

Stredná priemyselná škola technická
Hviezdoslavova 6, 052 01 Spišská Nová Ves

LEŠTIACI STROJ S PLYNNULOU REGULÁCIOU OTÁČOK

Spišská Nová Ves
2023

Marián Jančura

LEŠTIACI STROJ S PLYNULOU ZMENOU OTÁČOK KOTÚČA

ÚVOD

Renovácia automobilov a motocyklov je činnosť, pri ktorej sa snažia skupiny nadšencov alebo jednotlivcov priviesť do stavu veľmi blízkeho aký mal v čase výroby.

Amatérskym spôsobom sa podľa štatistík renovuje približne 50% aut a motocyklov. K renovácii je potrebná primeraná zručnosť, strojné a nástrojové vybavenie a schopnosť zabezpečiť si dostatok technických informácií, fotodokumentácie, náhradných dielov a pod. . . Jedno z technológií pri renovácii je aj leštenie povrchu súčiastok. Je to operácia buď ako príprava povrchu pred pokovovaním ako je chrómovanie, niklovanie, striebrenie alebo konečná úprava povrchu ako ju vykonával výrobca. Väčšinou sa lešia dielce z farebných kovov ako hliník, bronz, mosadz používané v interiéri a exteriéri. Starý otec je renovátor historických automobilov a motocyklov a pomáham mu v tejto oblasti. S leštením súčiastok máme približne 2 ročné skúsenosti a preto sme si stanovili za cieľ navrhnuť a aj skonštruovať leštičku, ktorá bude umožňovať meniť zmenou otáčok motora obvodovú rýchlosť kotúča ako hlavného parametru, ktorý má najväčší vplyv na akosť leštenej plochy.

Správna obvodová rýchlosť je najdôležitejší technický faktor, ktorý ovplyvňuje výslednú kvalitu leštenia. Literatúra doporučuje mať pre hrubé leštenie obvodovú rýchlosť 36 ± 2 m/sec pre jemné leštenie 16 až 24 m/sec na povrchu kotúča, čistenie sisalovým kotúčom 12 až 14 m/sec. . Pre kotúč $\Phi 200$ mm, ktorý sme vybrali ako optimálny pre jednotlivé spôsoby leštenia vychádzajú otáčky kotúča nasledovne :

Pre 34 m/sec = 3250 ot/min

Pre rýchlosť 16m/sec =1528 ot/min

Pre 20 m/sec = 1910 ot/min

Pre 12 m/sec = 1140 ot/min

Regulácia by mala zabezpečiť rozsah otáčok vretena od 1100 do 3500 ot/min.

Reguláciu otáčok je možné eliminovať aj vplyvom zmenenia Φ kotúča opotrebením.

Nemalý vplyv na dosahované výsledky má aj zručnosť obsluhy.

Obsluhovať leštiaci stroj si vyžaduje mať skúsenosti minimálne z obsluhou ručného náradia s rotujúcim kotúčom, dvojkotúčovej brúsky a podobne. V každom prípade by mala obsluha začínať pod dohľadom skúseného pracovníka. Zručnosť obsluhy má výrazný vplyv na dobu leštenia a kvalitu leštenej plochy. Zručnosť znamená tiež správnu voľbu otáčok, výber kotúča a pasty. Ovládať najmä silu prítlaku na povrchu kotúča, intervaly nanášania pasty a čistenie povrchu kotúča a zmeny smeru leštenia. Medzi základné povinnosti obsluhy patria tiež dodržiavanie bezpečnej práce. Z osobnej skúsenosti vieme, že po niekoľko hodinovej práci zručnosť výrazne narastá.

KONŠTRUKCIA STROJA

Leštiaci stroj, ktorý svojou konštrukciou prekoná nedostatky jednoduchých amatérskych „leštičiek“. Optimalizuje technologické parametre a zabezpečí bezpečnú prácu. Cieľom je z jednotlivých dielcov (vyrobených alebo nakúpených) skompletizovať plne funkčný leštiaci stroj.

STOJAN

Teleso stojana sme získali výmenou za kovový odpad v kovozbere. Je zváraný z profilu L 40x40 a plechu. Pretože jeho stabilita je nedostatočná rozšírili sme podstavu o navarené pätky, ktoré sú vyrobené rezaním, obrúsením a vŕtaním (v prílohe prikladám výkres). Pätky sú privarené z vnútornej strany nôh a opatrené gumovými kotúčmi. Stojan má na vrchnej časti upevnenú konzolu motora a zo strany obsluhy ovládací panel, na ktorom je frekvenčný menič a rozvážacia skrinka. K upevneniu ovládacieho panelu sme do nôh stojanu narezali 4x závit M6. Pre upevnenie konzoly motora sme navŕtali do hornej dosky 2x otvor Φ 8,5 a otvor Φ 12 pre prechod elektroinštalácie. Zo stojanu sme obrúsili pôvodný náter. Náter sme obnovili nasledovne :

- obrúsenie
- náter odhrdzovačom
- základný nástreč (1x)
- vrchný nástreč (1x)

K nástreku bola použitá akrylová farba v spreji. Tento náterový systém použijeme na všetky oceľové dielce.





