecí zařízení se používá pro více operací jako je dření, broušení a kartáčování. Zařízení má svůj přítlačný kloubový mechanismus, jehož problematika je předmětem této bakalářské práce. Stávající konstrukce přítlačného mechanismu již není vyhovující. Obsluha se při pracovních činnostech musí značně ohýbat, nemá dostatečný prostor pro nohy, což může mít vliv na zdraví. Tyto důvody vedly k zamyšlení, zda by nešlo mechanismus konstrukčně upravit pro zvýšení pohodlnosti pro obsluhu při zachování stávajícího pracovního postupu.

Cílem této práce je v první řádě zanalyzovat a provést rozbor stávajícího řešení, vytvořit a vyhodnotit návrhy ke zlepšení a nejlepší vyhovující řešení konstrukčně zpracovat v programu CREO 2.0. Na závěr také provést srovnání se stávajícím řešením.

1 Popis dřecího zařízení

Tato kapitola slouží pro popsání dřecího zařízení a jednotlivých pracovních operací na dřecím zařízení. Jednotlivé pracovní operace jako dření povrchu, strojní kartáčování a broušení povrchu materiálu jsou nezbytnou součástí pracovního cyklu výroby kloboučnických výrobků.

Dřecí zařízení je dvoumístný brusný stroj (obr. 1). Skládá se z litinového zakrytovaného rámu, v němž jsou umístěny pohon, převod a vřeteno. Pohon je zajištěn pomocí třífázového asynchronního elektromotoru o výkonu 1,5 kW při 2880 ot/min. Převodový poměr závisí na konané operaci. Vřeteno je oboustranně letmo vysunuto pro upevnění kotoučů pro povrchovou úpravu kloboučnických polotovarů.



Obr. 1 - Dřecí zařízení

(zdroj: Vlastní)

Část zařízení za kotoučem slouží pro odsávání nečistot. Spodní část se skládá ze dvou vodících čepů umístěných pod kotouči, které jsou uložené do rámu stroje na obou stranách dřecího zařízení. Tvar a povrch kotouče závisí na operaci, která bude vykonávána. Pro dření byl využíván povrch ze žraločí kůže, který se vyznačuje tím, že je pokryt drobnými trny. Dnes je žraločí kůže nahrazena pilkovým povrchem. Pro kartáčování se používá kruhový žíněný kartáč. Další operací je broušení, u kterého se

používají brousící kotouče o požadované zrnitosti. Zařízení je dále opatřeno přítlačným kloubovým mechanismem, jenž je uložen na čepech, kde je pomocí upínek a dorazů umístěn do požadovaného pracovního prostoru.

1.1 Pracovní postup dření povrchu

Před započetím pracovní operace je nejprve nastavena správná poloha přítlačného mechanismu vzhledem k brusnému kotouči, zajištěna pomocí přestavitelných dorazů. Tato operace se již vícekrát neopakuje. Poté jsou nastaveny dorazy, které zabraňují přímému styku přítlačné hlavice s dřecím kotoučem. Vzdálenost mezi přítlačnou hlavicí a kotoučem závisí na druhu kloboučnického polotovaru a kotouče. Vzdálenost se pohybuje kolem 5 mm v závislosti na tloušťce zpracovaného polotovaru.

Po nastavení příslušných dorazů je nasazen polotovar okrajem na hlavici přítlačného ramene. Následuje sešlápnutí nožního pedálu ovládající přítlačné rameno, čímž se okraj polotovaru přiblíží k otáčejícímu se dřecímu kotouči. Poté obsluha oběma rukama přidržuje a usměrňuje polohu polotovaru, aby docházelo k jeho volnému protáčení na přítlačné hlavici. Polotovar je spirálovitě veden a posouván na hlavici od okraje k vrcholu hlavy a zpět k okraji. Tento proces je opakován podle druhu polotovaru. Počet opakování je závislý na množství odebraného materiálu, které je dáno cílovou vývahou klobouků, která se musí pohybovat v určité toleranci. Poté je povolen nožní pedál a z uvolněné hlavice je polotovar stažen. Je nutné pohledem zkontrolovat opracování polotovaru a ručně obrátit rubní neopracovanou stranou nahoru. Polotovar je dále opět nasazen a proces je opakován znovu.

1.2 Pracovní postup strojního kartáčování

Strojní kartáčování slouží k odstranění prachu z polotovaru. Pro odstranění prachu se může používat ruční kartáčování, strojní kartáčování, vyklepávání v bubnu či vysávání. Na dvoumístném zařízení se místo dřecího kotouče na hřídel upevní kruhový žíněný kartáč. Obsluha vede polotovar od kraje spirálovitě ke středu hlavy a zpět ke kraji polotovaru [1].

1.3 Pracovní postup broušení semišových polotovarů

Nastavení přítlačného kloubového mechanismu do správné pracovní polohy probíhá stejně jako při dření povrchu. Dále obsluha nasadí polotovar okrajem na hlavici pravého přítlačného ramene. Sešlápne pedál ovládající přítlačné rameno a přiblíží hlavici

s okrajem polotovaru k otáčejícímu se brusnému kotouči. Oběma rukama usměrňuje polohu polotovaru proti kotouči, aby se volně protáčel na hlavici. Spirálovitě jej vede od okraje k vrcholu hlavy a zpátky k okraji, a zbrousí z povrchu hrubý vlásek. Teprve poté se provádí vlastní intenzivnější broušení. Polotovar při tomto broušení je opět přidržován oběma rukama a nesmí docházet k jeho protáčení. Bez zastavování je plynule posunován na hlavici spirálovitě od okraje k vrcholu hlavy a zpět k okraji. Po zbroušení celého obvodu polotovaru je posunut o polovinu šíře kotouče, a tak se postupně stejnoměrně zbrousí celý povrch. Opakování broušení závisí na tloušťce a pevnosti plsti. Po dokončení se uvolní pedál a z uvolněného přítlačného ramene se stáhne polotovar. Přehodí se přítlačné rameno a polotovar se opět nasadí okrajem na hlavici levého přítlačného ramene. Sešlápnutím pedálu dochází k přiblížení polotovaru k brusnému kotouči. Obsluha oběma rukama usměrňuje polotovar proti kotouči, aby se volně protáčel na hlavici, vede ho podobně jako na pravém rameni. Poté povolí pedál a polotovar stáhne z přítlačného ramena. Hmatem a pohledem zkontroluje stejnosměrnost plsti. Převážením zjistí hmotnost. Opakovaně přehodí přítlačné rameno a polotovar nasadí na hlavici pravého přítlačného ramene. Obsluha opět oběma rukama usměrňuje polohu polotovaru proti kotouči, aby docházelo k volnému protáčení na hlavici. Spirálovitě jej vede od okraje k vrcholu hlavy a zpátky k okraji. Poté povolí pedál, stáhne polotovar a zkontroluje jeho opracování a dosaženou hmotnost. Nejsou-li zajištěny předepsané parametry, provádějí se další broušení na pravém rameni.

Přítlačná ramena se musejí přehazovat, aby bylo docíleno dokonalého opracování. Po přehození přítlačného ramena se povrch brousí proti směru předešlého opracování, a tím se lépe propracuje [1].

2 Mechanismy

V této kapitole je proveden rozbor struktury základních kloubových mechanismů s příklady použití v běžné praxi a textilním průmyslu. Dále se kapitola zabývá pojmem přítlačné mechanismy.

Mechanismem se nazývá soustava pohyblivě spojených těles, která plní určitou funkci ve výrobním stroji, přístroji či zařízení. Jednotlivá tělesa se nazývají členy mechanismu. Prvky spojení dvou sousedních členů jsou kinematické dvojice [2].

Mechanismus je soustava s jasnou pohyblivostí, což znamená s jedním stupněm volnosti. Pokud má soustava dva stupně volnosti, jedná se o diferenciál. Pro určení pohyblivosti rovinných soustav se používá Grüblerova vazbová závislost [2].

$$i = 3(n-1) - 2(r+p+v) - o \tag{1}$$

i… počet stupňů volnosti

n…počet členů soustavy

r…počet rotačních dvojic

p…počet posuvných dvojic

v…počet valivých dvojic

o…počet obecných dvojic

2.1 Přítlačné mechanismy

Úkolem přítlačných mechanismů je vyvození silového účinku mezi výstupním členem tohoto mechanismu a pevným protikusem, popřípadě jiným členem, který má nějakou funkci.

Rychloupínač horizontální je čtyřkloubový mechanismus s vysoce kvalitními kloubovými pouzdry. Má neměnnou sílu při otevírání a zavíraní. Slouží pro rychlé upnutí součástí.

Obr. 2 - Rychloupínač 1

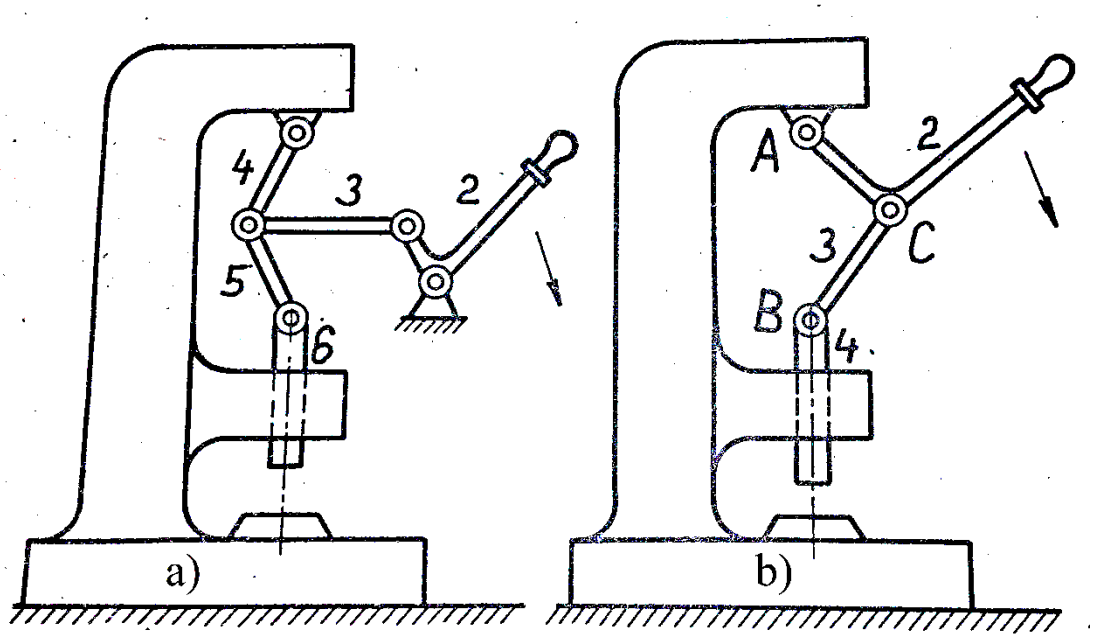
(zdroj: kipp.cz, 2016)

Přidržovací kleště jsou také čtyřkloubový mechanismus sloužící pro přidržování či přitlačení kulatých těles o stejném průměru.

