

Jak to robili nasi poprzednicy

[Ciąg dalszy o rewelacyjnych śladach narzędzi na piramidach Egiptu]

Wacław Chrząszczewski: Przed kilku laty przygotowałem artykuł o śladach mechanicznej obróbki kamienia zachowanych w elementach piramidy Cheopsa. Inspiracją do napisania artykułu była praca angielskiego egiptologa W.M. Flindersa Petriego, który w latach 80. XIX w. badał rejon piramidy Cheopsa w Gizie. Artykuł spotkał się ze sporym zainteresowaniem czytelników z Polski i Ukrainy.

Po opublikowaniu artykułu zgłosił się do mnie doktorant Uniwersytetu Śląskiego, który podczas zbierania materiałów do pracy doktorskiej przeprowadzał badania i obserwacje w Egipcie, również w rejonie piramidy Cheopsa. W latach 2003-2007 wykonał znaczną ilość fotografii, które potwierdzają tezy pracy Flindersa Petriego. Po kilku spotkaniach i przeglądzie fotografii udało mi się namówić inżyniera F. Zalewskiego do dopisania dalszego ciągu artykułu w świetle jego obserwacji i badań.

Od publikacji mojego artykułu w „nK” (2004 r.) upłynęło sporo czasu, na pewno przybyło grono nowych Czytelników zainteresowanych tym tematem. Dlatego pozwalam sobie na wstępie przypomnieć podstawowe informacje i tezy zawarte w moim artykule.

REWELACJE PETRIEGO

Mechanicznej obróbce kamienia W.M. Flinders Petrie poświęcił cały rozdział swej pracy. Tam znalazłem to, czego szukałem, a czego graficznym symbolem są szkice przedstawione na fig. 1. W.M. Petrie jako jeden z pierwszych archeologów zadał pytanie, jak można było zbudować i jakimi narzędziami wykonać tak ogromne kamienne budowle. Piramida Cheopsa zbudowana jest z około 2 300 tysięcy bloków o łącznej masie około 6,5 mln ton - co odpowiada rocznemu wydobyciu kamienia we Włoszech w 1985 r. Podstawowa część piramidy - jej rdzeń - zbudowana jest z mniejszych, 2-3-tonowych bloków wapienia wydobywanych i paserowanych ręcznie. Natomiast wybrane elementy konstrukcyjne korytarzy, komór, przejść i skrzyń uważanych za sarkofagi nosi wyraźne ślady obróbki mechanicznej, łatwo rozpoznawalne dla kamieniarzy.

Na szczęście Petrie starał się również odpowiedzieć na zadane przez siebie pytanie, co wśród humanistów często się nie zdarza. A co najważniejsze, zmierzył i utrwalił na czytelnych szkicach ślady narzędzi stwierdzone na kamiennych elementach zabudowanych w piramidzie (fig. 1). Patrząc na jego szkice, proszę zwrócić uwagę na dobrze widoczne ślady piłowania piłami ze ścierniwem luźnym (korund, piasek?), toczenia, przecinania tarczowego lub linowego, a zwłaszcza wyraźne ślady wiercenia rdzeniowego w granicie.

Petrie sam był zdziwiony efektami wiercenia. Píše: „Dziesięciocentymetrowe wiertło rurowe w granicie musiało wywierać nacisk jednej do dwóch ton. Na próbie nr 7 spirala nacięć zagłębia się na 2,5 cm na obwodzie piętnastu cm. Spiralne rowki nie mogły powstać inaczej niż w wyniku działania świdrem o potężnym nacisku”.

Przy analizie szkiców - do czego zachęcam - proszę zwrócić uwagę na regularność śladów narzędzi piłujących lub wierzących twarde granit lub dioryt. Zarówno ślady piłowania (ciąćca?), jak również wiercenia wykazują regularność, jaką uzyskuje się tylko za pomocą urządzeń mechanicznych, wymuszających równomierny opad narzędzi lub zagłębianie wiertła.

Typowe ślady piłowania piłą trawkową pracującą ścierniwem luźnym (piasek, korund?)

Ewidencje ślady cięcia tarczą lub liną



Tak wygląda współczesne rurowe wiertło diamentowe, a tak ślad pozostawiony przez identyczne narzędzie w kamiennym elemencie piramidy

Ślady tarczy tnącej czy obróbki tokarskiej?