KONZOLA A ELEKTROMOTORA

Konzola motora je zvarenec, na ktorom je upevnená príruha motora. Určenie hrúbok plechu, ktoré sa zdá predimenzované je z dôvodu, aby konzola pohltila vibrácie kotúča. Spodná doska je z plechu hrúbky 20 mm a príruha motora z plechu hrúbky 10 mm. Obidve časti boli vypálené laserom podľa návrhu vo výkresoch a zvárané zvarmi. Pred zvarením sme do príruhy vyvrtali 3 otvory $\Phi 10$ pre upevnenie motora a v spodnej doske 2x $\Phi 8.5$ a 1x $\Phi 12$ pre prechod elektro prívodu k motoru k motoru pre farebnú úpravu sme zvolili ten istý odtieň sivej farby ako u stojanu.

Elektromotor sme získali ako protihodnotu za odovzdaný hliníkový odpad v kovozbere. Zaujal nás tvar a prevedenie, ktorým sa odlišoval od všetkých motorov, ktoré tam boli. Bol odlišný v tom, že hriadeľ motora prečnievala z obidvoch strán aj upevňovacia príruha bola odlišná. Výhodou bolo aj to, že predná hriadeľ je predĺžená a na druhom konci bolo možné upnúť vrtáčkové sklúčovadlo pre stopkové nástroje v rozsahu upínacieho priemeru 1-10 mm. Motor nemal štítok, podľa el. prívodu bolo jasné, že je jednofázový. Navštívili sme opravovňu el. spotrebičov, kde nám opravár povedal, že je motor z odstredivky. Po pripojení na sieť 230V 50Hz sa motor roztočil. Výkon motora sme zistili z databázy výrobkov spoločnosti Romo Fulnek (výroba pračiek Mini Romo, z ktorej je motor). Výkon motora je 400W čo pre leštiaci stroj vyhovuje.

Základne údaje o motore :

- motor je asynchrónny a jednofázový
- napájacie napätie 230V 50Hz
- výkon 400W
- ľavotočivý
- rozbeh cez rozbehový kondenzátor s kapacitou 8 μ F
- predná predĺžená hriadeľ má dĺžku 120 mm a je ukončená závitom M12x1.5 pravy závit

- predĺžená hriadeľ zadná $l=45\text{mm}$ $\Phi 16$

Tieto údaje budú použité pri návrhu elektro sústavy a výbere frekvenčného meniča. Povrchová úprava bude iba očistenie motora od nečistôt a vyčistenie statorového vypnutia cez chladiace otvory.



FREKVENČNÝ MENIČ

Frekvenčný menič je zariadenie, ktoré v našom leštiacom stroji zabezpečí optimálnu obvodovú rýchlosť pre jednotlivé spôsoby leštenia a druhy lešteného materiálu. Zmenou frekvencie vieme konštrukčné otáčky motora znižovať a zvyšovať.

Motor, ktorý použijeme v leštičke má konštrukčné otáčky :

1500 ot/min

Túto hodnotu na použitom motore sme overili aj priložením otáčkomerom.

Na základe zmeny frekvencie vstupného prúdu sa menia otáčky motora. Pre jednotlivé frekvencie budú otáčky motora nasledujúce :

Frekv. Hz	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Otáčk y/min	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	3300

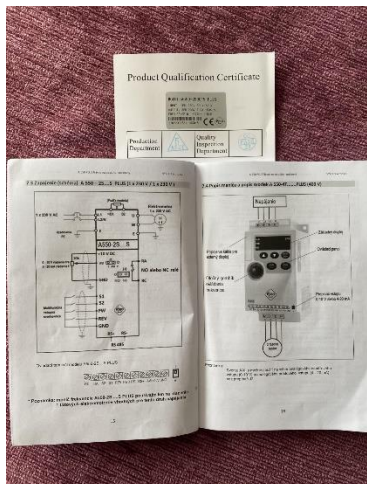
- rozsah otáčok, ktorý budeme využívať

Výber typu meniča sme upriamili na menič s jednofázovým vstupom a jednofázovým výstupom. Voľba padla na výrobok spoločnosti Vybo electric s.r.o zo sídlom v Spišskej Novej Vsi. Bol to typ Mini V 310-SP-0075 pre výkon 0,75kW. Pri druhej konzultácii priamo vo firme nám ponúkli lepšie riešenie. Ponúkli nám menič typu A550-2S-0015 PLUS, ktorý je určený pre reguláciu jednofázových tak aj trojfázových motorov do výkonu 1,5 kW. Má oveľa väčší rozsah programovateľných parametrov ako je čas rozbehu brzdenia, reverz, zmenu frekvencie za chodu, čo umožňuje aj korekciu otáčok.

