

*obróbka skał, boczarka,
obróbka powierzchni*

Joanna BURY*

Wiesław FRANKIEWICZ**

BADANIA PROCESU OBRÓBK GRANITOWYCH ELEMENTÓW KAMIENNYCH ZA POMOCĄ BOCZKARKI AUTOMATYCZNEJ

Opisano badania procesu obróbki powierzchni bocznych elementów kamiennych boczarką automatyczną. Określono czas wykonania elementu, przedstawiono zależności czasu obróbki od wymiaru i masy elementów obrabianych oraz liczby procesów. Określono stopień zużycia oraz zdolności obróbcze segmentów szlifierskich.

1. WSTĘP

Obróbka powierzchni elementów kamiennych, w wyniku której uzyskują one odpowiednią fakturę i wykończenie, jest jednym z głównych procesów w produkcji kamieniarskiej. Proces ten stosowany jest nie tylko do obróbki powierzchni głównych ale także do powierzchni bocznych elementów kamiennych i realizowany jest za pomocą urządzeń nazywanych w kamieniarstwie „boczarkami” [1]. Służą one głównie do wyrównywania i nadawania kształtu bocznym powierzchniom płyt. Boczarki o najprostszej budowie, często jednogłowicowe, służą do szlifowania i polerowania boków płaskich. Najbardziej zaawansowane technicznie, wielogłowicowe o ruchomych głowicach oraz konstrukcji przelotowej umożliwiają także wykonanie faz na krawędziach płyty, profilowanie bocznej powierzchni w formie pół- i ćwierćwałka, kalibrowanie powierzchni oraz wykonanie ociekacza (potocznie kapinosa). W urządzeniach tych stosowane są jako narzędzia obróbcze głowice i tarcze szlifierskie, które w zależności od konstrukcji urządzenia pracują pionowo, pod kątem lub poruszają się obiegowo. Oprócz tarcz szlifierskich stosuje się frezy o wyprofilowanym kształcie i tarcze tnące do wykonywania ociekaczy.

* joanna-bury@wp.pl

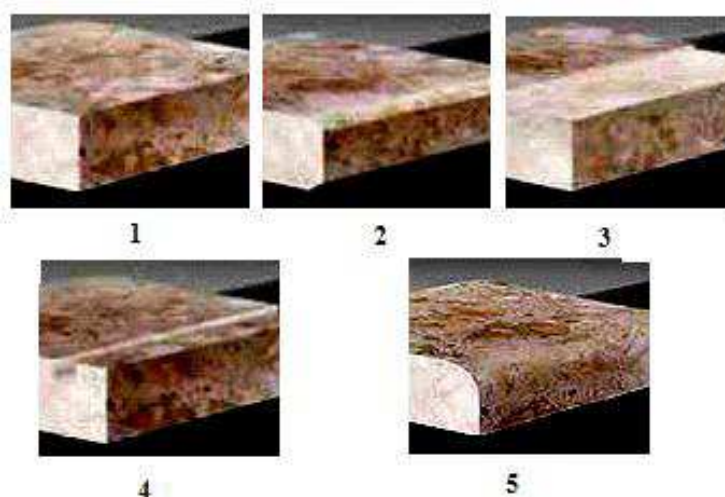
** Politechnika Wroclawska, Instytut Górnictwa, 50-051 Wrocław, pl. Teatralny 2,
wieslaw.frankiewicz@pwr.wroc.pl

2. BADANIA OBRÓBKI POWIERZCHNI I PROFILOWANIA

Na proces obróbki bocznej powierzchni płyt boczarką mają wpływ właściwości fizykomechaniczne przecinanej skały, parametry obrabianych elementów, parametry pracy maszyny oraz zużywanie się głowic i tarcz szlifierskich. Celem badań było określenie wpływu parametrów elementów kamiennych i rodzaju operacji na czas obróbki elementu, a także określenie stopnia zużycia diamentowych tarcz szlifierskich w zależności od uziarnienia ziaren diamentowych.

2.1. OPIS I PARAMETRY PRACY BOCZKARKI

Badania wykonano w zakładzie obróbczym LITOS Sp. z o.o., na boczkarce firmy COMANDULLI model MUSA przeznaczonej do profilowania i obróbki bocznych powierzchni płyt. Podstawowymi operacjami obróbczymi, możliwymi do wykonania na boczkarce są: polerowanie, kalibrowanie, wykonanie górnej i dolnej fazki, wykonanie ociekacza oraz profilowanie boku frezem kształtowym (rys. 1).