Obr. 3 - Přidržovací kleště

(zdroj: naradi-roller.cz, 2016)

Jednoduchý lis je kloubový zesilovací mechanismus, jehož účelem je zvyšovat sílu vyvozenou rukou. Na obr. 4a) je pohyb lisovadla *6* ovládán ručně pákou *2* přes táhlo *3* a klikový mechanismus *4*, *5*, *6*. Jiné řešení je zobrazeno na obr. 4b). Je zde ovládána přímo klika *2* klikového mechanismu *2*, *3*, *4*, u něhož posuvný člen *4* je lisovadlem [3].



Obr. 4 - Přítlačný lis

(zdroj: [3])

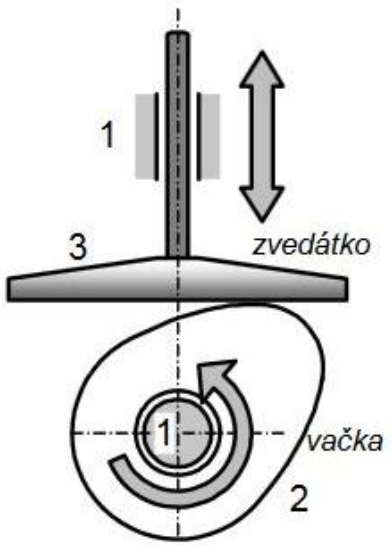
Přítlačným mechanismem může být kterýkoliv mechanismus, který je konstrukčně uspořádán tak, že jeho pohybem dochází k vyvolání zmíněné přítlačné síly. Proto se v dalších kapitolách nastiňují základní rovinné mechanismy, které se mohou používat jako přítlačné mechanismy, a to zejména kloubové mechanismy, které se ve velké míře používají u textilních strojů. Z těchto teoretických poznatků vychází praktická část této práce.

2.2 Přehled rovinných mechanismů

V přehledu jsou uvedeny především jednoduché a složené mechanismy s jedním stupněm volnosti. Jednoduché rovinné mechanismy s jedním stupněm volnosti se nazývají též základní [4].

2.2.1 Trojčlenné mechanismy

Trojčlenné mechanismy pro jeden stupeň volnosti musí podle vztahu (1) obsahovat právě jednu obecnou kinematickou dvojici. Zbývající dvě dvojice mohou být rotační, posuvné nebo v kombinaci. Nejdůležitější skupinou trojčlenných mechanismů jsou vačkové mechanismy (obr. 5) [4].

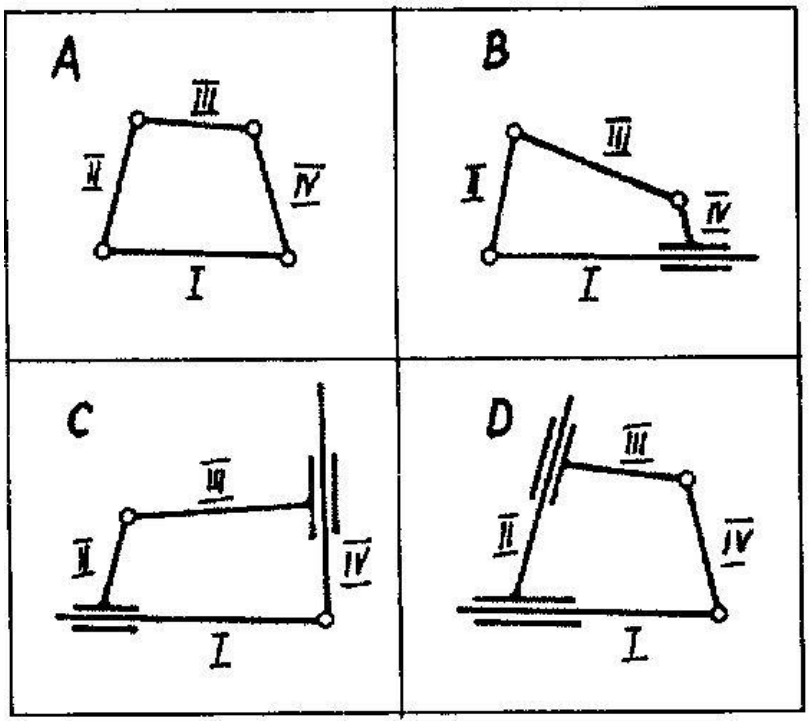


Obr. 5 – Vačkový mechanismus

(zdroj: [7])

2.2.2 Čtyřčlenné mechanismy

Čtyřčlenné mechanismy patří mezi jednoduché základní mechanismy. Jejich odvození lze provést s využitím čtyřčlenných kinematických řetězců podle obr. 4. Kinematické řetězce se získají spojením několika těles pomocí kinematických dvojic. Základní kinematický řetězec je typu A, z něhož mohou vzniknout další typy B – D nahrazením dvou nesousedních či sousedních rotačních dvojic posuvnými. Členy jsou označovány I – IV. Podle toho, který z členů je rámem, dostanou se různé typy mechanismů [2].

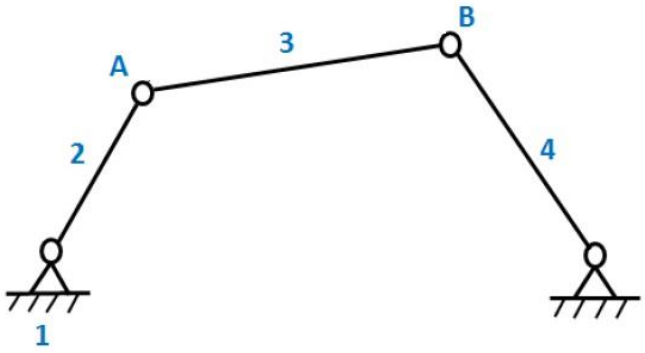


Obr. 6 - Čtyřčlenné mechanismy

(zdroj: [2])

Čtyřkloubové mechanismy

Čtyřkloubový rovinný mechanismus je charakteristický čtyřmi tuhými tělesy se čtyřmi rotačními vazbami, jenž mu udělují jeden stupeň volnosti (obr. 7). Těleso *1* je pevný rám. Tělesa *2* a *4* se nazývají kliky nebo vahadla podle toho, zda konají pohyb rotační či kývavý. Těleso *3* se nazývá těhlice.



Obr. 7 - Čtyřkloubový mechanismus

(zdroj: [5])

Výhodou kloubových mechanismů je jejich poměrná jednoduchost a nenáročná údržba. Nevýhodou pak mohou být velké hmotnosti a malá přesnost převodové funkce. Základní rozdělení čtyřkloubových mechanismů je [5]:

a) Klikovahadlový – Je tvořen rámem (nehybný člen), klikou (hnací člen má nejkratší vzdálenost), těhlicí a vahadlem. Klika může vykonávat rotační pohyb, vahadlo pouze pohyb kývavý.

b) Dvojklikový – Je tvořen rámem *1*, který je nejkratším tělesem a dvěma klikami *2* a *4*, ty mohou konat plnohodnotný rotační pohyb.

c) Dvojvahadlový – Mechanismus, který se skládá z pevného rámu *1*, těhlice (nejkratší těleso) *3* a dvou vahadel *2* a *4*, u kterých může docházet pouze ke kývavému pohybu.

d) Paraleogram – Je specifický druh dvojklikového čtyřkloubového mechanismu, kdy obě dvojice protilehlých členů jsou v každé poloze natočení klik navzájem rovnoběžné. Je používán například u mechanismu otevírání dveří autobusu.

Klikové mechanismy

Klikový mechanismus se dostane ze čtyřkloubového mechanismu, nahradí-li se v něm rotační kinematická dvojice jednoho z členů vázaných k rámu posuvnou kinematickou dvojicí [2].

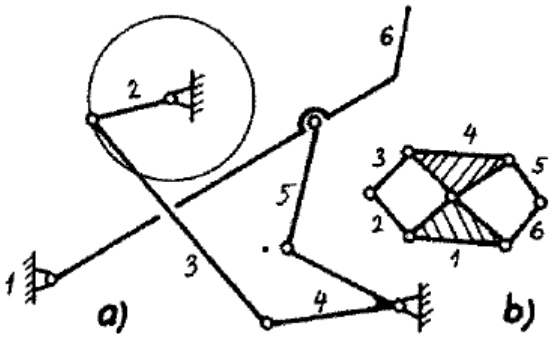
Klikové mechanismy umožnují převést přímočarý vratný pohyb na otáčivý nebo otáčivý pohyb na přímočaře vratný. Existují dva základní druhy, a to úplný klikový mechanismus nebo zkrácený klikový mechanismus.

Kulisové mechanismy

Základním prvkem mechanismu je kulisa, v níž se pohybuje čtyřhran (kámen). Pomocí tohoto mechanismu se mění otáčivý pohyb v pohyb posuvný. Kulisové mechanismy se používají například pro pohyb vodorovných obráběcích strojů [2].

2.3 Vícečlenné mechanismy

Ve výrobních strojích se kromě čtyřčlenných mechanismů popsaných v kapitole 2.2 také používají vícečlenné mechanismy. Mezi vícečlenné mechanismy se řadí mechanismy s více než čtyřmi členy. Klasifikace a názvosloví těchto mechanismů nejsou vzhledem k jejich variabilitě jednotná. Z hlediska složení se mohou rozlišovat vícečlenné mechanismy na kloubové, tj. pouze s rotačními dvojicemi, resp. s rotačními a posuvnými dvojicemi. Dále pak mechanismy vzniklé kombinací trojčlenných a kloubových mechanismů. Takto vytvořené mechanismy se řadí mezi složené mechanismy. Typickým vícečlenným mechanismem je například přírazový mechanismus tkacího stavu (obr. 8) [3].