Ewidencje ślad obróbki tokarskiej w diorycie

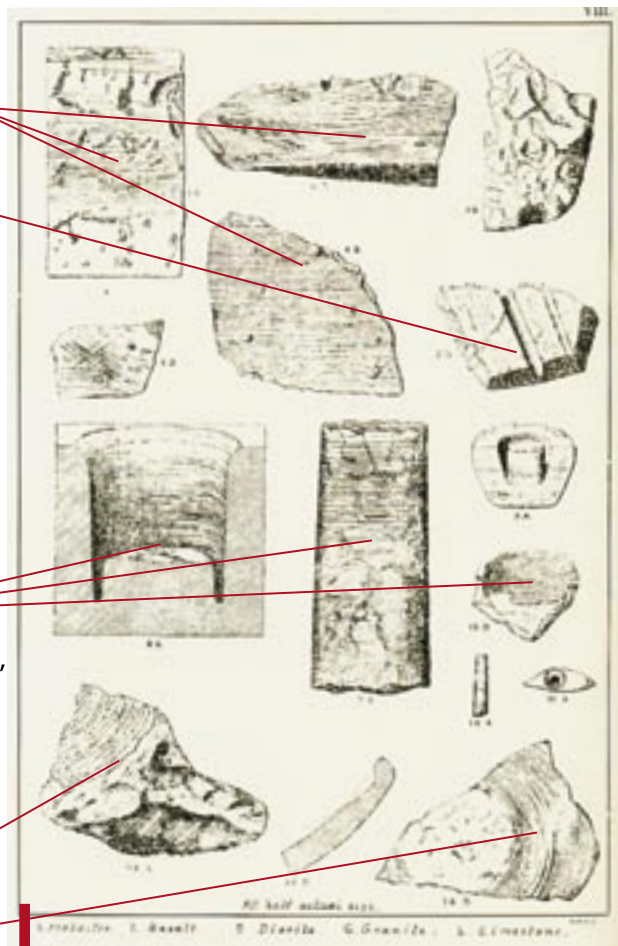


Fig. 1. Ślady tajemniczych narzędzi na elementach piramidy Cheopsa, utrwalone na szkicach W.M. Flindersa Petriego wykonanych ok. 1830 r. podczas pierwszych oględzin piramidy

INNE CIEKAWOSTKI

W.M. Flindersa Petrie w swoich notatkach i pracach naukowych zawarł wiele informacji i kolejnych pytań dotyczących technologii obróbki kamienia. Kilka najbardziej interesujących pozwolę sobie przytoczyć.

Kamienne, smukłe naczynia cienkościennie

„W Sakkarze, w komorach piramidy schodkowej Dżosera z III dynastii znaleziono 30 tysięcy naczyń z diorytu, bazaltu i kwarcu. Głównie są to wazono o długich, eleganckich szyjkach i szerokich korpusach, nierzadko z wydrążonymi uszami”.

Być może współczesne centra obróbcze wyposażone w przystawki tokarskie byłyby zdolne do wykonania cienkościennych naczyń w twardym diorycie lub bazalcie. Natomiast trudno sobie wyobrazić przejście długiej końcówki narzędziowej przez wąską szyjkę wazonu, nie mówiąc już o drążeniu jego uszek.

Nieprawdopodobne napisy

Petrieo zdumiała precyzja wykonania napisów na powierzchni naczyń diorytowych z inskrypcjami IV dynastii: „Hieroglify wykonano swobodnie poruszającym się ostrzem punktowym; nie są ani wydrapane, ani mozolnie wyrte, lecz precyzyjnie wycięte w diorycie. Ponieważ linie mają grubość 0,17 mm, grubość ostrza wynosiła około 0,13 mm. Linie równoległe zostały wygrawerowane w odległości zaledwie 0,85 mm”.

Przypuszczam, że podobnie precyzyjne napisy można obecnie wykonać za pomocą laserowych, komputerowo sterowanych kopiarek, lecz tamte napisy zostały wykonane 4600-4500 lat temu.

Tajemnicze granitowe skrzynie

W czasach współczesnych do hermetycznych dotychczas środowisk archeologów i historyków sztuki badających egipskie zabytki przeszłości zaczęto włączać ludzi ze świata techniki, którzy z pozycji swej wiedzy mogą w inny sposób ocenić dokonania naszych przodków.

W 1995 r. do wyprawy archeologicznej G. Hanckocka i R. Bauvala dołączył inżynier Christopher Dunn specjalizujący się m.in. w metodach obróbki ultradźwiękowej, laserowej i elektroerozyjnej.