Rys. 1. Podstawowe procesy obróbcze możliwe do wykonania na boczkarce model MUSA [5]

1 – szlifowanie i polerowanie, 2 – faza górna i dolna, 3 – kalibrowanie, 4 – ociekacz,
5 – profilowanie (ćwierćwałek)

Fig. 1. Basic processes possible to realization on Musa automatic belt edge polishing machine

1 – grinding and polishing, 2 – beveling up and down, 3 – calibrating, 4 – water drip,
5 – grading (waterfall)

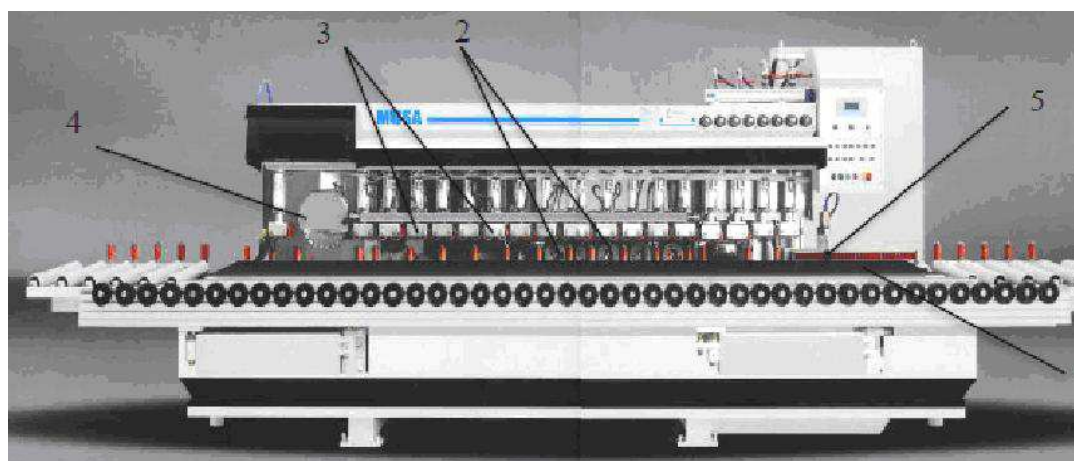
Jest to typ boczarki przelotowej składającej się z umieszczonej poziomo taśmy o szerokości 600 mm transportującej obrabiane elementy, zestawu głowic ściernych i polerujących o średnicy 130 mm z po lewej strony taśmy transportującej służących do wykonywania faz, szlifowania oraz polerowania powierzchni bocznych; umieszczonych prostopadle do płyty w przypadku obrób-

ki boku prostego i pod kątem 45° przy fazowaniu. Głowice ułożone są ze wzrastającą granulacją ziaren diamentowych (60, 120, 280, 400, 600, 800 oraz parallax) od najbardziej ściernych do wygładzających oraz nadających połysk; rolek dociskowych pneumatycznych, dociskających obrabiany element przesuwanego się na taśmie przed głowicami szlifującymi, czujnika elementów regulującego pracę rolek dociskowych, układu dostarczającego wodę do chłodzenia narzędzi i obrabianej płyty, piły służącej do wykonania ociekacza i freza profilującego. Dane techniczne i konstrukcje boczkarki przedstawia tabela 1 i rysunek 2.

Tabela 1

Podstawowe dane techniczne boczkarki firmy COMANDULLI model MUSA [5]

Wyszczególnienie	Jednostka	Wartość
głowice polerujące	szt.	7
głowice do wykonywania faz	szt.	4
średnica głowic polerujących i fazujących	mm	130
średnica frezu kalibrującego	mm	190
średnica frezu profilującego	mm	130
średnica tarczy do wykonywania ociekacza	mm	260
prędkość posuwu taśmy transportującej	m/min	0–3
szerokość taśmy transportującej	mm	600
grubość obrabianego elementu	mm	20–80
minimalna obrabiana szerokość	mm	80
wysokość poziomego załadunku	mm	750
moc całkowita	kW	27
wymiary	m	$4,5 \times 1,75 \times 1,8$
waga	kg	3600