Obr. 8 - Přírazový mechanismus tkacího stavu

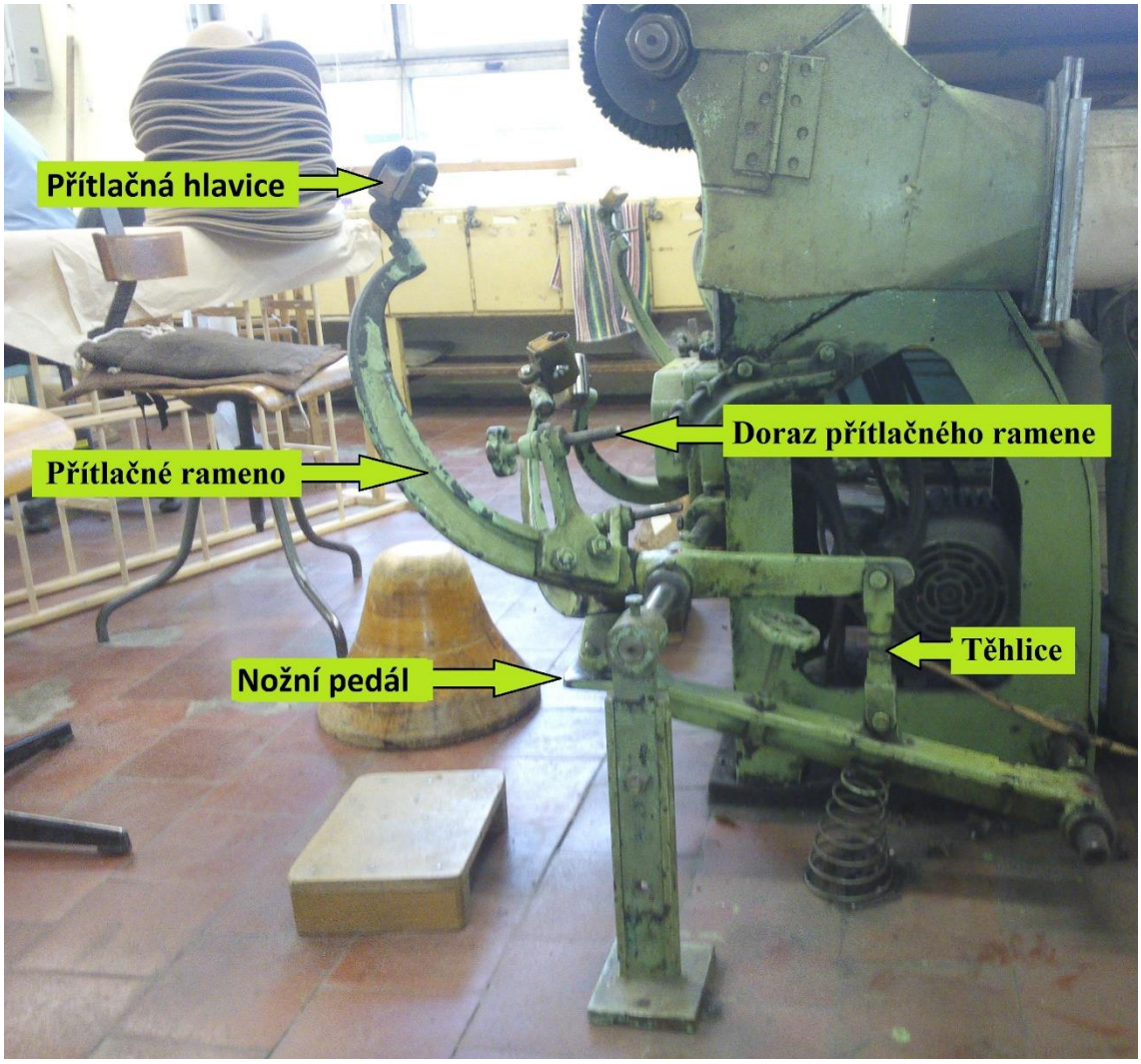
(zdroj: [2])

3 Analýza stávajícího řešení přítlačného mechanismu

Kapitola se zabývá rozborem přítlačného kloubového mechanismu a výpočtem sil, které na mechanismus působí a jsou důležité pro funkční konstrukční návrh. Popisují se zde jednotlivé členy a řeší se jejich vazby. V závěru kapitoly je rovněž shrnuta problematika stávajícího stavu.

3.1 Rozbor stávajícího stavu přítlačného kloubového mechanismu

Přítlačný kloubový mechanismus (obr. 9) je uložen na dvou čepech průměru 25 mm a z hlediska kinematiky se řadí mezi prostorové otevřené řetězce. Přítlačné hlavice jsou uloženy pomocí závitového spoje na přítlačných ramenech, která jsou



Obr. 9 - Přítlačný kloubový mechanismus dřecího zařízení

(zdroj: Vlastní)

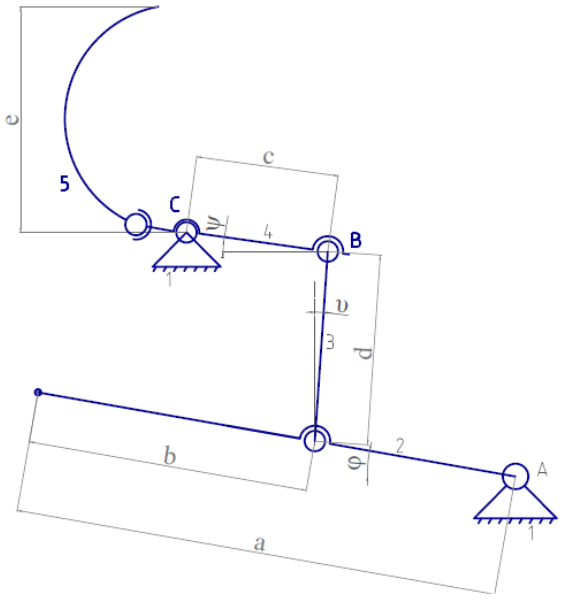
uložena na desce pomocí šroubů. Deska je uložena na čepu, jenž je součástí vahadla. Díky tomu je umožněna výměna ramen jejich překlopením. Výměna je důležitá pro správně opracování kloboučnických polotovarů (viz kapitola 1.3). Ramena se při výměně zastaví o dorazy, které jsou tvořeny šrouby. Pohyb ramen ke kotouči je dán pomocí vahadla spojeného těhlicí s nožním pedálem, na který působí obsluhou vyvozená síla. Těhlicí lze nastavit vzájemné polohy pedálu a výstupního členu, seřídit mechanismus. Pro zabránění přímého styku přítlačné hlavice s kotoučem slouží nastavitelné dorazy. Kuželová pružina se nachází pod nožním pedálem a slouží pro navrácení mechanismu do původní polohy.

3.1.1 Zjištění parametru dřecího zařízení

Stávající parametry přítlačného mechanismu byly analyzovány ve firmě Tonak a. s.. Rovněž se využilo zkušeností obsluhy dřecího zařízení. Došlo ke změření základních rozměrů stávajícího přítlačného mechanismu. Podle těchto naměřených dat se sestavil CAD model původního dřecího zařízení včetně kloubového přítlačného mechanismu v prostředí CREO.

3.1.2 Schématické znázornění kloubového přítlačného mechanismu

Z hlediska kinematiky se jedná o otevřený kinamatický řetězec (obr. 10), který je tvořen 5 členy. Člen *1* je rám, člen *2* je hnacím členem, který přes táhlo (člen *3*) ovládá vahadlo (člen *4*), člen *5* koná rotační pohyb kolem členu *4* v omezeném rozsahu.



Obr. 10 – Schéma přítlačného mechanismu

(zdroj: Vlastní)

V případě schématického nahrazení prostorové vazby členu *5* rovinnou vazbou, se podle rovnice (1) jedná o rovinný mechanismus s dvěma stupni volnosti. Trajektorie přítlačných ramen při přitlačení je stejná jak v případě pravého či levého ramene. Tudíž se pro výpočet potřebných sil bere v potaz pouze jedno rameno, a tím se prostorový mechanismus zjednoduší na čtyřčlenný rovinný mechanismus s jedním stupněm volnosti.

3.1.3 Výpočet sil

Důležitým aspektem pro konstrukční zpracování nového přítlačného mechanismu je síla působící od brusného kotouče. Síla působí na přítlačné rameno a přes přítlačnou hlavici, která zůstává zachována. Sílové účinky dřecího kotouče na přítlačný mechanismus se vypočítaly z výkonu a otáček motoru. Výkon se pomocí řemenice, kde převodový poměr závisí na prováděné operaci, převádí na brusný kotouč různých rozměrů. Průměr kotouče a otáčky se uvažují nejkritičtější, které by mohly teoreticky nastat. Prakticky by k tomuto stavu nemělo dojít, neboť obsluha by si vždy před pracovním úkonem měla nastavit dorazy, jenž zabrání přímému styku přítlačné hlavice a brusného kotouče, navíc mezi kotoučem a hlavicí je vždy kloboučnický polotovar.

Výpočet obvodové síly

Výkon $P = 1{,}5 \cdot 10^3$ [W]

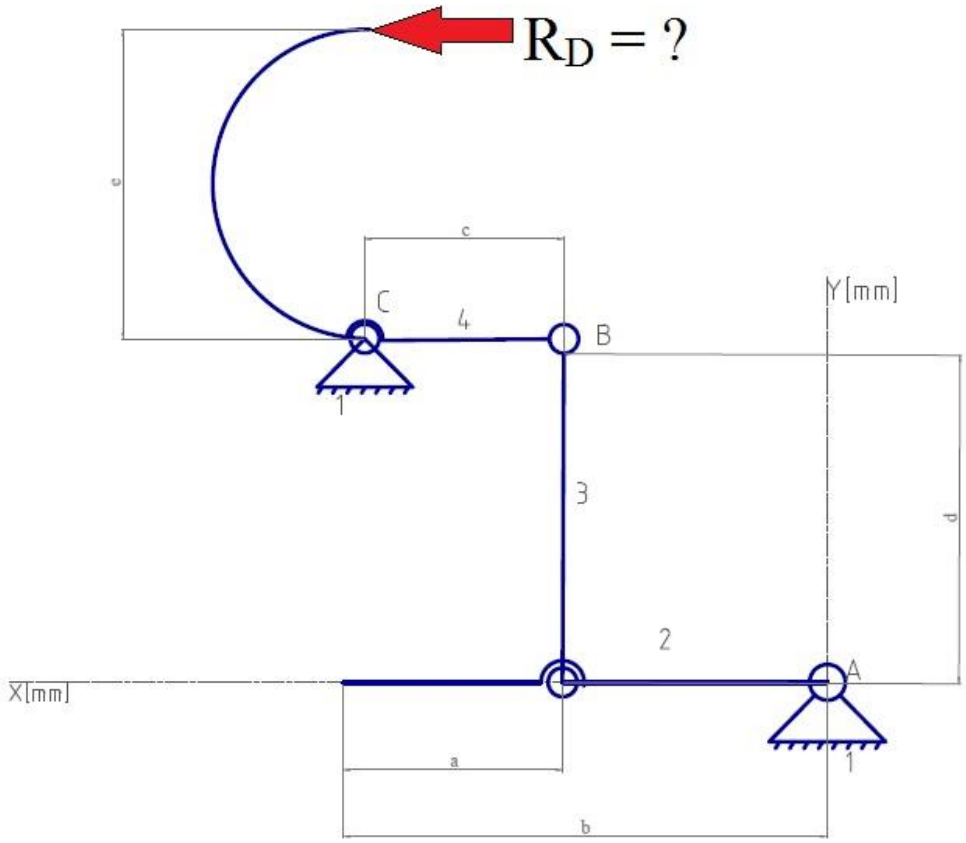
Otáčky $n = 2880[\mathrm{min}^{-1}] = 48[\mathrm{s}^{-1}]$

Poloměr kotouče R = 0, 075 [m]

$$F_o = \frac{P}{v} = \frac{P}{\omega \cdot R} = \frac{P}{2\pi \cdot n \cdot R} = \frac{1{,}5 \cdot 10^3}{2\pi \cdot 48 \cdot 0{,}075} = 66{,}31\ \mathrm{N} \qquad (2)$$

Dále se uvažuje reakce, která by mohla nastat při nárazu přítlačné hlavice do brusného kotouče. Tato reakce byla vypočítána pomocí programu CREO 2.0 Mechanism, a poté byla zkontrolována analytickým výpočtem. Maximální přípustná síla vyvozená na pedál ovládaný nohou v kotníku je 60 N [6]. Z hlediska bezpečnosti je uvažovaná síla působící na nožní pedál předimenzována na hodnotu 85 N. Vypočítaná hodnota z programu činila 60 N. Tento výsledek byl dále ověřen analytickým výpočtem podle zjednodušeného schématu s jednotlivými vazbami (obr. 11).