Potwierdził on przypuszczenia Petrieo dotyczące m.in. technologii wykonania granitowych sarkofagów (lub bardziej skrzyń, jako że nie ustalono jednoznacznie ich przeznaczenia): bloki granitowe nawiercano wiertłami rurowymi na pełną głębokość, pozostałe rdzenie zaś wyłamywano.

Dunn nie wyklucza możliwości stosowania przez Egipcjan wiertel z nasadkami do obróbki ultradźwiękowej. Obróbka wykańczająca wewnętrznych powierzchni skrzyń mogła być prowadzona ręcznie, lecz z niewiarygodną precyzją.

Z relacji Dunna poruszyło mnie odkrycie w rejonie piramidy Dżosera w Sirapeum 21 wielkich, granitowych skrzyń ukrytych w tunelach wykutych w wapieniu. Skrzynie te mają średnio 4 m długości, 2,3 m szerokości, 3,3 m wysokości i przykryte były masywnymi wiekami. Masa skrzyni i pokrywy została określona na ok. 100 ton. U wylotu jednego z tuneli znaleziono wstępnie obrobiony półfabrykat o wymiarach poprzecznych niewiele mniejszych niż przekrój tunelu, do którego był wprowadzany.

Analiza elementów skrzyni i pokrywy wykazała, że były one obrabiane ostаточно po umieszczeniu wewnątrz tuneli. Powierzchnie stykowe były obrabiane tak dokładnie, że ciężar wieka wyciskał spomiędzy nich powietrze. Dunn przypuszcza, że projektantom tych obiektów chodziło o uzyskanie pełnej szczelności i z tego względu zdecydowali, że obróbka ostateczna będzie się odbywała się w warunkach naturalnego otoczenia.

A obróbka wnętrza skrzyń była precyzyjna: długi liniał przyłożony do ściany i oświetlony latarką (w ciemności) nie wykazywał żadnych prześwitów, przy imponującej powierzchni ścian.

Co więcej, nawet krawędzie na styku ścian i podłogi były zaokrąglone tym samym promieniem. Trudno sobie wyobrazić, w jaki sposób udało się wprowadzić kamienne półfabrykaty o masie 65 ton do wnętrza tuneli o niewiele większym przekroju, a następnie precyzyjnie je obrobić.

ŚLADY OBRÓBK KAMIENI

Franc Zalewski: Ślady obróbki kamieni użytych do zbudowania megalitów Starożytności Egiptu spędzały sen z oczu niejednemu badaczowi. Egipt w latach 2584 – 2117 p.n.e. według uznanych ba-

dań zamieszkiwała społeczność nieznająca wyrobów z żelaza i nieposługująca się kołem. Właśnie w tym okresie powstały piramidy. Jako inżynier geolog badający te obiekty, nie mogłem nie zauważyć wyraźnych śladów obróbki pozostawionych na kamieniach przez robotników.

Sposobom wydobywania i obróbki kamienia w starożytnym Egipcie w tym okresie zajmowało się wielu badaczy, jak Petrie W.M.F. 1930, Reisner G.A. 1936, Aston B., Harel J., Shaw I. 2000 i inni. W swoich pracach podają oni podstawowe sposoby, jakimi mieli posługiwać się robotnicy przy obróbce kamieni. Według nich podstawowym rodzajem obróbki było objanie (Lukas A., 1958), tarcie zaciśniętym w ręce kamieniem z użyciem ściernego proszku, cięcie miedzianą piłą z użyciem proszku ściernego, wiercenie rdzeniowe miedzianą rurą z użyciem proszku ściernego, wiercenie miedzianym lub kamiennym ostrzem z użyciem ściernego proszku.

W świetle moich obserwacji utrwalonych na kilku tysiącach fotografii oraz stale poszerzanej wiedzy z zakresu obróbki kamienia mogę stwierdzić, że sugerowane metody obróbki, a zwłaszcza narzędzia (miedziane) mogły być stosowane jedynie przy najbardziej prymitywnych operacjach wydobywania i paserowania bloków wapiennych stanowiących rdzeń piramidy.

Już wykonanie granitowych sarkofagów wymagało zastosowania obróbki maszynowej. Że tak właśnie było, postaram się wykazać na wybranych fotografiach wykonanych przeze mnie w Egipcie w latach 2003-2007.