Súčasťou meniča je detailný manuál v slovenskom jazyku, vrátane schém zapojenia, programovania a pod. .

Vytýpovaný menič má tieto parametre :

- vstupné napätie 1 fázové 230V 50Hz
- výstupné napätie 3 fázové 230 7A
- preťažiteľnosť 150% po dobu 60sek.
- regulačný rozsah frekvencie 1-999 Hz
- regulovaný výkon u 3 fáz. motora 1,5kW
- regulovaný výkon u 1 fáz. motora 0,5kW



ODSÁVACÍ VENTILÁTOR

Pri leštení vzniká prach. Tvorí ho zmes obrusu z materiálu, pasty a vlákna z kotúča. Ak sa leští je potrebné ho odsávať, ideálne je však leštiť vo väčších priestoroch alebo pod prístreškom. Rozhodli sme sa pre ventilátor s väčším výkonom a jednoduchším upevnením. Je to ventilátor s radiálnym lopatkovým kolesom priemeru 110mm . Elektromotor je napájaný napätím 230V, motor má príkon 39W a 3000 ot/min. Výstupné hrdlo má priemer 60mm. Ventilátor je výrobok talianskej firmy Fime. Množstvo odsátého vzduchu sa nám nepodarilo zistiť tak, že na strane výduchu sme pripevnili plastové vreco o objeme 50 litrov, prepočtom času sme zistili, že ventilátor odsáva cca 6 m³ . Ventilátor je na sacej strane opatrený plastovým 90° kolenom Φ 100mm. Na strane výstupného hrdla je flexibilná hadica. Pri pevnom zabudovaní bude hrdlo ukončené nad hladinou vody v nádobe, podobne ako to je u dvojkotúčových brúskach. Na ventilátor sme upevnili plechovú prírubu z hliníkového plechu 1,5mm. Ku konzole motora je prírubu upevnená skrutkou, ktorá drží el. motor. Ventilátor má samostatný vypínač.



ELEKTRICKÁ VÝBAVA

El. výbava sa skladá z :

- 1) Motor pohonu kotúča
- 2) Motor ventilátora
- 3) Frekvenčný menič
- 4) Rozvodová krabica a káblové prepojenia

Časti el. výbavy č.1,2,3 sú už detailne popísané. Vzhľadom k tomu, že elektrickú sústavu zapájať iba pracovník odborne spôsobilý podľa paragrafu 21 až 24 vyhlášky 508 z roku 2009. Vykonali sme pre zapojenie iba prípravné práce. Rozvodová krabica od firmy ABB má rozmery 120x160x60 a krytie IP65. Je v nej realizované prepojenie jednotlivých častí sústavy podľa schémy, ktorej autorom je pracovník, ktorý prepojenia aj realizoval.

Ako prípravu sme do krabice vyhotovili 15 otvorov 2x $\Phi 4$ pre upevnenie rozvodovej lišty v zadnej stene

4x $\Phi 5,5$ pre upevnenie krabice k panelu k zadnej stene

2+2 $\Phi 12,5$ pre montáž káblových priechodiek pri hornej a spodnej stene

2x $\Phi 4,5$ a 1x otvor 40x40 vo veku pre hlavný vypínač

1x otvor $\Phi 22$ vo veku pre stop tlačidlo

1x otvor $\Phi 12$ pre upevnenie vypínača ventilátora

Otvory od $\Phi 12$ sme vrtali stromčekovým vrtákom. Pre otvor 40x40 sme v rohoch predvrtali otvory a vyrezali lupienkovou pílkou. Takto upevnenú krabicu spolu s frekvenčným meničom sme upevnili na plechový panel. Vnútorne prepojenia sa robili mimo stojanu. Pre prepojenie boli použité vodiče prierezu 1,5 mm². Zemniace vodiče boli vyvedené na zadnú časť panelu, čím vzniklo dokonalé prepojenie všetkých častí leštiaceho stroja. Prívodný kábel má dĺžku 3 metre a je trojžilový priemeru 3x1mm. Po zapojení a odskúšaní bola vykonaná revízia elektrickej sústavy.