Hmotnost a gravitace jednotlivých těles je zanedbávána. Pohyblivost této zjednodušené soustavy je dána vztahem (1) (viz kapitola 2). Jednotlivé rozměry jsou uvedeny v Tab. 1.



Obr. 11 Zjednodušené schéma

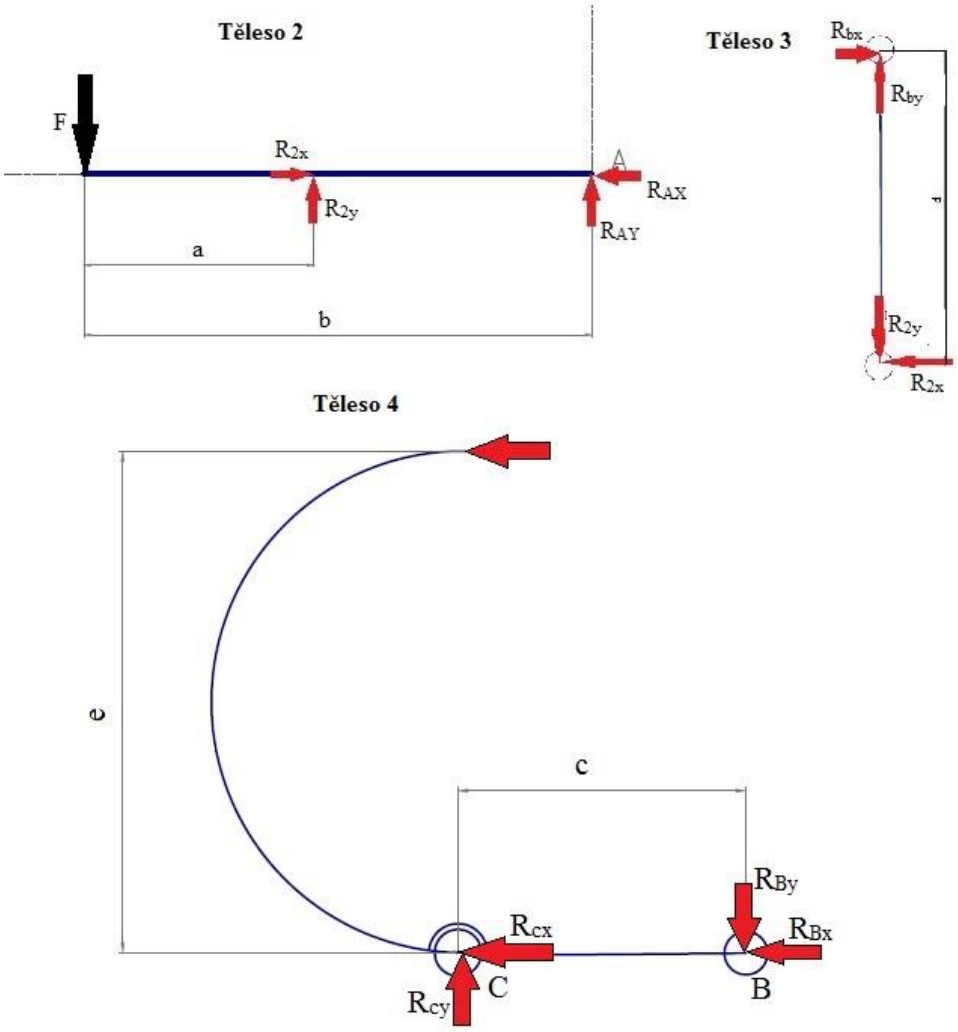
(zdroj: Vlastní)

Tab. 1 - Rozměry

Rozměr	Původní mechanismus [mm]	Nový návrh [mm]
a	240	140
b	510	340
c	170	150
d	180	220
e	480	489

(zdroj: Vlastní)

Soustava je pohyblivá jedním stupněm volnosti, staticky určitá. Pro rovnováhu mechanismu je určen jeden přídavný účinek, v tomto případě síla R_D. Vypočet byl proveden postupným uvolňováním členů soustavy, na něž se připojily silové účinky (obr. 12). Pro každé uvolněné těleso se napsaly tři rovnice rovnováhy. Těleso *1* je rám.



Obr. 12 - Uvolnění těles

(zdroj: Vlastní)

Těleso 2:

$$\rightarrow: R_{2x} - R_{Ax} = 0 \tag{3}$$

$$\uparrow: R_{2y} - R_{Ay} - F = 0 \tag{4}$$

$$\curvearrowright A: R_{2y} \cdot (b - a) - F \cdot b = 0 \tag{5}$$

Těleso 3:

$$\rightarrow R_{Bx} - R_{2x} = 0 \tag{6}$$

$$\uparrow R_{By} - R_{2y} = 0 \tag{7}$$

$$\curvearrowright B: R_{2x} \cdot d = 0 \tag{8}$$

Těleso 4:

$$\rightarrow R_{Cx} + R_{Bx} - R_D = 0 \tag{9}$$

$$\uparrow R_{cy} - R_{By} = 0 \tag{10}$$

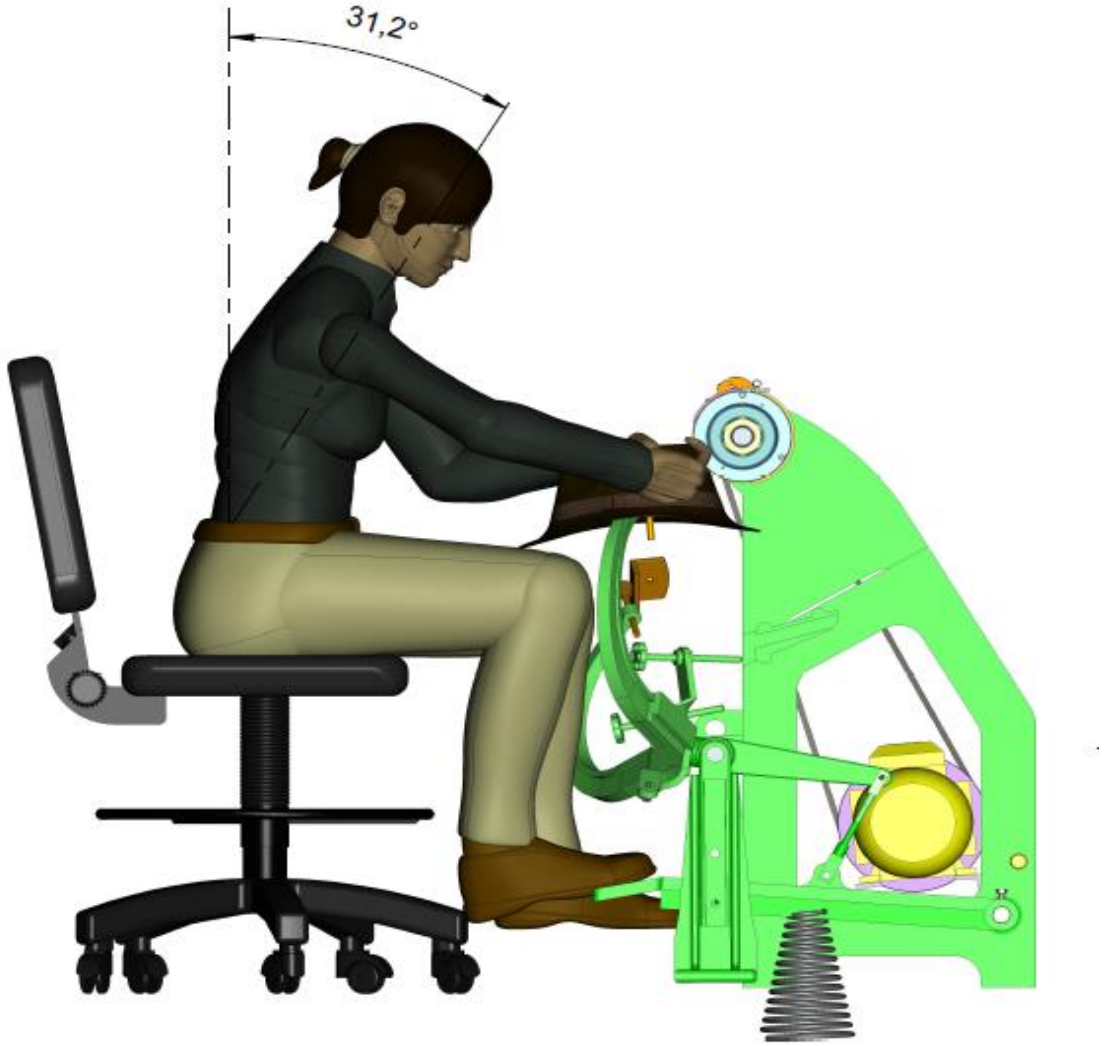
$$\curvearrowright R_{By} \cdot c - R_D \cdot e = 0 \tag{11}$$

Jelikož úhly mezi jednotlivými tělesy jsou při dotyku mechanismu s brusným kotoučem velice malé, tak se při výpočtu zanedbávají, a tím se výpočet zjednoduší. Pak soustava devíti rovnovážných rovnic obsahuje devět neznámých. Osm silových vazebných účinků ($R_{Ax}, R_{Ay,}\ R_{2x}, R_{2y}, R_{Bx}, R_{By}, R_{Cx}, R_{cy}$) a devátou neznámou je síla $\boldsymbol{R_D}$, která udrží daný mechanismus v rovnováze. Získá se z rovnic (5) a (11). Hodnota výsledné síly pro původní přítlačný mechanismu vypočítána analyticky je 56 N, pro nový návrh 45 N.

Provedené výpočty pomocí programu a analytického řešení se liší v nepatrných odchylkách. Pro simulaci přítlačných ramen v programu CREO 2.0 Simulation se bude uvažovat vyšší vypočítaná hodnota z předešlých simulací, ta odpovídá 60 N.

3.1.4 Problematika dřecího přítlačného mechanismu

Problematikou tohoto přítlačného kloubového mechanismu je zejména vzdálenost mezi obsluhou a přítlačnou hlavicí, na které dochází k manipulaci s kloboukem. Obsluha provádí tuto operaci v poloze, která neodpovídá požadavkům pro práci v sedě, což vede k bolesti zad. Vzdálenost je dána nožním pedálem a přítlačným ramenem, kvůli které je nemožné přisunutí blíže k pracovní rovině přítlačné hlavice. Dalším problémem je otáčení přítlačného ramene. Při tomto procesu dochází k přímému styku nohy obsluhy s přítlačným ramenem, což je způsobeno malým prostorem pro nohy, při kterém může docházet až k poranění. Vyskytuje se zde také komplikace s polotovary klobouku, které jsou rozměrově větší, zejména při jejich svislé délce. Takové polotovary se mohou přímo dotýkat nohy obsluhy a je obtížné jejich správné opracování. Tento problém je zobrazen na ilustračním modelu, který je vytvořen v prostředí CREO 2.0 (obr. 13).



