

	Organizatorzy: Politechnika Łódzka Wydział Mechaniczny	XXXVIII NAUKOWA SZKOŁA OBRÓBKİ ŚCIERNEJ Łódź - Uniejów 09-11.09.2015	
	• Instytut Obrabiarek i Technologii Budowy Maszyn • Katedra Technologii Maszyn		

Efekty obróbki powierzchni wybranych materiałów granitowych

Effects of the surface treatment of selected granite materials

BOŻENA CIAŁKOWSKA
 MAGDALENA WIŚNIEWSKA
 RAFAŁ ŻARCZYŃSKI *

DOI: 10.17814/mechanik.2015.8-9.345

W artykule przedstawiono wybrane materiały granitowe, krajowe jak również ze źródeł zagranicznych. Opisano specyfikację maszyn przeznaczonych do ich obróbki w zależności od oczekiwanej faktury powierzchni kamienia. Przedstawiono analizę uzyskanych efektów jakości powierzchni w zależności od typu materiału granitowego i rodzaju obróbki.

SŁOWA KLUCZOWE: materiały granitowe, obróbka powierzchniowa, faktura kamienia

The article presents selected granite materials, from national as well as foreign sources. A specification of the machines intended for their processing were described, depending on the expected texture of the stone surface. Analysis of the obtained surface quality effects was described, depending on the type of the granite material and type of the processing.

KEYWORDS: granite materials, surface machining, stone texture.

Wprowadzenie

Od wielu tysięcy lat obróbka kamienia naturalnego odgrywa istotną rolę w życiu człowieka. Z biegiem czasu rozwijaliśmy zdolności jego pozyskiwania i przetwarzania. Ogrom zastosowań kamienia naturalnego, był i jest ograniczony jedynie przez naszą wyobraźnię i dostępne technologie jego wydobycia, transportu i obróbki. Nowoczesna, znana obróbka kamienia pojawiła się wraz z wynalezieniem silników spalinowych i elektrycznych. Współczesna sztuka kamieniarska rozwój swój zawdzięcza również ewolucji narzędzi, w tym narzędzi diamentowych. W XXI wieku do obróbki mechanicznej kamienia stosowane są głównie trzy grupy metod. Pierwszą z nich jest obróbka ścierna, zarówno

luźnym ścierniwem (np. piłowanie bloków piaskiem stalowym) jak również związanym (np. piły, segmenty diamentowe itp.). Druga grupa to metody z zastosowaniem narzędzi skrawających o określonej geometrii i liczbie ostrzy. W obróbce kamienia stosowana rzadko ze względu na szybkie zużycie ostrzy. Ostatnią metodą jest łupanie, wykorzystujące naturalną łupliwość skał, stosowane np. przy produkcji granitowych i piaskowych elementów prostopadłościennych (kostka brukowa, krawężniki itp.) [4].

Granit – występowanie, charakterystyka i zastosowanie

Granit jest kwaśną, głębinową skałą magmową o budowie jawnokrystalicznej (gdy poszczególne składniki mineralne są widoczne gołym okiem), zbudowaną głównie z kwarcu, skaleni potasowych oraz plagioklazów [1,11,12]. Jego nazwa wywodzi się z włoskiego słowa *granito* oraz łacińskiego *granum* i oznacza ziarno [1,12]. Twardość granitu mieści się w przedziale 6-7 w skali Mohsa. Granity przybierają różne barwy, od białej przez czerwoną do czarnej. Na rysunku 1 przedstawiono wachlarz barw kolorystycznych granitu.