Na mojej fot. 2 widać wewnętrzny narożnik sarkofagu z komory króla w Wielkiej Piramidzie. Widoczne są dwie prawie równoległe linie na narożniku pozostałe po obróbce ściany i podłogi sarkofagu. Mogły one powstać tylko przy użyciu urządzenia, które podczas pierwszego cięcia zostało niedokładnie ustawione przez starożytnych kamieniarzy. Obok widoczna jest druga, poprawiona linia cięcia nieznanym narzędziem.



Fot. 2. Poprawiane cięcie na styku pionowej ściany z podłogą sarkofagu. Materiał: granit, szerokość śladu narzędzia 5-7 mm



Fot. 3. Ślady poprawianego cięcia na styku bloków w podstawie piramidy Cheopsa



Fot. 4. Widoczne wyraźne ślady cięcia na bloku bazaltowym, kilkakrotnie poprawianego.



Fot. 5. Blok bazaltowy na wschodnim placu Wielkiej Piramidy. Widoczne cztery równoległe ślady po cięciu. Szerokość szczeliny piłowej 6-7 mm

Podobną sytuację widzimy na fot. 3. W tym przypadku widać ślady powstałe przy dopasowywaniu bloków licowych w podstawie piramidy. W końcowej fazie cięcia ślad pozostawiony przez piłę schodzi łukowo w lewo (na zdjęciu).

Obydwa te przypadki mogły wydarzyć się tylko przy użyciu narzędzi maszynowych, przy ręcznym wykonaniu takiej pracy odchylenie zostałoby natychmiast poprawione.

Ślady pozostałe po narzędziach używanych do różnych prac możemy spotkać niemal w każdej starożytnej budowli Egiptu. Wiele przykładów takiej obróbki pozostało do dziś na placu wschodnim przy Wielkiej Piramidzie.

Widoczne na fot. 4 ślady cięcia na bloku bazaltowym sprawiają wrażenie, jakby kamieniarz próbował skuteczności narzędzia lub urządzenia tnącego przez wykonanie kilku cięć. Chciałbym podkreślić, że widoczne na zdjęciu powierzchnie kolejnych zacięć tworzą regularne, równoległe ślady, jak przy piłowaniu diamentową piłą trakową. Może to oznaczać, że cięcia te nie zostały wykonane od ręki, lecz przez obrabiarkę z mechanicznym (?) zespołem zagłębiania narzędzia w materiał.

Cięcie bazaltowych bloków dla starożytnych kamieniarzy nie stanowiło większego problemu. Na fot. 5 widać ślady po cięciach wykonywanych co kilka centymetrów na już ustawionym na podłożu bloku. Przypuszczalnie ślady te pozostały po ręcznym paserowaniu bloku osadzonego w miejscu przeznaczenia. Obecnie takie nacięcia można wykonać nawet za pomocą ręcznej piły z tarczą diamentową, ale w czasie, kiedy te nacięcia zostały wykonane, nie było ani narzędzi diamentowych, ani prądu elektrycznego.

Na fot. 7 widoczny jest charakterystyczny przełom bloku z głębokim, łukowym wcięciem. Wcięcie to zostało wykonane nieznanym urządzeniem i narzędziem tnącym, dającym szczelinę piłową szerokości 6-7 mm. Na fotografii naniesiono hipotetyczny kształt urządzenia tnącego, które mogło być zastosowane do wykonania wcięcia.

Na fot. 8 pokazane są cięcia na powierzchni bloku bazaltowego, który przypuszczalnie miał stanowić podstawę kolumny. Widać wyraźne ślady dwóch cięć wykonanych obok siebie na prawej i czołowej (na fotografii) ścianie bloku. Proszę zwrócić uwagę na mały promień zaokrąglenia śladów narzędzia wykonującego oba cięcia. Ślady obróbki przypominają ślady pokazane na fot. 7.



Fot. 6. Blok bazaltowy z wschodniego placu Wielkiej Piramidy. Widoczne ślady wiercenia wiertłem rdzeniowym średnicy 67 mm. Skok spirali nacięcia 0,2 mm



Fot. 7. Widoczny ślad głębokiego, łukowego wcięcia i późniejszego odłamania części bloku. Obok hipotetyczny kształt narzędzia (maszyny) przypominającej piłę łańcuchową



Fot. 8. Blok bazaltu z widocznymi śladami obróbki mechanicznej (cięcie i wiercenie)