Rys. 2. Boczkarka COMANDULLI model MUSA [4]; 1 – taśma transportująca, 2 – tarcze szlifujące, 3 – rolki dociskające, 4 – tarcza do wycinania ociekacza, 5 – czujnik elementów

Fig. 2. Musa automatic belt edge polishing machine [4]; 1 – transferring tape, 2 – polishing shields, 3 – clamping rolls, 4 – water drip cutting out shield, 5 – units sensor

2.2. BADANE SKAŁY

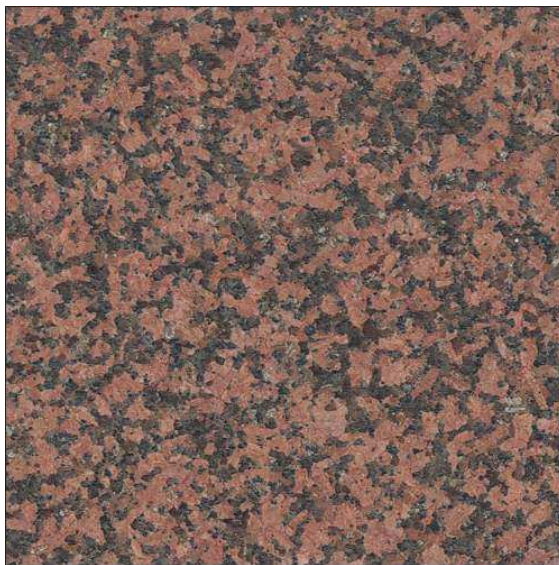
Badania przeprowadzono przy obróbce bocznych powierzchni płyt ze skał:

– Granit Strzegom; skała o zabarwieniu jasnoszarym: gęstość – $2,67 \text{ g/cm}^3$, wytrzymałość na ściskanie – $193,3 \text{ MPa}$, wytrzymałość na zginanie – $15,2 \text{ MPa}$, nasiąkliwość – $0,35\%$, porowatość – $1,49\%$.



Rys. 2. Granit Strzegom
Fig. 2. Strzegom granite

– Granit Balmoral (Finlandia); skała o barwie czerwonej: gęstość – $2,64 \text{ g/cm}^3$, wytrzymałość na ściskanie – $187,6 \text{ MPa}$, wytrzymałość na zginanie – $11,8 \text{ MPa}$, nasiąkliwość $0,10\text{--}0,15\%$, porowatość – $0,41\%$.



Rys. 3. Granit Balmoral
Fig. 3. Balmoral granite

– Granit Szwed (Szwecja) skała o barwie popielatoczarnej – gęstość $2,95 \text{ g/m}^3$, wytrzymałość na zginania $29,3 \text{ MPa}$, wytrzymałość na ściskanie – 267 MPa , nasiąkliwość – $0,04\%$.



Rys. 4. Granit Szwed
Fig. 4. Szwed granite

2.3. BADANE PARAMETRY OBRABIANYCH PŁYT

Celem badań był pomiar i analiza czasu obróbki płyt i elementów kamiennych boczarką automatyczną z uwzględnieniem rodzaju i właściwości skały oraz wymiarów płyt. Badania obejmowały:

Wymiary obrabianych płyt mierzono metrówką z dokładnością do 1 cm grubość, długość i szerokość.

Czas obróbki – mierzono operacje obróbcze, podczas których wykonywano pomiary: fazy górnej, fazy górnej i poleru, fazy górnej i dolnej, fazy górnej, dolnej i poleru oraz fazy górnej, dolnej, poleru i ociekacza z dokładnością do 1 s.

Przed pomiarem płytę ustawiano tak, aby jej początek znajdował się przed czytelnikiem elementów, następnie włączano maszynę i rozpoczynano pomiar przez włączenie stopera. Podczas pomiaru płyta przesuwała się na taśmie wzdłuż ścierających bok płyty głowic ścierających i polerujących następnie głowic do fazek. W końcowym odcinku wykonywany był ociekacz (potocznie kapinos). Po podniesieniu się ostatniego docisku pneumatycznego obrabiana płyta wysuwała się na rolki końcowe; wówczas pomiar kończono. Pomiary wykonano podczas obróbki 63 płyt z granitu strzegomskiego, 16 płyt z granitu Barmoral i 15 płyt z granitu Szwed.