Rys.1. Gama kolorystyczna granitu [16]

Granit cieszy się szerokim zastosowaniem, jest surowcem cenionym i poszukiwanym. Chętnie wybierany jako materiał na: rzeźby, fontanny, nawierzchnie, parapety, blaty, biżuterię i wiele innych [12]. Tak szerokie zastosowanie granit zawdzięcza niezwykłej trwałości, odporności na uszkodzenia i działanie temperatury, niepalności oraz ła-

* dr hab. inż. Bożena Ciałkowska prof. nadz. PWR (bozena.cialkowska@pwr.edu.pl),
 mgr inż. Magdalena Wiśniewska (m.wisniewska@pwr.edu.pl),
 inż. Rafał Żarczyński

twości w utrzymaniu w czystości. Przykłady zastosowań granitu przedstawiono na rys.2.

a)



a)



b)



Rys.2. Przykłady zastosowań granitu [10, 14, 15]: a) granitowa kula wrocławskich krasnali, b) kostki brukowe, c) bransoletka

Wygląd charakterystyczny dla danego rodzaju kamienia określa tzw. *faktura* powierzchni. Zależy ona m.in. od procesu wydobywczego oraz czynności obróbczych, mających wpływ na stopień wyrównania i wykończenia powierzchni. Uzyskany efekt jest wynikiem obróbki ręcznej lub mechanicznej [4]. Wyróżnia się następujące faktury występujące podczas dzielenia kamienia: krzesana, rwana, płasko ciosana i zębato – ciosana [3].

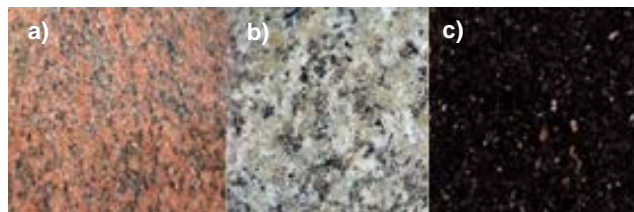
Granit wydobywany jest właściwie na każdym kontynencie. W Polsce występuje głównie na terenie Dolnego Śląska, w czterech obszarach: masyw Karkonoszy, masyw Łużycki, masyw Strzegom – Sobótka oraz Strzelin - Otmuchów a także w Tatrach [4,12]. Warto wspomnieć, że granit to nie tylko skała nadająca się do praktycznego zastosowania, w naturze często tworzy malownicze formy skalne, które stanowią atrakcyjny element szlaków turystycznych (rys.3). Granitowe pomniki przyrody nieożywionej można podziwiać w wielu miejscach w Polsce [12].



Rys.3. Formacja skał granitowych: Trzy Świnki, Karkonosze [13]

Charakterystyka materiałów wybranych do badań

Wybrane do badań rodzaje granitów pozyskano dzięki strzegomskim firmom Granit – Global oraz Scanstone [7,10]. Ich kolorystykę przedstawiono na rys.4.



Rys.4. Rodzaje granitów: a) Vänga (Szwecja), b) Granit Strzegomski, c) Szwed (Szwecja)

Granit Vänga występuje na terenie Szwecji i jest jednym z najpopularniejszych czerwonych granitów importowanych i sprzedawanych w kraju. Na fakturze powierzchni można zauważyć charakterystyczne podłużne, ciemne wtrącenia biotyту [4,10]. Najczęściej spotykaną barwą jest barwa czerwona, chociaż spotyka się również jasno różowe oraz bordowe.

Granit Strzegomski charakteryzuje się barwą jasnoszarą, pstrą. W masie skalnej występują nieliczne jaśniejsze skupienia skalenia i kwarcu, lub ciemniejszego biotyту w formie gniazd i smug, oraz żyły apłitowe lub pegmatytowe barwy jaśniejszej o różnych kierunkach przebiegu [8]. Granit Strzegomski jest najpopularniejszą wydobywaną i eksploatowaną skałą granitową w naszym kraju.

Granit Szwed najczęściej występuje w barwie grafitowej i czarnej oraz zielono – czarnej, czarno – rudej a nawet lekko czarno – fioletowej. Występuje głównie w Szwecji. Ze względu na swoją odporność na czynniki atmosferyczne oraz mechaniczne znalazł wiele zastosowań budowlanych. Granit ten w porównaniu do Vängi i granitu strzegomskiego różni się znacznie gęstością oraz utrudnioną obróbką mechaniczną.

