

Analiză tehnico-economică privind utilizarea de mașini combinate de rectificare exterioară (multi-broșă) pe liniile Arbore Primar și Arbore secundar și utilizarea de pietre de rectificat galvanice/sybian

Student: OCHEA Alexandru-Constantin

Conducător științific: Prof.univ.dr.ing. Tom SAVU

REZUMAT: În companie, în perioada stagiului de practică s-a avut în vedere creșterea capacității de producție de la 10.000 piese/saptamană la 12.000 piese/saptamană. Astfel, pentru realizarea acestui obiectiv, pe linia de uzinaj arbore primar și arbore secundar au fost întâmpinate anumite probleme: spațiu insuficient și încadrarea într-un buget restrâns. Pentru realizarea acestor obiective, s-a găsit soluția de a achiziționa mașini de rectificat combinate, sculele utilizate fiind pietre de rectificat galvanice sau sybian.

CUVINTE CHEIE: mașină de rectificat combinată, piatră de rectificat galvanică;

1 INTRODUCERE

În perioada stagiului s-a efectuat un proces amplu de modernizare, dar și de mărire a capacității de producție de la 10.000 de piese, la 12.000 de piese/saptamană. Pentru aceasta, în întreaga uzina s-au implantat roboți industriali și mașini noi.

Alături de o echipă, am avut obiectivul de a introduce mașini de rectificat în secția de cutii de viteze, pe liniile de uzinaj arbore primar și arbore secundar în vederea creșterii de capacitate anterior menționate.

S-au analizat costurile necesare pentru realizarea acestui obiectiv, o comparație între alegerea mașinilor de rectificat clasice și mașinile de rectificat combinate, încadrarea în timpul takt de producție și optimizarea spațiului de lucru.

Pentru aceasta, s-a analizat întreg procesul de producție pentru realizarea arborelui principal și arborelui secundar, pornind de la semifabricat și ajungând la piesa finită.

2 STADIUL ACTUAL

În momentul efectuării stagiului de practică, a fost refăcut întreg planul de poziționare a mașinilor unelte din hala respectivă. Astfel, a fost ales și locul de poziționare a noilor mașini de rectificat exterior combinate. Mașinile au fost recepționate, iar inginerii, împreună cu furnizorii așezau mașinile pe poziții și încercau să demareze procesul. Au apărut numeroase probleme, unele cerințe referitoare la calitatea pieselor rezultate nefiind îndeplinite: abatere de la bătaia radială prea mare. În momentul încheierii stagiului de practică, aceasta problema nu a fost rezolvată.

De asemenea, mașinile au fost puse pe poziții, au fost pornite, dar nu a fost demarat noul proiect de realizare a celor 12.000 de piese/saptamana.

2.1 PROCESUL TEHNOLOGIC DE REALIZARE AL ARBORELUI SECUNDAR

În fig 2.1 este reprezentat semifabricatul obținut prin matrițare, iar în fig 2.2 este reprezentat produsul finit.



Fig 2.1 Semifabricat



Fig 2.2 Piesa finita

Astfel, pentru obținerea piesei finite, semifabricatul trece prin numeroase operații, după cum urmează: frezare capete și amborare, strunjire de degrosare, strunjire de finisare, control 100%, frezare dantură, sanfrenare+șevăruire, rulare caneluri, găurire axială și găuri de ungere, spălare-uscare+carbonitrurare, călire în ulei, spălare, sablare, redresare, rectificare, fosfatizare, rectificare port-rulment și față, rectificare caneluri și față de așezare butuc, debavurare interioară, spălare, uscure și control șoc.

3. MASINI DE RECTIFICAT NOI PE LINIA DE ARBORE PRIMAR ȘI ARBORE SECUNDAR

Pentru operațiile de rectificare arbore primar și arbore secundar, există 7 mașini de rectificat clasice TACCHELA, care utilizează ca scule, pietre de rectificat convenționale. Aceste mașini asigură producția a 10.000 piese/sa

ptamană.

Pentru mărirea capacității de producție la 12.000 piese/saptamană se implantează în linii o mașină de rectificat clasică și 3 mașini de rectificat combinate DANOBAT, care utilizează ca scule, pietre de rectificat sybian.

Astfel, în figurile 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 se reprezintă toate modificările aduse liniei în ceea ce privește implantarea mașinilor de rectificat noi.