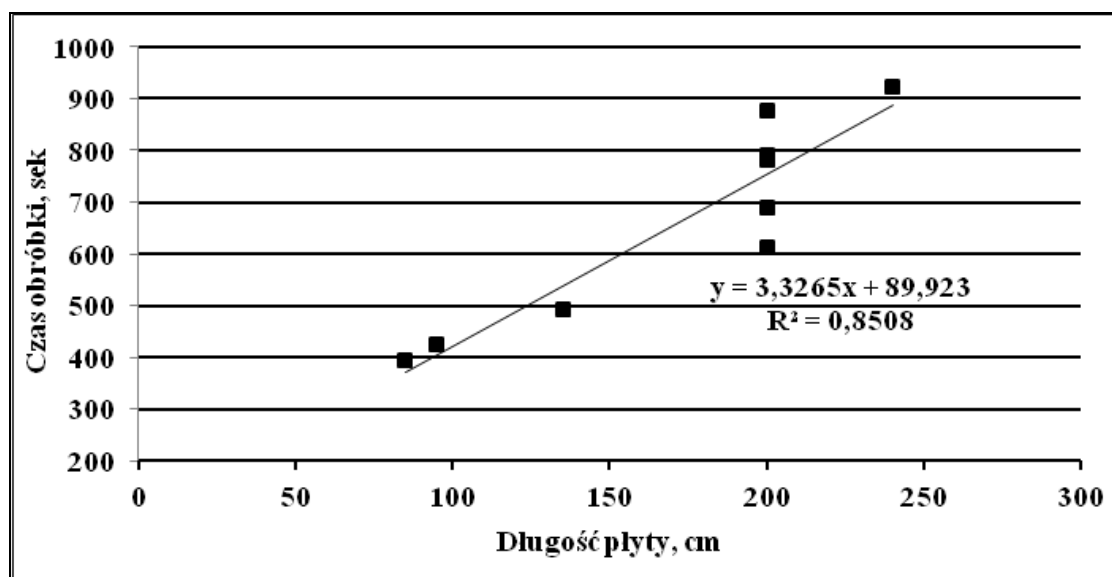
W tabeli 2 przedstawiono wyniki pomiarów parametrów płyt i czasu obróbki poszczególnych płyt.

Tabela 2

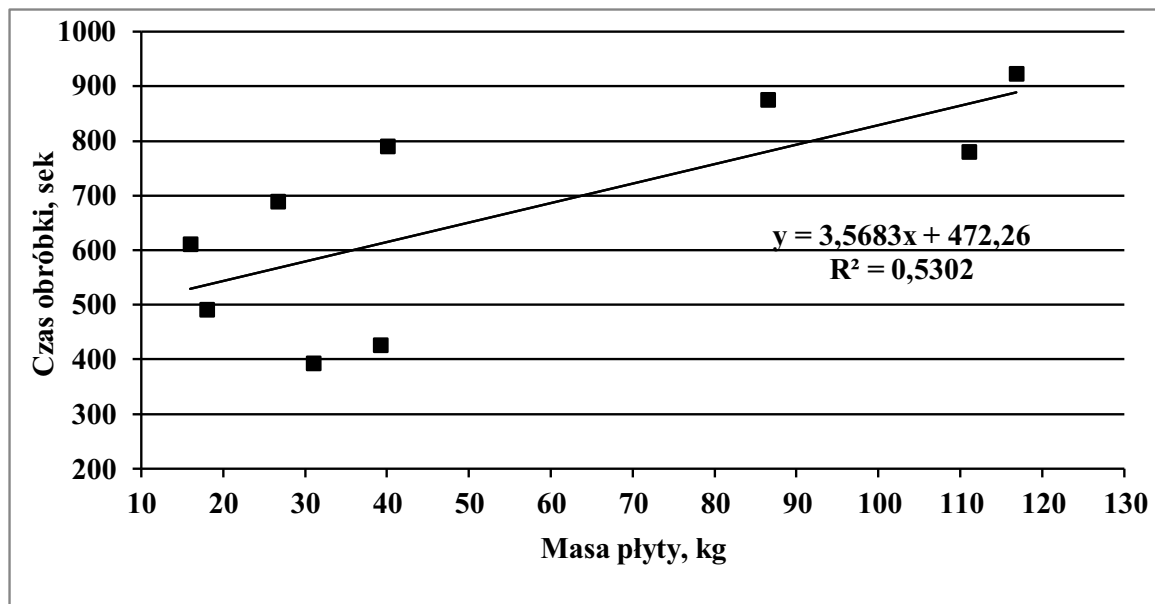
Wyniki pomiarów obróbki powierzchni bocznych płyt wg [2]