Właściwości granitów wybranych do badań zestawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Wybrane właściwości granitów [10]

Granit	Vänga	Strzegomski	Szwed
Gęstość [g/cm ³]	2655	2630	3110
Moduł pęknięcia [kg/cm ²]	197	188	278
Ścieralność [mm]	0,35	0,42	0,06

Metody obróbki materiałów granitowych

Na różnych etapach kształtowania skały granitowe poddawane są szeregom zabiegów mających na celu nadawanie wstępnych wymiarów przez cięcie a następnie obróbkę powierzchniową, podyktowaną oczekiwaną fakturą powierzchni kamienia.

Metody cięcia

Pierwotną formą cięcia kamienia było jego rozłupywanie. Obecnie stosuje się cięcie zmechanizowane, dające lepsze efekty przy dużej wydajności. Do końca lat 50 – tych ubie-

głego stulecia podstawowym sposobem cięcia bloków kamienia na płyty surowe było przecieranie na trakach wahałowych przy użyciu ścierniwa luźnego w postaci piasku stalowego oraz w mniejszym stopniu piasku kwarcowego. Natomiast do obcinania i przecinania płyt surowych, czyli operacji obróbczych nadających ostateczny kształt i wymiar produkowanych elementów kamiennych, stosowano piły tarczowe karborundowe [2,17]. Opanowanie produkcji segmentów diamentowych pozwoliło na wprowadzenie przecinania linami diamentowymi (tzw. struny koralikowe).

Próbki wybranych materiałów granitowych zaprezentowanych w artykule cięto za pomocą: diamentowej piły dwusupportowej firmy Promasz PP2TK600.2. oraz piły z liną diamentową Promasz PLBK 1800.

Piły diamentowe a raczej ich segmenty, otrzymywane są najczęściej na drodze metalurgii proszków. Mieszanina składająca się z diamentowego ścierniwa i proszków metali t.j. kobalt lub wolfram poddawana jest formowaniu, prasowaniu, obróbce termicznej i kalibrowaniu [9].



Rys.5. Przykłady segmentowych tarcz diamentowych firmy Astar [5]

Technologia przecinania diamentowymi piłami linowymi to dzisiaj wielkie ułatwienie i jedna z wiodących metod dzielenia kamieni na płyty. Metoda ta ideowo przypomina przecinanie strunowe. Narzędziem jest stalowa lina zbrojona w segmenty diamentowe rozmieszczone w równych odstępach tzw. struna koralikowa (rys.6).



Rys.6. Lina diamentowa przeznaczona do cięcia granitu i marmuru [18]

■ Metody obróbki powierzchniowej

Obróbka wykończeniowa granitu polega na nadaniu powierzchni kamienia nowych cech, zgodnych z założeniami technologicznymi. Najpopularniejszymi procesami służącymi do obróbki wykończeniowej granitów są: szczotkowanie, płomieniowanie, piaskowanie, groszkowanie, szlifowanie i polerowanie. Powierzchnie granitów wybranych do badań poddano płomieniowaniu, groszkowaniu i polerowaniu.

Płomieniowanie jest zabiegiem, któremu poddać można każdy kamień posiadający w swoim składzie krzem i kwarc [9,10]. Proces ten polega na nagrzewaniu palnikiem powierzchni granitu do temperatury około 1300°C (optymalnie od 1280°C do 1360°C [4,10]). Przy takiej temperaturze na-

stępuje rozszerzanie i pęknięcie ziaren kwarcu i krzemu na powierzchni elementu. Po procesie płomieniowania powierzchnia staje się szorstka, przez co uzyskujemy efekt struktury antypoślizgowej.

Groszkowanie polega na punktowym wykruszaniu materiału przez narzędzie zwane groszkownikiem (rys.7).



Rys.7. Frez groszkujący do granitu [6]

W ten sposób uzyskuje się fakturę z regularnie rozmieszczonymi wypukłościami i wklęsłościami.

Polerowanie to obróbka wykończeniowa, która ma na celu nadanie żądanej gładkości i połysku powierzchni. Głównymi narzędziami do tego typu obróbki są tarcze polerskie, wykonane z węgla krzemu, elektrokorundu lub diamentu syntetycznego (rys.8).