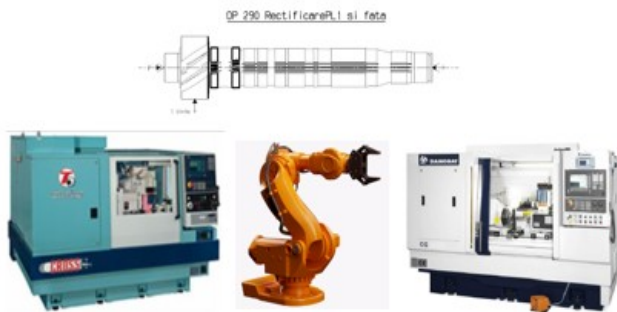


Fig 3.1

Pe linia de arbore secundar, alături de mașina deja existentă, Tacchela, este implantată o altă mașină de rectificat Danobat, aceasta utilizând o piatră de rectificat convențională. Cele 2 mașini de rectificat vor fi deservite de un robot. Până în momentul respectiv, mașina existentă era deservită de un operator.(fig 3.1)

Tot pe linia de arbore secundar, operațiile 360 și 370 se executau pe 2 mașini de rectificat diferite. Pentru mărirea capacității la 12.000 de piese/saptamană, s-a ales opțiunea achiziționării unei mașini de rectificat combinate, care să execute ambele operații. Timpul de ciclu pe mașina de rectificat combinată este de 1,25 s, timp suficient pentru creșterea de capacitate cu 2000 de piese/saptamană. Timpul de ciclu pentru mașinile de rectificat existente este de 0,629.

Mașinile Tacchela vor fi deservite în continuare de un robot. În schimb, mașina de rectificat combinată va fi deservită de un operator. Acest operator va deservi și alte mașini unelte existente în linie.

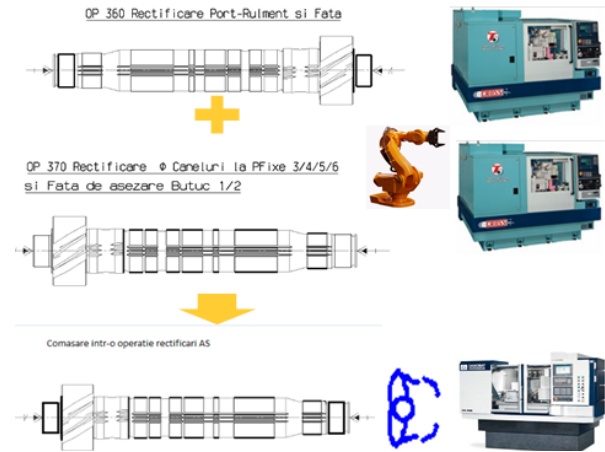


Fig 3.2

În ceea ce privește linia de arbore primar, alături de 4 mașini de rectificat clasice, sunt aduse 2 mașini de rectificat combinate Danobat.(fig 3.3, fig 3.4)

Acestea vor fi deservite de către un operator. Timpul de ciclu pentru prelucrarea de rectificare pe mașinile noi este de 1,24, respectiv 1,4 față de 0,724, respectiv 0,688. Deși este diminuat semnificativ, este un timp potrivit pentru diferența de 2000 de piese/saptamană care trebuie asigurată.