Obr. 13 - Obsluha 1

(zdroj: Vlastní)

4 Návrh nového konstrukčního řešení přítlačného mechanismu

Tato kapitola se věnuje návrhům nového konstrukčního řešení přítlačného mechanismu. Vybrané návrhy jsou podrobně popsány a zpracovány. Závěrem kapitoly se jednotlivé varianty vybraných návrhů zhodnotí.

V úvahu byly vzaty tři základní směry konstrukčního zlepšení přítlačného kloubového mechanismu, při snaze zachovat stávající technologii výroby bez použití hydraulických prvků, což byl požadavek firmy Tonak a. s.. Hlavním cílem je vytvoření více prostoru pro obsluhu.

První konstrukční návrh byl v podobě vytvoření pouze jednoho přítlačného ramene, které by se vždy po opracování jedné strany klobouku otočilo o 180° a opracovávala by se tak druhá strana v opačném směru. Tento návrh byl ovšem ihned po navštívení firmy Tonak a. s.., a shlédnutí dřecího zařízení, vyloučen. Pro natočení přítlačného ramene by se obsluha musela pokaždé odsunout a navíc otáčet i s přítlačnou hlavicí. Tento návrh by byl časově a obslužně náročnější.

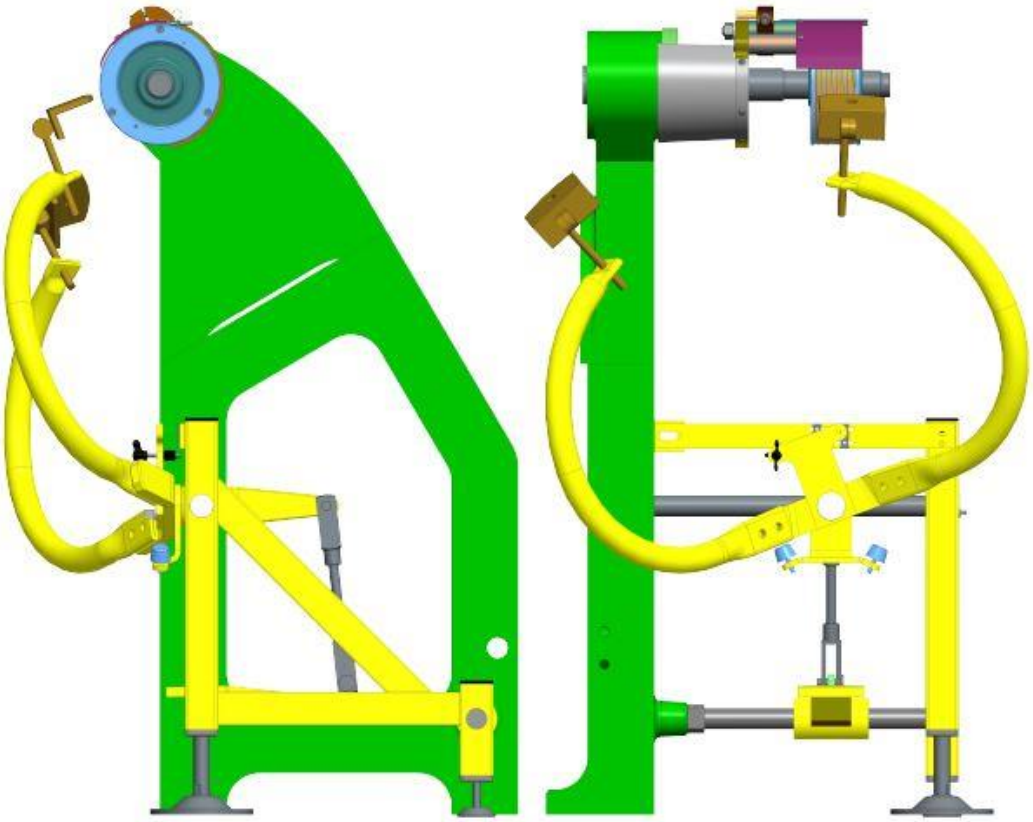
Druhý návrh spočíval v podobě lineárního vedení. V tomto případě by místo natáčení přítlačných ramen docházelo k jejich posunu v axialním směru. Přitlačení v podobě nožního pedálu by bylo zachováno. Při tomto návrhu nevýhody převyšovaly výhody. Návrh byl po úvaze a základním vymodelování také zamítnut. Hlavními nevýhodami jsou cena lineárního vedení a posuv v axiálním směru. Ten by byl v poměrně velkém rozsahu kvůli mezeře, která by měla být mezi jednotlivými přítlačnými hlavicemi.

Třetí návrh spočíval v odlehčení, ergonomickém zlepšení a posunutí přítlačného mechanismu do rámu stroje. Tento návrh se po vyhodnocení stal nejvýhodnějším řešením a došlo k jeho dalšímu konstrukčnímu zpracování. Návrh byl následně zpracován pomocí dvou různých variant. Tyto varianty jsou shrnuty v následujících kapitolách.

4.1 Řešení vybraného návrhu, varianta A

V první variantě se vycházelo z původního řešení. Jednotlivé díly nového návrhu nejsou již odlévány, nýbrž vyráběny pomocí normalizovaných dílů a vzhledem ke kusové výrobě i ohýbaných, obráběných a svařených dílů.

Účelem je snížení hmotnosti a dosažení co největší pohodlnosti pro obsluhu dřecího zařízení. Na obr. 14 je vidět nové konstrukční řešení přítlačného mechanismu zapuštěno do rámu stroje.



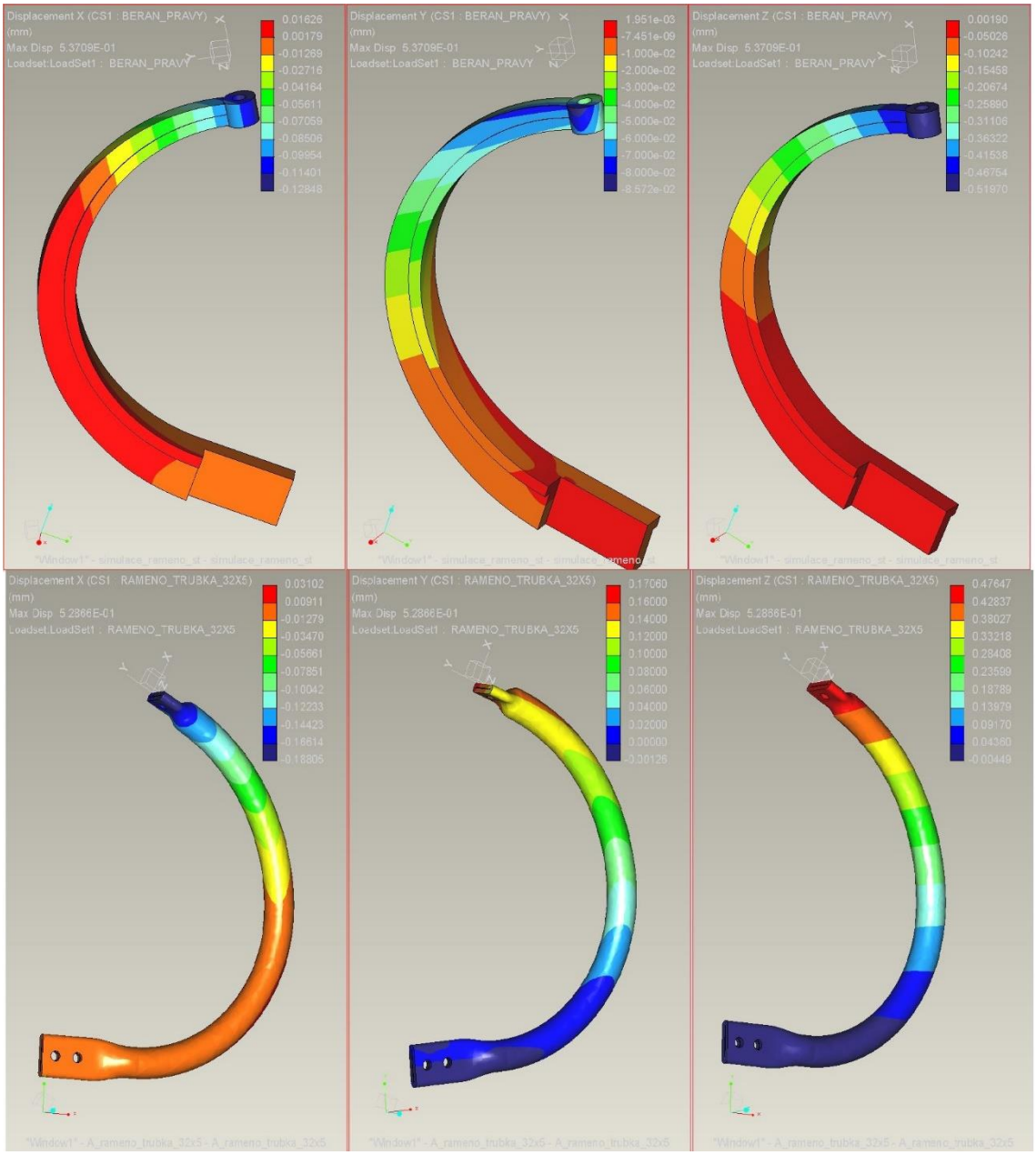
Obr. 14 - Varianta A

(zdroj: Vlastní)

Nejprve bylo nutné rozhodnout, jak nejlépe posunout a celkově konstrukčně upravit přítlačný kloubový mechanismus. Pro posunutí je využit dodávaný čep, který se posunul o 100 mm do rámu stroje, kde je vyvrtaná díra. Čep je na jednom konci osazen a zakončen závitem M20. Je vložen do rámu stroje, ve kterém je vyvrtána průchozí díra a je zde stažen maticí. Druhý konec je upevněn pomocí dutého profilu s nastavitelnými nohami. Druhý čep, okolo něhož koná rotační pohyb nožní pedál, je zachován.

Dále došlo k vytvoření nového nožního pedálu, jenž se rozměrově a hmotnostně zmenšil. Pedál není odléván, ale je vytvořen z více částí, které jsou následně svařeny.

Hlavní zásadou konstrukčního zpracování přítlačných ramen bylo dosažení pokud možno totožných ramen na pravé i levé straně. Ohyb do kruhového tvaru by měl probíhat pouze v jedné rovině. Přítlačná ramena jsou vyrobena z trubky. Trubka má kruhový tvar. Konce trubek jsou stlačeny, čímž se získaly plochy pro vytvoření závitových děr a ploch pro připevnění ramen pomocí závitového spoje k ohýbanému plechu, který je spojen s obráběným vahadlem pomocí šroubu M20. Nakonec byla provedena statická analýza přítlačného ramene, která udává míru jeho prohnutí vlivem působící síly od kotouče a přítlačné síly. Analýza je vytvořena pomocí programu CREO 2.0 Simulation. Je pouze orientační a slouží pro porovnání se stávajícím řešením (obr. 15), kde přítlačná ramena jsou z litiny. Váha tohoto ramene z litiny činí přibližně 3,2 kg.