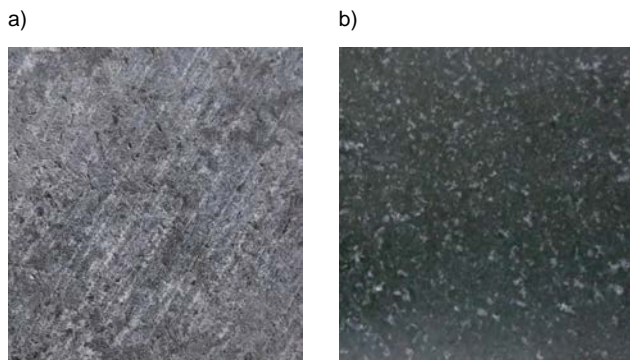
Rys.8. Przykładowe tarcze do polerowania granitu [19]

Najczęściej stosowanymi maszynami do polerowania kamienia są maszyny z pojedynczą głowicą polerską tzw. kolanówki. W większych zakładach kamieniarskich można znaleźć wagony polerskie posiadające od 12 do 22 głowic [4]. Proces polerowania wzmacnia kolor kamienia i nadaje mu lustrzaną powierzchnię.

Porównanie efektów obróbki powierzchniowej wybranych materiałów granitowych

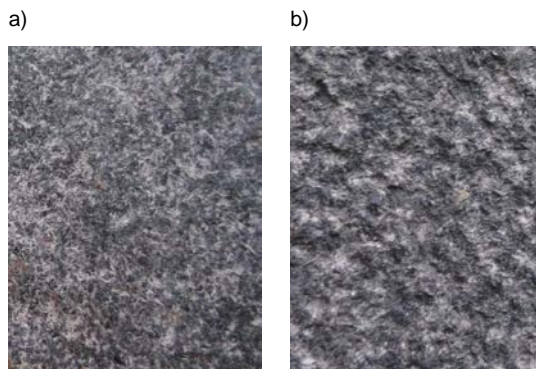
Ważną rolę w mechanicznej obróbce kamienia odgrywają narzędzia diamentowe. Powierzchnia płyty granitowej uzyskanej w drodze cięcia charakteryzuje się nierównościami dochodzącymi do kilku mm. Czynniki mającymi wpływ na efektywność cięcia kamienia są: granulacja proszku diamentowego, koncentracja diamentu oraz rodzaj spoiwa [3, 9]. Analizując metody cięcia materiałów granitowych oraz jakość powierzchni otrzymanych próbek można stwierdzić, że metoda cięcia liną diamentową i tarczami segmentowymi dają zbliżone efekty. Ślad pozostawiony na powierzchni granitu dla tarcz to równoległe rowki o promieniu zaokrąglenia odpowiadającemu średnicy tarczy. W przypadku strun koralikowych są to równoległe rowki proste. Jakość uzyskanej powierzchni dla dwóch wybranych procesów cięcia przedstawiono w tabeli 2. Natomiast na rys.9 przedstawiono

zdjęcia powierzchni granitu po cięciu liną diamentową oraz po polerowaniu.

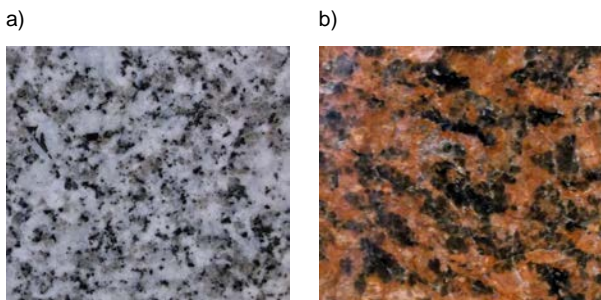


Rys.9. Powierzchnia granitu Szwed uzyskana po: a) cięciu liną diamentową, b) polerowaniu