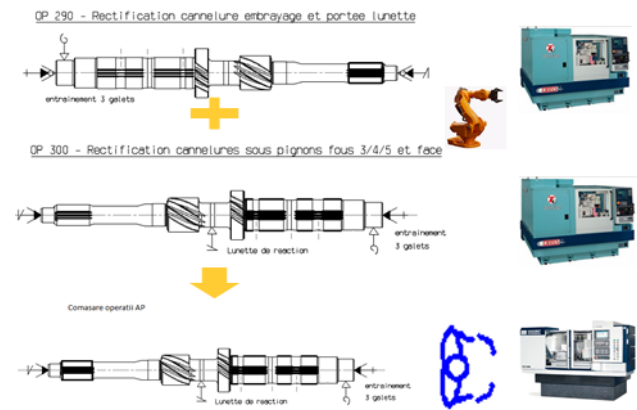


Fig 4.3

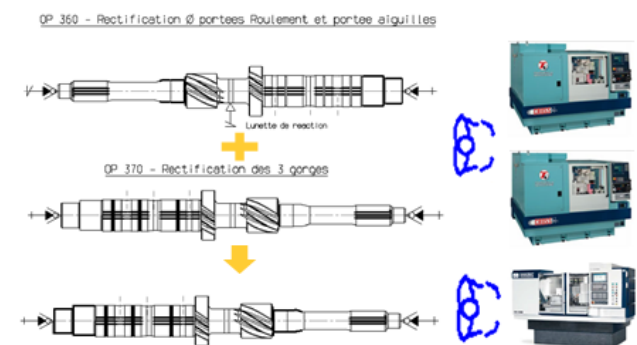


Fig 4.4

4. AVANTAJELE/DEZAVANTAJELE UTILIZĂRII MAȘINILOR DE RECTIFICAT COMBINATE

4.1 Suprafață ocupată

O constrângere importantă în amplasarea mașinilor noi de rectificat era spațiul. Hala respectivă dispunea de foarte puțin spațiu liber. Astfel, trebuia să se găsească o soluție referitoare la acest aspect.

S-a făcut o analiză și s-a ajuns la concluzia că aducerea unor mașini similare cu cele existente în vederea măririi capacității nu ar fi o soluție viabilă. Astfel, s-a luat în considerare varianta achiziționării mașinilor de rectificat combinate.

În ceea ce privește spațiul ocupat, utilizarea mașinilor combinate a devenit soluția ideală. Se poate vedea în graficul din fig 4.1 spațiul câștigat utilizând aceste mașini.

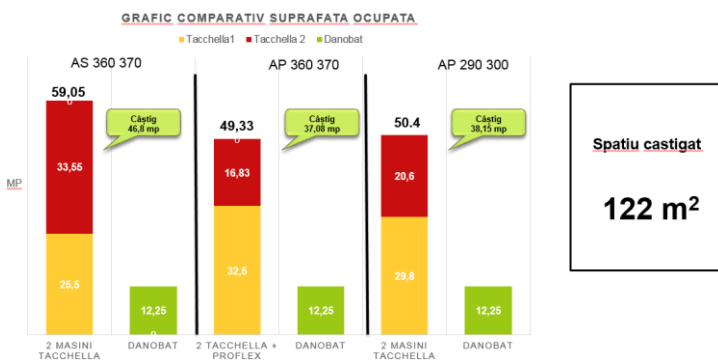


Fig 4.1

4.2 Economie cu energia electrica / an

În cazul utilizării mașinilor de rectificat combinate, costurile cu energia electrică sunt reduse la jumătate. Astfel, anual, se câștigă 56.368 €. Pentru calculul costului anual cu energia electrică în cele 2 situații, se va folosi formula următoare:

$$E(\text{kWh}) = P(\text{kW}) * T(\text{ore}) * k$$

$$T - 5865 \text{ ore}$$

$$\text{kWh} = 0,5 \text{ lei}$$

$$k=0.25$$

P reprezintă puterea dezvoltată de motoarele mașinilor de rectificat.

T reprezintă numărul de ore de lucru pe an. Se va lucra în 3 schimburi.

K reprezintă un coeficient care ține seama de faptul că mașinile nu folosesc toate motoarele în același timp, deci nu vor folosi puterea maximă.

O analiză detaliată asupra acestui aspect se prezintă în graficul din fig 4.2

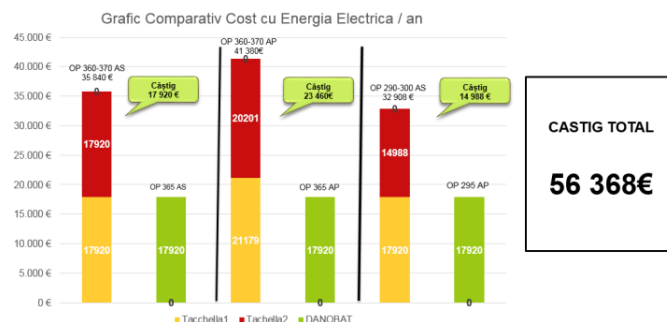


Fig 4.2

4.3 Costuri piatră de rectificat / piesă

Mașinile de rectificat existente în hala respectivă folosesc pietre de rectificat convenționale. Noile mașini aduse folosesc pietre de rectificat sybian.