MONTÁŽ STROJA

Frekvenčný menič sme upevnili do zvláštnej skrinky. Priehľadné dvierka chránia ovládanie displeja pred prachom a znečistením. Montáž stroja nebola zložitá, pretože jednotlivé časti boli predmontované. Na pätky stojanu sme priskrutkovali 4 gumené

kotúče (hokejové puky) samoreznými skrutkami $\Phi 5/35$. Na vrchnú plochu stojanu sme upevnili konzolu motora pomocou 2x skrutka M8/40. Do otvoru konzoly sme troma skrutkami M8x30 upevnili prírubu motora. Všetky matice M8 sú samozaistiteľné. Na jednu zo skrutiek sme upevnili držiak ventilátora. Potom sme upevnili ovládací panel. Nasledovalo zapojenie elektro sústavy. Odskúšala sa funkcia jednotlivých vypínačov a nasledovala najdôležitejšia časť a to programovanie frekvenčného meniča. Podľa manuálu pre frekvenčný menič A550-2S0015 PLUS musíme pre náš motor naprogramovať 8 parametrov. Programovanie je prostredníctvom parametrov „P“. Na základe vedomostí získaných počas štúdia na SPŠT a detailného manuálu som nastavenie meniča zvládol bez problémov.

1. Ako prvý sme programovali parameter P101 – zvolili sme z 8 možností tretiu možnosť a to je ovládanie zmeny frekvencie potenciometrom na klávesnici.
2. Programovali sme parameter P105 - maximálna frekvencia 110 Hz.
3. Parameter 107 - doba zrýchlenia 15 sek. ,
4. Parameter 108 - doba spomalenia 10 sek. ,
5. Parameter 109 - napätie motora 230 V,
6. Parameter 210 - prúd odberaný motorom 2 A,
7. Parameter 212 - 4 pólový motor,
8. Parameter 215 - menovitá frekvencia motora 50 Hz,
9. Aby nedošlo za chodu k povoľovaniu kotúča naprogramovali sme ľavý chod,

Po uložení údajov stroj bol po zapnutí plne funkčný. Ovládanie je veľmi jednoduché, po zapnutí hlavného vypínača sa zapne tlačidlo ŠTART (I) na meniči a otáčaním potenciometra sa nastaví žiadaná frekvencia.



ZÁVER PRÁCE

Náš zámer zmontovať leštiaci stroj z dostupných častí sa vydaril. Testovali sme jeho funkčnosť v dvoch režimoch a to bez leštiaceho kotúča a kotúčom $\Phi 200/20/16$. Bez kotúča stroj nabieha na max. otáčky 3300 ot/min plynule bez akýchkoľvek vibrácií. Hladina hluku sa mierne zvyšuje. V druhom režime, pri skúške s kotúčom je pri dosiahnutí 2500 ot/min cítiť jemné vibrácie. Na základe skúseností sa domnievame, že po čiastočnom opotrebení kotúča vibrácie zaniknú. Motor je tichý vo všetkých režimoch, skôr sa jedná o akustický hluk. Pri programovaní meniča sme zvolili reguláciu otáčok na paneli meniča. Voľba bolo správna. Frekvenciu je možné meniť plynule aj počas chodu. Motor citlivo reaguje na každú zmenu. Predĺžená hriadeľ umožňuje dobrý prístup k hranám kotúča, čo je veľmi dôležité pri leštení ohybov. Výkon motora 400W je postačujúci. Prínosom pre obsluhu leštiaceho stroja je aj odsávanie prachu. Nepodarilo sa nám získať údaje o sacom výkone, ale vykonali sme skúšku tak, že na výtlačnú stranu sme upevnili polyetylénové vrece o objeme 50 litrov. Vreca sa naplnilo za 30 sekúnd. V prepočte by to bolo 6 m³/hod. Sací výkon by mohol byť postačujúci. Dôležitejšia bude poloha sacieho otvoru, ktorú zmeniť umožňuje jednoduchý spôsob upevnenia ventilátora. Ventilátor nie je zapojený do obvodu frekvenčného meniča.

Celkové náklady na realizáciu dosiahli približne 185 EUR. Najväčšou položkou, ktorá stála 126 EUR bol frekvenčný menič, čo je cca 70% nákladov. Výpalky na konzolu motora stáli 24 EUR. Zbytok tvorili náklady na elektrickú výbavu, spreje, spojovací materiál a plasty na úpravu ventilátora. Dvojkotúčové stolové leštičky porovnateľného výkonu stoja od 200 do 300 EUR. Dvojkotúčové stojanové leštiace stroje (bez regulácie otáčok) sú ponúkané za cca 6000 EUR. Do nákladov sme nezarátavali cenu práce. Na stroji sme odpracovali približne 22 hodín. Zváranie a elektro montáž nám vykonali odborníci. Najviac hodín sme odpracovali na brúsení povrchu, vŕtaní otvorov, rezaní závitov a striekaní farby. Investíciu považujeme za primeranú a opodstatnenú, pretože získané skúsenosti sú neoceniteľné.