W przypadku obróbki powierzchniowej wykończeniowej granitu zwykle dąży się do uzyskania dwóch cech: połysku lub powierzchni chropowatej, matowej. W przypadku powierzchni błyszczących wybór metod jest ograniczony do polerowania. Natomiast dla osiągnięcia powierzchni chropowatej o nieregularnych wgłębieniach dobrze sprawdza się proces płomieniowania. Dla uzyskania regularnych śladów optymalnym wyborem będzie natomiast groszkowanie. Należy tu zaznaczyć, że największą uwagę przykładają się do jakości powierzchni uzyskanych w procesie polerowania. Pozostałe obróbki mają wręcz na celu stworzenie faktury o dużej chropowatości, w obu jednak przypadkach równie istotna jest powtarzalność otrzymanych wyników. Podobnie jak po cięciu groszkowaniem i płomieniowaniem pozostawiają na powierzchni granitu charakterystyczne ślady, co pokazano na rys.10. Polerowanie granitu daje natomiast piękną błyszczącą i odbijającą światło powierzchnię, zachowującą się wręcz jak lustro – efektu tego nie oddają zdjęcia (rys.11).



Rys.10. Powierzchnia granitu Szwed uzyskana po: a) płomieniowaniu, b) groszkowaniu



Rys.11. Powierzchnia granitu po polerowaniu: a) Strzegomski, b) Vänga

Tab.2. Chropowatość powierzchni granitu otrzymana po różnych procesach jego obróbki

Ra [μm]	Vänga	Strzegomski	Szwed
Cięcie piłą diamentową	4,33	5,56	4,85
Cięcie liną diamentową	7,84	b.d.	3,51
Płomieniowanie	17,75	24,82	18,07
Groszkowanie	b.d.	40,61	34,02
Polerowanie	0,20	0,46	0,11

Podsumowanie

Materiały granitowe są bez wątpienia materiałami trudnoobrabialnymi, ze względu na budowę, dużą twardość oraz odporność na ścieranie. Ponadto granit jest materiałem naturalnym co oznacza, iż każda bryła kamienna nawet wydobywana w jednym miejscu, może mieć różne właściwości. Obróbka granitu wymaga ogromnej wiedzy i doświadczenia ale wykonana prawidłowo pozwala nam cieszyć oko gdy chodzimy po schodach, palimy w kominku, zwiedzamy zabytki lub siedzimy przy szumiącej fontannie.

Podziękowania dla firm **Granit – Global** oraz **Scanstone** za możliwość realizacji tematu.

LITERATURA

- Borkowska M., Smulikowski K., Minerality skałotwórcze, Warszawa: Wydawnictwa geologiczne, 1973
- Chrzęszczewski W., Obróbka mechaniczna i obrabiarki do kamienia, WNT, 1990
- Kukialka S., Łochańska D., Faktura powierzchni kamienia budowlanego, Świat Kamienia, nr3 (58), Opole, 2009
- Żarczyński R., Efekty obróbki powierzchniowej wybranych materiałów granitowych. Praca dyplomowa, Politechnika Wrocławska, 2015
- Katalog narzędzi diamentowych Astar, Międzybrodzie Bialskie, 2011
- Katalog sklepu kamieniarskiego Bared, Piława Dolna, 2014
- Katalog firmy Granit – Global, Strzegom, 2015
- Katalog firmy Granity Śląskie, Świdnica, 2007
- Katalog maszyn kamieniarskich – Promasz, Pieszyce, 2014
- Katalog firmy Scanstone, Strzegom, 2012
- <http://www.magma.net.pl/pl/podzial-geologiczny,1,4,19.htm>
- <http://www.granitystrzegomskie.pl/>
- http://www.polskiekrajobrazy.pl/Galerie/198:Karkonosze/32572:Trzy_swinki_w_Karkonoszach.html
- <http://www.wagabunda.slupsk.pl/-3-podroze-2011a/podroze-dalekobiezne/wroclaw>
- <http://zbazaltu.home.pl/pl/c/bizuteria/1>
- <http://granito.pro/granit-informacje.php>
- http://www.granpol.czest.pl/obrobka_kamienia_granitu.php
- <http://www.e-globalservice.pl/narz%C4%99dzia-kamieniarskie/>
- <http://sklep-kamieniarski.eu>