Este o diferență mare în ceea ce privește costul acestora. Luând un exemplu, o piatră de rectificat convențională costa 500 de euro. În schimb, o piatră de rectificat convențională costă aproximativ 4000 de euro. Cu toate acestea, pietrele de rectificat sybian au o durată de viață mai mare și se pot regenera la un cost de 3000 de euro.

Astfel, s-a făcut o analiză amănunțită asupra costurilor pietrelor de rectificat, iar situația pentru fiecare operație în parte se prezintă în fig 4.3.

Arbore Secundar

Tacchella	Danobat
AS 290 1. Piatra conv. Ø610 x 45 x 203,2 Tyrolit, R100471048 Cr/p=0,0166 €	AS 290 1. Piatra Ø610 x 45 x 203, Tyrolit, R100687638 Cr/p=0,0213 €
AS 360 1. Piatra conv. Ø666/405x45x304,8 Carbochim, R100657941 Cr/p=0,0113€ 2. Piatra conv. Ø760/515 x 50 x 304,8, Carbochim, R100657949 Cr/p=0,0137€	AS 360-370 1. Piatra CBN Saint Gobain, R100687637 Cr/p=0,0697 € 2. Piatra CBN Saint Gobain, R100687634 Cr/p=0,0697 € 2. Piatra CBN Galvanica 3M, R905532002 Cr/p=0,0154€
AS 370 1. Piatra conv. Ø760/180 x 304,8/20 Carbochim, R100657983 Cr/p=0,0288€	

Arbore Primar

Tacchella	Danobat
AP 290 1. Piatra Ø760 x 45 x 304,8 Tyrolit, R100471039 Cr/p=0,0088€	AP 290-300 1. Piatra CBN Saint Gobain Cr/p=0,0737€
AP 300 1. Piatra Ø610 x 110 x 203,5, profilata, R100658061 Cr/p=0,0147€	
AP 360 1. Piatra Ø610 x 45 x 203,2 Carbochim, R100640958 Cr/p=0,0071€ 2. Piatra Ø610 x 45 x 203,2 Carbochim, R100640957 Cr/p=0,0076€	AP 360-370 1. Piatra CBN Saint Gobain, R100687636 Cr/p=0,0611 € 2. Piatra CBN Saint Gobain, R100687640 Cr/p=0,0611 € 3. Piatra CBN Galvanica, 3M, R905532001 Cr/p=0,0192€
AP 370 1. Piatra CBN Galvanica, WENT, R100471047 Cr/p=0,0262€	

Fig 4.3

Se poate observa costul mai mare per piesă la pietrele de rectificat sybian. Deși este chiar și de 10 ori mai mare, raportat la numărul foarte mare de piese prelucrate, acesta devine insignifiant.

4.4 Analiză tehnică mașini de rectificat convenționale vs combinate

Brosă mașinilor de rectificat combinate execută mișcare de avans transversal și de rotație, iar piesa mișcare de rotație. (fig 4.4.1) Pietrele de rectificat utilizate în cazul de față sunt pietre de rectificat profilate.

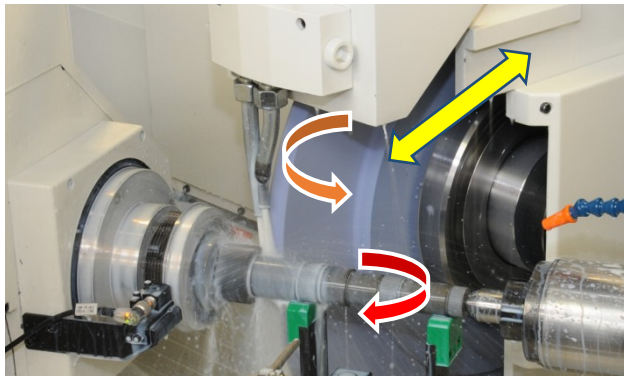


Fig 4.4.1 Mișcări mașină de rectificat convenționala

În schimb, în cazul mașinilor de rectificat combinate, se folosește o broșă rotativă. Astfel, aceasta conține mai multe pietre de rectificat în funcție de necesitate. O astfel de mașină funcționează în modul următor: Brosa se poate roti și poate folosi pietre de rectificat diferite, în funcție de suprafața prelucrată. De asemenea, broșa execută mișcare de avans longitudinal, pentru poziționarea pe suprafața pe care o dorim prelucrată. Piesa și piatra de rectificat execută mișcare de rotație. Aceste detalii sunt evidențiate în fig 4.4.2.