Obr. 15 - Analýza přítlačných ramen

(zdroj: Vlastní)

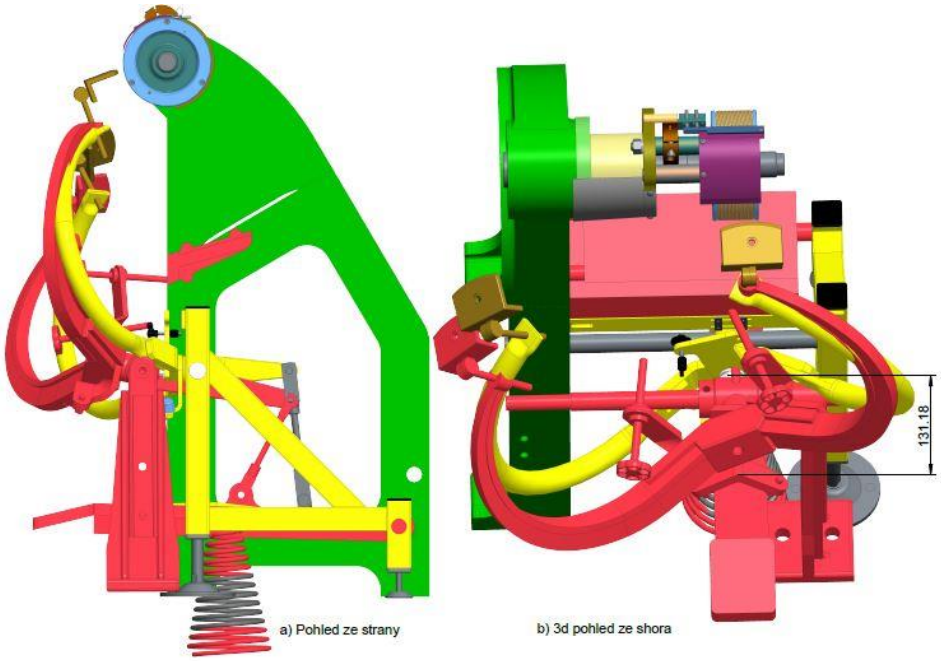
Obr. 15 ukazuje, že z hlediska celkového posunutí došlo u nového ramene k nepatrnému zlepšení oproti ramenu odlévaného z litiny. Váha ramene se tímto řešením snížila o více než 1 kg. Z těchto výpočetních hodnot jako nejvýhodnější byla vybrána ramena o průřezu 32 x 5 mm.

Vahadlo je podobné původnímu stavu, je však obráběné. Nožní pedál s vahadlem je spojen pomocí těhlice skládající se ze dvou vidlicových kloubů Din 71752 a závitové tyče M12.

Mechanismus je opatřen příslušnými dorazy, které slouží k omezení dráhy jednotlivých pohybů. Jsou vyrobeny z ohýbaného plechu se závitovými děrami pro uložení dorazových šroubů a pryžových dorazů. Pryžové dorazy se vyznačují odolností a účinným odpružením a tlumením nárazů. Jsou vhodné k omezení dráhy a k odpružení nárazů.

4.1.1 Zhodnocení varianty A

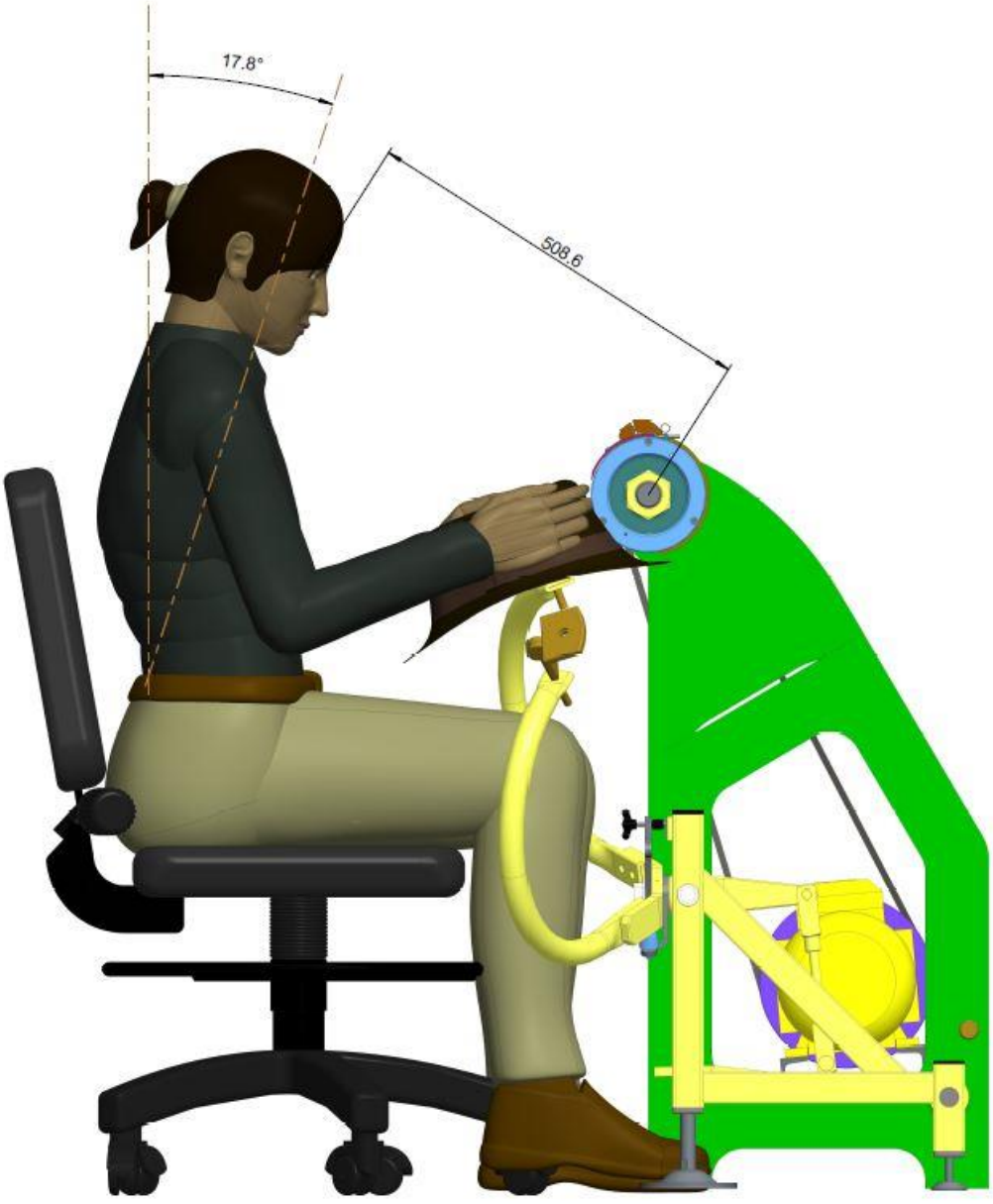
Nový konstrukční návrh je vyroben převážně z obráběných a ohýbaných dílů. Normalizované díly jsou zde použity v menším zastoupení, neboť přítlačný kloubový mechanismus má specifický tvar, pro který se tyto díly nepodařily nalézt. Přítlačná ramena mají podobný tvar jako u stávajícího mechanismu. Výhodou také může být zachování přítlačných hlavic a svěrných spojů, které slouží k zamezení axiálního posuvu po čepu.



Obr. 16 - Srovnání varianta A

(zdroj: Vlastní)

Díky novému konstrukčnímu řešení se docílilo zvýšení pracovního prostoru pro obsluhu, a zároveň se snížil úhel naklonění zad obsluhy při pracovní činnosti přibližně o 14°. Toto zlepšení je dáno posunutím přítlačného mechanismu k zařízení o přibližně 13 cm, tím dojde ke zvýšení komfortu při pracovních procesech. Vytočení ramen má v tomto případě velice podobný tvar jako stávající řešení ve firmě Tonak a. s..

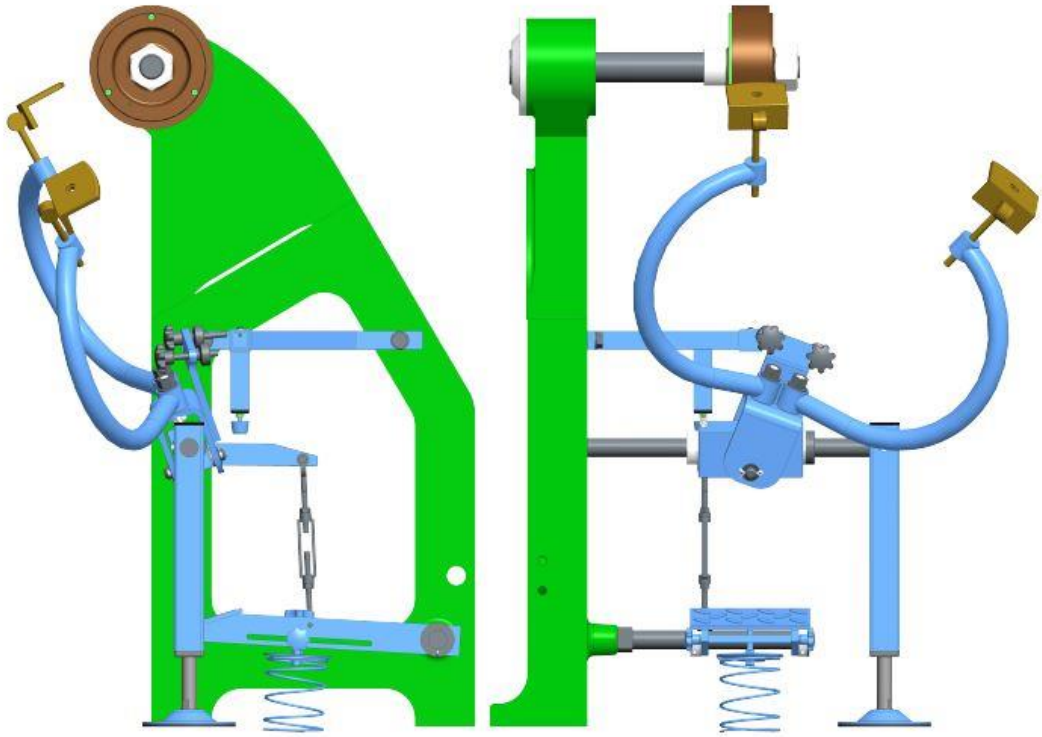


Obr. 17 - Obsluha varianty A

(zdroj: Vlastní)

4.2 Řešení vybraného návrhu, varianta B

Tento návrh spočívá ve stejném zapuštění čepu do rámu stroje stejně jako ve variantě A. Jednotlivé díly, kromě čepů uložených do rámu stroje a jednoho dutého profilu s nastavitelnou nohou, jsou vyrobeny odlišným způsobem. Účelem je opět zvýšení prostoru pro obsluhu, tuhosti ramen a zároveň variability vyklonění úhlu ramen.