Granit	Rodzaj obróbki	Wymiary obrabianych płyt dł × szer × grub [cm]	Masa płyty [kg]	Prędkość taśmy- zakres [cm/min]	Prędkość taśmy, wartość ustalona [cm/min]	Liczba obrabianych płyt [szt.]	Zakres zmierzonych wartości czasu obrabiania płyty [s]	Wartość średnia czasu obrabiania [s]	Liczba operacji
Strzegom	faza górna	200 × 15 × 2	16	48-50	48	10	609-614	612	1
Balmoral	faza górna	85 × 70 × 2	31	48-51	51	12	390-397	393	1
Szwed	faza górna, poler.	95 × 70 × 2	39,2	48-50	50	13	422-433	426	2
Strzegom	faza górna i dolna	200 × 25 × 2	26,7	51-48	48	12	685-693	690	2
Strzegom	faza górna i dolna	135 × 25 × 2	18	51-48	48	20	485-503	492	2
Szwed	faza górna i dolna	240 × 55 × 3	116,8	48-45	45	2	922-924	923	2
Strzegom	faza górna i dolna, poler.	200 × 25 × 3	40,1	48-51	51	8	766-811	790	3
Balmoral	faza górna i dolna, poler.	200 × 70 × 3	111	48-51	51	4	772-788	780	3
Strzegom	faza górna, dolna, poler. i ociekacz	200 × 54 × 3	86,5	42-37	39	13	873-882	876	4

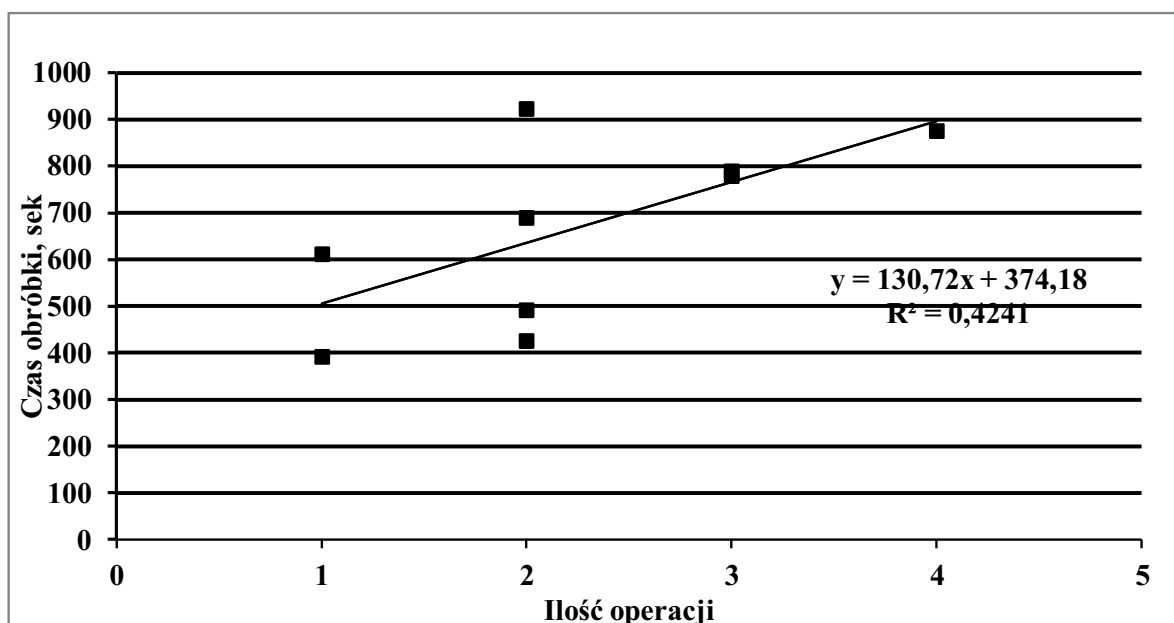
Na podstawie uzyskanych pomiarów określono zależności czasu wykonania poszczególnych operacji od długości płyty, masy płyty i liczby operacji (rys. 5–7).