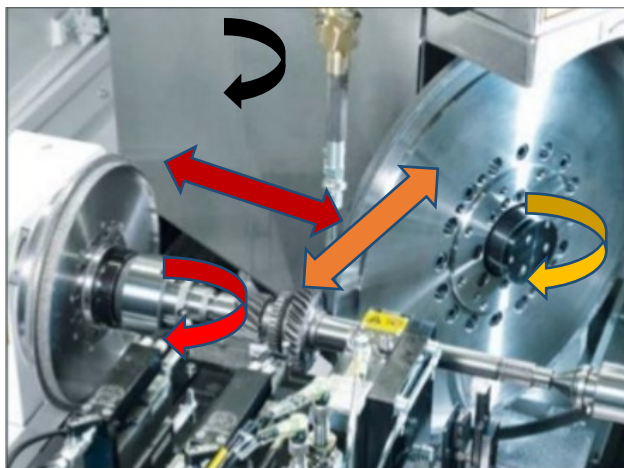


Fig 4.4.2

Un amănunt important în ceea ce privește mașinile de rectificat combinate achiziționate, îl reprezintă batiul acestora, care este din granit, pentru o rigiditate mai bună. (fig 4.4.3, fig 4.4.4, fig 4.4.5).

O comparație între cele două variante, pentru fiecare operație în parte, este prezentată în figurile următoare.

OP 360-370 AS	2 Masini de rectificat TACHELLA	Masina de rectificat combinata DANOBAT(OP 365)
<u>Timp de ciclu</u>	0,629+0,629	1.5
<u>Durata de viata piatra de rectificat (piese)</u>	40 000(OP 360)-40 000(OP 370)	60 000
<u>Viteza maxima permisa pentru piatra de rectificat</u>	50-63 m/s	140 m/s
<u>Putere instalata (KW)</u>	55+55	55
<u>Suprafata ocupata (mp)</u>	25,5+33,55	12,25
RESULT		
<u>Costuri cu energia electrica / an</u>	86 000 €/ an	43 000 €/ an
<u>Preturi pietre de rectificat</u>	452€/ 550€ / 1372€	4982€/ 4982€ / 1375€
<u>Preturi regenerare</u>	- / - / 1097 €	3985€/ 3985€ / 1100€
<u>Costuri piatra de rectificat / piesa</u>	0.0113€/ 0,0137€/ 0,0288€	0,0697€/ 0,0697€/ 0,0154€
<u>Pret Masini</u>	450 000€ / 450 000€	668 000€
RESULT		

Fig 4.4.3

OP 360-370 AP	2 Masini de rectificat TACHELLA	Masina de rectificat combinata DANOBAT (OP 365)
<u>Timp de ciclu</u>	1.23+0.688	1.6
<u>Durata de viata piatra de rectificat (piese)</u>	30 300(OP 360) -40 000(OP 370)	60 000
<u>Viteza maxima permisa pentru piatra de rectificat</u>	50 m/s(OP 360)-120 m/s(OP 370)	140 m/s
<u>Putere instalata (KW)</u>	65+62	55
<u>Suprafata ocupata (mp)</u>	32,5 + 16,83	12,25
RESULT		
<u>Costuri cu energia electrica / an</u>	41 380€/an	43 000 €/ an
<u>Preturi pietre de rectificat</u>	216€/ 230€ / 1250€	4371€/ 4371€/ 1375€
<u>Preturi regenerare</u>	- / - / 1000€	3498€/ 3498€ / 1100€
<u>Costuri piatra de rectificat / piesa</u>	0,0071€/ 0,0076€/ 0,0262€	0,0611 € / 0,0611 € / 0,0192€
<u>Pret masini</u>	480 000€ / 400 000€	635 000€
RESULT		