Obr. 18 - Konstrukční řešení varianta B

(Zdroj: Vlastní)

Nožní pedál je koncipován jako svařovaný díl z pásových ocelí, které jsou navzájem svařeny. Ve styku nohy s pedálem je použit plech s vystouplým vzorem, čímž se snižuje riziko sklouznutí. Spojen s vahadlem je pomocí napínáku s dvěma vidličkami AN 8339/A4. Pedál je dále opatřen pružinou, jejíž polohu lze upravovat.

Natáčení ramen v radiálním směru je dáno pomocí čtyřhranu, na němž je navařeno vahadlo, které je spojeno pomocí napínáku s nožním pedálem. Čtyřhran je opatřen děrami, které slouží pro uložení na čep v rámu stroje. Dále je opatřen dírou pro čep

sloužící pro přetočení ramen a závitových děr M6, které slouží pro uložení opěrných kamenů, které se používají jako dorazy ramen při výměně.

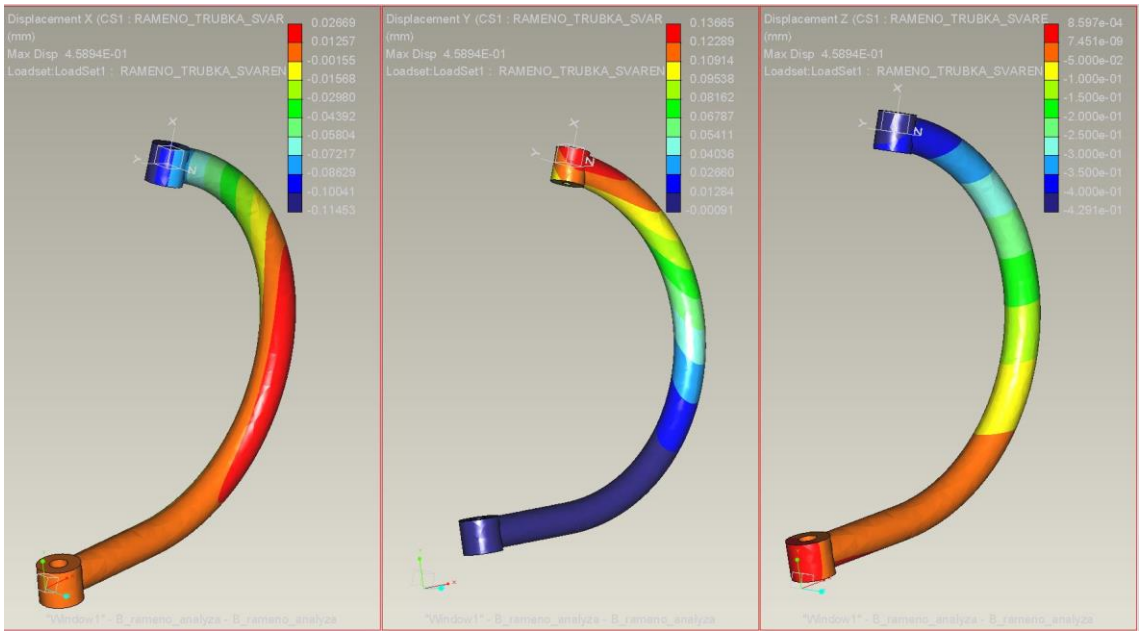
Výměna ramen je dána pomocí ohnutého plechu, ve kterém jsou vyvrtané dvě díry, v nichž je nalisováno kluzné pouzdro. K výměně ramen slouží čep uložený ve čtyřhranu. Horní část je opatřena dvěma děrami, skrz které prochází navařené šrouby, na které přijdou uložit přítlačná ramena. Ohnutý plech má na jedné straně navařen další plech se závitovými děrami pro uložení dorazových šroubů.

Obr. 19 - Natáčecí plech

(zdroj: Vlastní)

Přítlačná ramena jsou vyrobena i v tomto návrhu z trubky, která však má jiný rádius prohnutí a konstrukční zpracování. Celkové rozměry trubek se zmenšily. Konce trubek jsou vyfrézované tak, aby na ně bylo možno navařit válečky. Válečky se závitovými děrami slouží na jednom konci pro připevnění k ohýbanému plechu, na kterém jsou navařeny šrouby M14, staženy jsou pomocí matice M14. Druhý konec slouží pro připevnění přítlačné hlavice. U namodelovaných trubek je měněn průřez ohnuté trubky pro dosažení stejných parametrů jako u stávajícího řešení.

Po dokončení jednotlivých výpočtů a jejich vyhodnocení byla zvolena trubka o průřezu 28 x 4 mm. Její vlastnosti, co se týká zvýšení tuhosti, se dokonce zlepšily jak oproti stávajícímu řešení, tak řešení varianty A. Váha nyní činí pouze 1,5 kg. K původnímu řešení se přiblížilo i vlastní frekvencí. Zlepšení je dáno především změnou poloměru ohybu a rozměrem přítlačných ramen.



Obr. 20 - Statická analýza rameno B

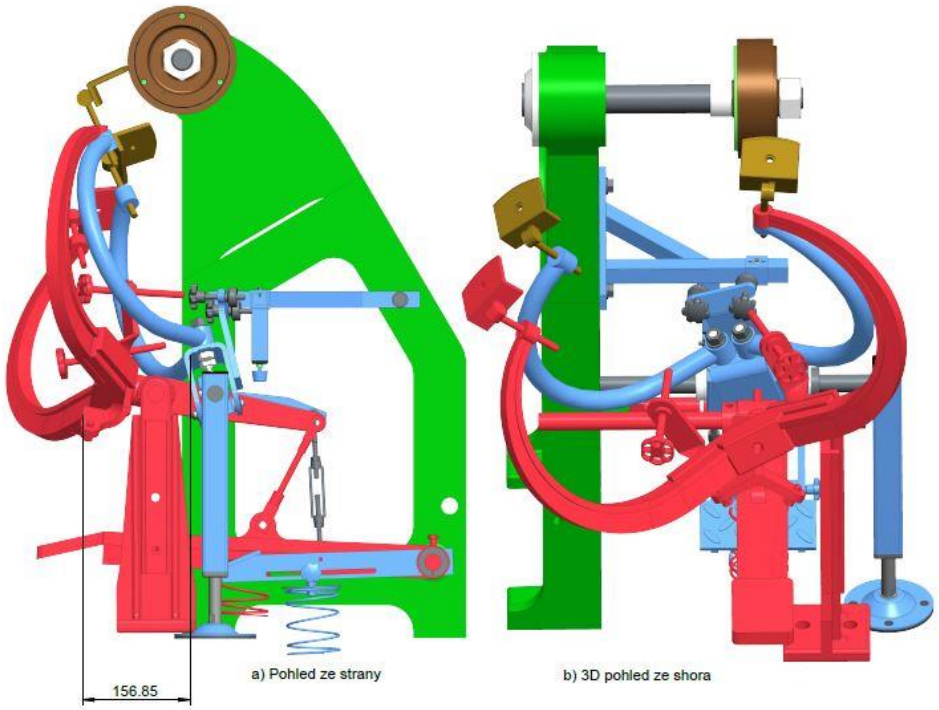
(zdroj: Vlastní)

Mechanismus je opatřen konstrukcí skládající se převážně z dutých profilů, která je připevněna pomocí závitových spojů k rámu stroje. Konstrukce slouží jako doraz pro nastavitelné dorazové šrouby, díky kterým se dosáhne požadované mezery mezi přítlačnou hlavicí a brusným kotoučem a zároveň zabránění přímého styku s kotoučem. Konstrukce je také opatřena tlumícím prvkem sloužícím k zajištění mechanismu v klidové poloze. Zároveň zmírní náraz při prudkém povolení pedálu.

4.2.1 Zhodnocení varianty B

Konstrukční řešení varianty B umožňuje oproti předešlému návrhu nastavit úhel vyosení ramen. Jednotlivé díly jsou vyráběny odlišně. Přítlačná ramena svými vlastnostmi co se týká síly, prohnutí a tlaku převyšují jak stávající řešení, tak řešení varianty A. Na obr. 21 je patrné, že mechanismus byl posunut o přibližně 157 mm.

Hlavní výhodou při tomto řešení je možnost úpravy vyosení ramen a regulace přítlačné síly.

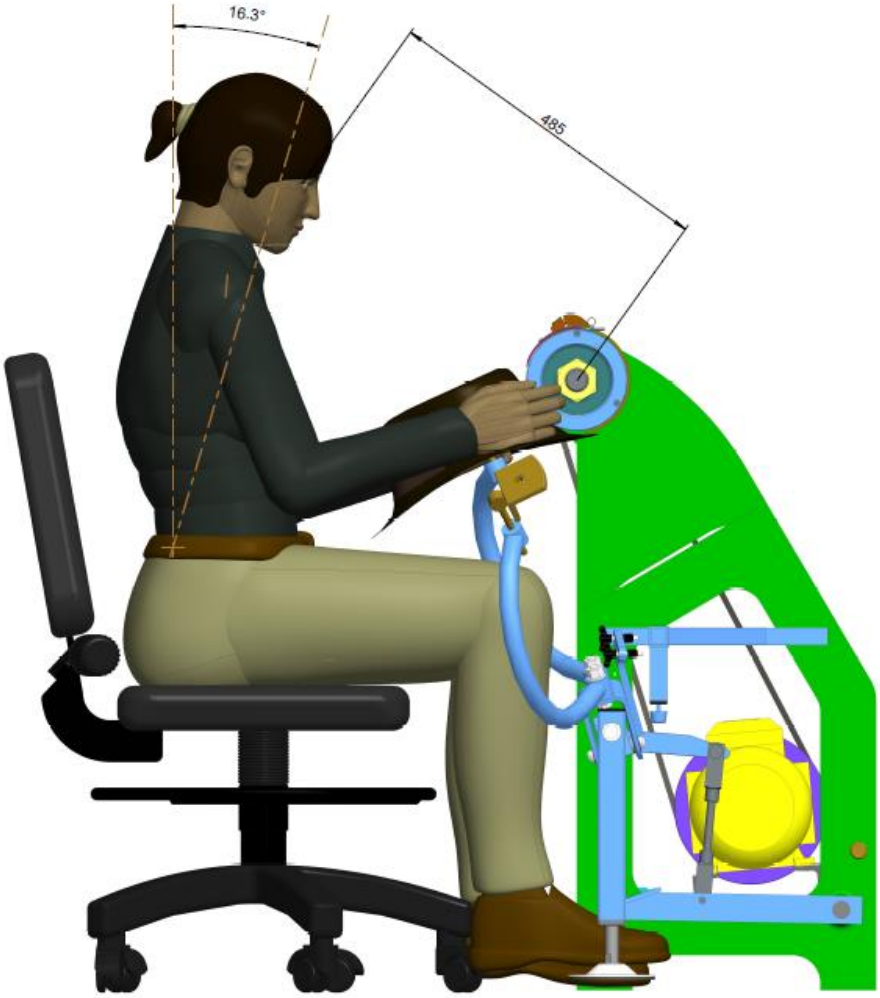


Obr. 21 - Srovnání B

(zdroj: Vlastní)

Novým konstrukčním zpracováním došlo k opětovanému přiblížení obsluhy stejně jako při variantě A (kapitola 5.1.1). Úhel náklonu zad se snížil o 16° (obr. 22), což odpovídá téměř polovičnímu snížení náklonu zad oproti stávajícímu stavu.