Rys. 5. Zależność czasu obróbki od długości płyty
Fig. 5. Time processing dependence on slab length



Rys. 6. Zależność czasu obróbki od masy płyty
Fig. 6. Time processing dependence on slab mass



Rys. 7. Zależność czasu obróbki od liczby operacji
 Fig. 7. Dependence of time of processing from quantity of operation

3. OCENA ZUŻYCIA I ZDOLNOŚĆ OBRÓBCZA SEGMENTÓW

W badanym modelu boczarki do szlifowania i polerowania boków płyt stosowane są głowice z segmentami ściernymi o ścierniwie diamentowym i spoiwie syntetycznym. Głowice ułożone są ze wzrastającą granulacją ziaren diamentowych, tj. 60, 120, 280, 400, 600, 800 wyrażoną w mesh (ilość ziaren diamentu przechodzących przez sito o powierzchni 1 cala) od najbardziej ścierających do wygładzających i nadających połysk (rys. 8).



Rys. 8. Głowice szlifujące – granulacja diamentów 280, 400, 600, 800 (fot. J. Bury)
 Fig. 8. The polishing heads – granulation of diamonds 280, 400, 600, 800 (fot. J. Bury)

Do oceny zużycia segmentów pracy badanej maszyny przyjęto okres od lipca 2011 do lutego 2012 r. Uwzględniono długość obrobionych boków płyt głowicami szlifującymi i polerującymi oraz stopień zużycia segmentów wyrażony liczbą wykorzystanych segmentów. W tab. 3 przedstawiono wielkość produkcji boczarki z podziałem na poszczególne operacje.

Tabela 3

Produkcja boczarki w okresie lipiec 2011 ÷ luty 2012 wg [2]

Całkowita wielkość produkcji P	Frezowania i nacinanie ociekacza FN ; oszacowane jako: $FN = 10\% P$	Wykonanie fazowania F	Obróbka powierzchni bocznych segmentami szlifującymi i polerującymi $PSP = P - FN - F$
[m]			
9100	910	1000	7190

Przyjmując wartość PSP i liczbę zużytych segmentów poszczególnych granulacji, określono zdolność obróbczą pojedynczego segmentu (tab. 4).

Tabela 4

Zdolność obróbcza segmentów ścierających i polerujących [2]

Granulacja ziaren diamentu	Liczba zużytych segmentów	Zdolność obróbcza pojedynczego segmentu
[mesh]	[szt]	[m]
60	3	2 397
120	1,5	4 793
280	1	7 190
400	0,5	14 380
600	0,5	14 380
800	0,5	14 380

4. PODSUMOWANIE

- Przy porównywalnej prędkości 48–51 cm/min taśmy transportującej obrabianą płytę, z parametrów określających cechy związane z wielkością płyty czynnikiem najbardziej wpływającym na czas obróbki jest długość obrabianego elementu. Czas obróbki w mniejszym stopniu zależy od liczby operacji, wynika to z przebiegu procesu obróbki; kilka operacji może odbywać się jednocześnie, np. polerowanie, wykonanie fazy, wykonanie ociekacza, co wykazuje określona zależność.

- Wraz ze wzrostem granulacji ziaren maleje zużycie segmentów ścierających i zwiększa się ich zdolność obróbcza wyrażona długością obrobionych elementów.
- Określone w wyniku przeprowadzonych badań zależności oraz informacje o zdolności obróbczej segmentów ścierających dają możliwość planowania czasu obróbki w zależności od wymiarów obrabianych elementów, a także określania zapotrzebowania na segmenty ścierające.

LITERATURA

- [1] CHRZAŚCZEWSKI W., *Obróbka mechaniczna i obrabiarki do kamienia*, Wyd. Firma hg. Braune, Jawor 2004.
- [2] BURY J., *Analiza procesów obróbki oraz profilowania elementów kamiennych za pomocą boczarki automatycznej*, Praca dyplomowa, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii PWr., Wrocław, 2012.
- [3] www.rynekkamienia.pl
- [4] www.comandulli.it
- [5] www.comandulli.pl/musa.html

THE INVESTIGATION OF GRANITE STONE ELEMENTS PROCESSING WITH THE AID OF AUTOMATIC BELT EDGE POLISHING MACHINE

The investigation of stone elements surface processing with the aid of automatic belt edge polishing machine was described. Time of single element realization and its dependence on mass and dimension of elements and number of operations was defined as well as polishing bearing pads wear rate.