Fig 4.4.4





OP 290-300 AP	2 Masini de rectificat TACHELLA	Masina de rectifi combinata DANOBAT
<u>Timp de ciclu</u>	0.726+0.726	1.24
<u>Durata de viata piatra de rectificat (piese)</u>	50 000(OP 290)-37 000(OP 300)	60 000
<u>Viteza maxima permisa pentru piatra de rectificat</u>	50-63 m/s	140 m/s
<u>Putere instalata (KW)</u>	55+46	55
<u>Suprafata ocupata (mp)</u>	29,8+20,6	12,25
RESULT		
<u>Costuri cu energia electrica / an</u>	78 972 €/ an	43 000 €/ an
<u>Preturi pietre de rectificat</u>	441€ / 545€	5267€
<u>Preturi regenerare</u>	- /-	4213€
<u>Costuri piatra de rectificat / piesa</u>	0,0088€ / 0,0147€	0,0737€
<u>Pret masini</u>	450 000€ / 450 000€	540 000€
RESULT		

Fig 4.4.5

4.5 Investitia necesară în fiecare situație

Pentru a alege varianta mai economică, s-a făcut o analiză asupra investiției inițiale în ambele situații. Varianta alegerii mașinilor de rectificat combinate s-a dovedit din nou a fi una bună, economia făcută ajungând până la 732 000€. O analiză detaliată, incluzând prețul fiecărei mașini se poate observa în graficul următor.(fig 4.5)

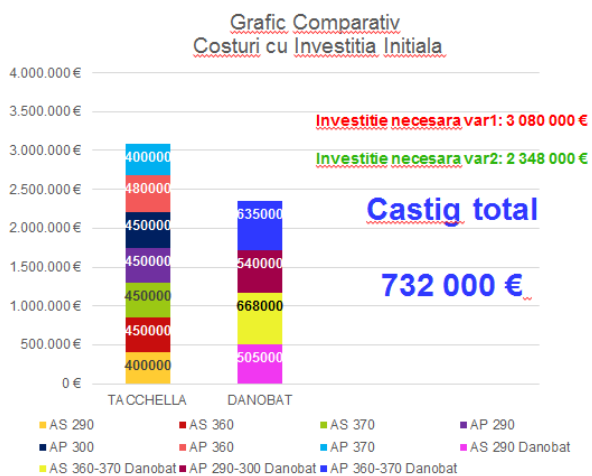


Fig 4.5

4.6 Amortizarea investitiei

Am avut obiectivul de a amortiza investiția inițială pe o perioadă de 7 ani de zile. Pentru aceasta, am avut de analizat produsele din punct de vedere financiar și de luat măsuri în vederea îndeplinirii obiectivului.

Astfel, s-a aplicat următoarea formulă:

$$\text{Diferenta de pret} = \frac{\text{INVESTITIEINITIALA}}{\text{NUMARPIESE} * \text{PERIOADA OBIECTIV}}$$

În cazul de față, avem următorul rezultat:

$$\text{Diferența de pret} = \frac{2\,348\,000}{12\,000 * 47 * 7} = 0,594 \text{ €}, \text{ unde}$$

2 348 000= investiție inițială

12 000= număr de piese/săptămână

47=săptămâni lucrătoare/an

7= număr ani.

Astfel, pentru a amortiza întreaga investiție pe 7 ani, așa cum s-a cerut, prețul produsului va crește cu 0,594€. Creșterea de preț a arborelui primar, respectiv secundar, sunt acceptabile, iar investiția este aprobată de superiorii ierarhici.

5. CONCLUZII

În ceea ce privește proiectul la care am participat, acesta a fost aprobat și implementat. Ca și cifre, am avut o economie de 732 000€ în ceea ce privește investiția inițială, ne-am încadrat în spațiul restrans pe care l-am avut la dispoziție, iar amortizarea investiției nu implică eforturi foarte mari.

6. MULTUMIRI

Mulțumiri departamentului Cutii de Viteze TLx din companie pentru sprijinul acordat în cadrul proiectului și Domnului Prof.Univ.Dr.Ing Tom SAVU pentru implicarea de care a dat dovadă pe parcursul îndrumării mele.

7.BIBLIOGRAFIE

- [1]. <http://www.danobatgroup.com>, Accesat la data 7.05.2017
- [2]. <http://www.tacchella.com>, Accesat la data 2.07.2017
- [3]. <http://www.carbochim.ro/suport/corpuri-abrazive.html>, Accesat la data 22.06.2017