Pomocí programu CREO 2.0 Mechanism se mohly také rozpohybovat jednotlivé pohyblivé části přítlačného mechanismu, díky kterému se zjistila potřebná síla vyvozená na nožní pedál, aby došlo k přitlačení kloboučnických polotovarů k brusnému kotouči. Tato síla odpovídá 8 N. Pro zvýšení citlivosti a odporu při sešlápnutí nožního pedálu se opatří mechanismus pružinou. Pružina má také za úkol vracet mechanismus do výchozí polohy.

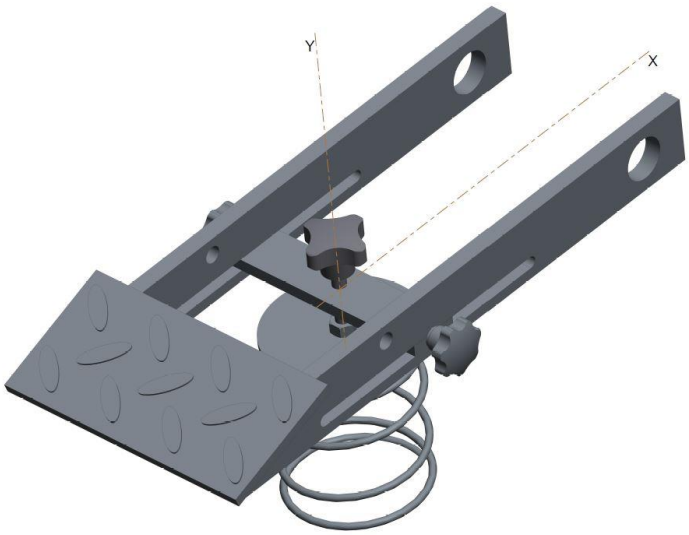


Obr. 22 - Obsluha zařízení B

(zdroj: Vlastní)

4.3 Pružina

Přítlačný mechanismus je vhodné opatřit pružinou, která slouží zejména pro vrácení mechanismu do polohy před započetím procesu výroby. Dále by mohla mít vliv na zvýšení citlivosti přítlačné síly. Tuto citlivost lze velice obtížně zhodnotit, neboť se na zařízení provádí více operací, pro které existují různé rozměry kotoučů. Z tohoto důvodu se nožní pedál opatřil mechanismem umožňujícím upravovat polohu pružiny ve směru X, a také stlačení pružiny v ose Y. Pro zajištění nastavené polohy slouží hvězdicové ovládací matice.



Obr. 23 - Nožní pedál

(zdroj: Vlastní)

4.3.1 Volba pružiny

Pro volbu pružiny se využil software CREO 2.0 Mechanism, kde se postupnými simulacemi zkoumaly jednotlivé pružiny od výrobce Vanel Luxemburk. Hlavními aspekty pro výběr pružiny byla volná délka a tuhost, která vycházela ze stávající zkušenosti. Tuhost pružiny je 2,682 N/mm Pomocí těchto parametrů se pak dále vybíraly další parametry.

Katalogové označení zvolené pružiny je C.780.400.1000.A. Tato pružina se dále simulovala, aby se zjistilo, jaký je rozsah minimální potřebné síly vyvozené na nožní pedál pro přitlačení hlavice ke kotouči. Z toho vyplynulo, že v závislosti na nastavené poloze pružiny se může minimální síla potřebná k přitlačení nastavit v rozsahu 15 až 70 N.

5 Výsledky a diskuse

Tato kapitola se zabývá výsledky, srovnáním a diskusí návrhů konstrukčního zlepšení přítlačného kloubového mechanismu s ohledem na jeho použití ve firmě TONAK a. s..

5.1 Srovnaní návrhů variant A a B

Konstrukční řešení obou variant vycházelo ze stávajícího řešení přítlačného mechanismu používaného ve firmě TONAK a. s.. Oba tyto návrhy jsou posunuty o stejnou vzdálenost do rámu stroje a jsou vyrobeny převážně z obráběných a ohýbaných dílů. Snahou bylo zachovat stávající pracovní postupy při zvýšení pohodlnosti pro obsluhu. Jednotlivé varianty se od sebe liší v konstrukčním zpracování a uspořádání jednotlivých dílů. Výrobní náklady obrábění obou variant by se lišily v nepatrných částkách. Výhody a nevýhody jednotlivých variant jsou shrnuty v Tab. 2.

Tab. 2 - Srovnaní variant A - B

Název	Kritérium	Varianta A	Varianta B	Plus / Mínus	
				A	B
Přítlačná ramena	Průhyb	$5{,}29 \cdot 10^{-1}$ mm	$4{,}59 \cdot 10^{-1}$ mm	-	+
	Počet výrobních dílů	1	3	+	-
	Možnost nastavení	NE	ANO	-	+
	Vlastní frekvence	70 Hz	90 Hz	-	+
	Napětí při působení sil na ramena	58,65 MPa	18,74 MPa	-	+
Vahadlo	Počet dílů	1	2	+	-
	Výrobní náročnost	Soustružení, frézování, vrtání	Frézování, vrtání, svařování	Xx	xx
	Možnost nastavení	ANO	ANO	+	+
Dorazy	Počet výrobních dílů	5	3	-	+
	Možnost nastavení	ANO	ANO	+	+
Nožní pedál	Počet výrobních dílů	3	4	+	-
	Možnost nastavení	NE	ANO	-	+
Obsluha	Náklon zad	17, 8°	16, 3°	-	+
	Posunutí pracovního prostoru	131, 2 mm	156, 9 mm	-	+

(zdroj: Vlastní)

Hlavním kritériem vybraného řešení je variabilnost nastavení přítlačného mechanismu. Tomuto kritériu odpovídá varianta B. Z tabulky 2 je pak patrné, že i pro ostatní kritéria bude výhodnější řešení varianty B. Ta je v následující kapitole srovnána se stávajícím řešením a je k ní zpracována výkresová dokumentace.

5.2 Srovnání stávajícího stavu s novým řešením

V současné době se k povrchové úpravě klobouků ve firmě TONAK a. s.. na tzv. dřecím zařízení používá přítlačný kloubový mechanismus z litinové odlévané konstrukce (viz kapitola 3). To však neznamená, že by se u takto používaného přítlačného mechanismu jednalo o optimální řešení. Pro udržitelnost pracovního procesu je zapotřebí přítlačný mechanismus optimalizovat. Proto jsem vytvořil návrh, jak konstrukčně zlepšit přítlačný mechanismus s ohledem na zachování pracovního postupu s minimálními investicemi. Základem jsou stávající rám a vodicí čepy, které budou upraveny tak, aby se mohly připevnit do rámu dřecího zařízení.

Výhody:

- zvýšení pohodlnosti pro obsluhu,
- možnost nastavení úhlů vyosení ramen,
- možnost regulace síly nožního pedálu.

Nevýhody:

- investice.

6 Závěr

Předmětem této bakalářské práce byla optimalizace přítlačného kloubového mechanismu drásacího zařízení používaného ve firmě TONAK a. s..

Úvod práce popisuje dřecí zařízení a sled operací na něm vykonávaných, které slouží pro pochopení principu stávajícího konstrukčního řešení přítlačného mechanismu.

Teoretická část práce se zaobírala teorií mechanismů, které se ve velké míře používají u textilních strojů. Tato část práce také věnovala pozornost důkladnému rozboru a problematice přítlačného kloubového mechanismu.

Praktická část práce slouží k návrhu a následnému konstrukčnímu řešení přítlačného kloubového mechanismu. Nejprve byly navrženy 3 konstrukční návrhy, z nichž jako nejvýhodnější bylo vybráno řešení, kdy se přítlačný mechanismus posune do rámu stroje. Tento návrh se následně rozdělil na dvě varianty A a B. Varianta A je konstrukčně zpracována podobně současnému mechanismu, jednotlivé díly jsou však obráběné a ohýbané. Mechanismus je dále opatřen rámem. Omezení variabilního nastavení však vedlo k vytvoření druhé varianty. Varianta B je konstrukčně uspořádána odlišným způsobem, jednotlivé díly jsou opět převážně ohýbané a obráběné. Konstrukce z dutých profilů je nyní připevněna k rámu stroje. Přítlačná ramena mají možnost regulace úhlu vyosení. Díky nožnímu pedálu lze měnit odpor proti síle potřebné k přitlačení.

Za výhodnější návrh byla vybrána varianta B, která byla následně zpracována a byla k ní vytvořena výkresová dokumentace. Návrh varianty A je zcela určitě také realizovatelný, ač už samostatně nebo v kombinaci s variantou B, ze které by bylo výhodné využít konstrukci sloužící pro dorazy.

Seznam použitých zdrojů:

[1] KOSLA, A. – ŠMÍD, Z.: Technologie výroby kloboučnických plstí, Vlnařský průmysl, Generální ředitelství, Brno 1985, s 202 - 214

[2] BRADSKÝ, Z. – JÁČ, V – VRZALA, R.: Mechanika II. Kinematika, Technická univerzita v Liberci, Liberec 2001, s 100 – 108. ISBN 80-7083-478-1

[3] CHARVÁT, J. – Teorie mechanismu, Fakulta strojní, Liberec 1970, s 283

[4] BRÁT, V. – JÁČ, V. – ROSENBERG, J.: Kinematika, SNTL/ALFA, Praha 1987, s 131. ISBN 04-224-87

[5] LÁŠEK, J. – Systém řízení motocyklu s použitím čtyřkloubového mechanismu (Diplomová práce s. 13-16), Fakulta strojní, Plzeň 2014, [online] URL: < https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/handle/11025/13572/DP_Jan_Lasek_S11N0066P_2014.pdf?sequence=1>, [cit. 6. 4. 2016]

[6] Městský soud v Praze – Právní předpisy, příloha č. [online] URL: < http://www.pravnipredpisy.cz/predpisy/ZAKONY/2001/178001/Sb_178001_------_.php#P%C5%98%C3%8DLOHA%20%C4%8C.%206> [cit. 16. 1. 2016]

[7] [online] URL:http://www.fs.vsb.cz/export/sites/fs/330/.content/files/Aplikovana_mechanika_08_prednaska.pdf, [cit. 20. 5.2016]

[8] Manual CREO 2.0

[9] VÁVRA, P – Strojnické tabulky, Albra 2006. ISBN 978-80-7361-081-4

[10] VRZALA, R. – PETRÍKOVA, I. – Mechanika I, Technická univerzita v Liberci, Liberec 2009. ISBN 978-80-73-73-570-9

[11] EGERT, J – Konstrukce dřecího válce a bezpečnostního zařízení, (Bakalářská práce), Liberec 2012

Seznam příloh

CD – Rom

Výkresová dokumentace