NIEZNANE TECHNOLOGIE

Zostały zauważone i udokumentowane fotograficznie nieznanne do tej pory ślady cięcia lub innych metod obróbki stosowanych przez starożytnych kamieniarzy. Powierzchnia przecięcia pokazana na fot. 9 nie jest powierzchnią naturalnego przełomu bloku, lecz wynikiem zastosowania nieznannej nam technologii dzielenia bloków wapienia i piaskowca. Cechą charakterystyczną pokazanego przekroju jest zestaw śladów wychodzących z jednego punktu (obszaru), rozbieżnych symetrycznie i łukowo w miarę oddalania się od strefy początkowej. Przypomina on przekrój kwiatu lotosu – stąd przyjęta nazwa technologii „lotosowej”. Przekrój ten może przypominać



Fot. 9. Blok z piramidy łamanej w Dachszur. To nie jest powierzchnia naturalnego przełomu bloku, lecz efekt nieznannej technologii obróbki kamienia nazwanej wstępnie „lotosową”.

efekt działania palników termicznych stosowanych przy wykonywaniu wciniek odprężających w złożach granitu. Na analizowanych płaszczyznach cięcia nie widać jednak śladów oddziaływań termicznych.

Podobne ślady obróbki lub cięcia występują na wszystkich obiektach zbudowanych w czasach egipskiego Starego Państwa i nie tylko... Nie znamy sprzętu kamieniarskiego, jaki może pozostawić podobne ślady po dzieleniu wapieni i piaskowców.

WNIOSKI KOŃCOWE

W.Ch. i F.Z.: Przedstawione zdjęcia inż. Zalewskiego stanowią nie tylko potwierdzenie spostrzeżeń i obserwacji Flinder-

sa Petriego, lecz dodają nowe elementy do naszej wiedzy w zakresie technik kamieniarskich stosowanych przez Egipcjan.

Petrie opisał i wykonał szkice śladów narzędzi na zamontowanych uprzednio elementach i ślady błędnych cięć poprawianych i wykonywanych ponownie – co widać wyraźnie na załączonych zdjęciach inż. Zalewskiego (fot.2).

Nowością są ślady cięcia nieznanymi urządzeniami pracującymi nieznanymi narzędziami pozostawiającymi ślady szerokości 6-7 mm. Ślady przedstawione na fot. 7 i 8 sugerują, że mogły to być wrębiarki (łańcuchowe, linowe?) zbliżone do współczesnych pił łańcuchowych do drewna. Ślady na przekrojach uzyska-

– zwłaszcza granitów i bazaltów – do napędu tych urządzeń nie mogła wystarczyć siła ludzka. Z tego stwierdzenia wynika kłopotliwe pytanie: jaki był napęd tych urządzeń, które musiały pracować również wewnątrz piramidy podczas montażu jej elementów.

Zauważone i sfotografowane przez inż. Zalewskiego ślady „lotosowej” obróbki bloków wapieniowych i piaskowcowych (fot. 8) stanowią kolejną zagadkę. Masowość występowania takich przekrojów na elementach kamiennych w rejonie egipskich piramid wskazuje na zastosowanie urządzenia bardzo skutecznego i łatwego w obsłudze. Brak śladów oddziaływania energii cieplnej oraz rodzaj dzielonego materiału (wapień, piaskowiec) wydają się wykluczać zastosowanie lanc termicznych stosowanych współcześnie do rozcinania złóż granitu. A jeśli nie energia cieplna, to jaka?

Poziom techniczny stosowanych obecnie narzędzi i obrabiarek do kamienia wydaje się zbliżać do poziomu, jaki był niezbędny do wykonania zaawansowanych technicznie elementów kamiennych występujących w rejonie piramidy Cheopsa i jej otoczeniu.

Nasze współczesne centra obróbcze, wieloosiowe diamentowe traki linowe, kopiarki, przecinarki mogą wykonać z kamienia każdy dowolny kształt z dokładnością elementów, które pozostawili nasi wielcy poprzednicy. Możliwe, że niedługo uda się skonstruować precyzyjne piły łańcuchowe zdolne do wykonania cięć w granicie i bazalcie jak pokazane na zdjęciach 7 i 8 lub skonstruować urządzenia do „lotosowej” metody dzielenia bloków wapiennych i piaskowcowych.

Wacław Chrzęszczewski
wastone@nowykamieniarz.pl
Franc Zalewski
franc.zalewski@onet.pl

Bibliografia

- Petrie W.M.F. 1833. *The Pyramids and Temples of Gizeh*, wyd. 1990 London.
- Arnold D. 1988. *Manoeuvring casing blocks of pyramids*, in: J. Baines et al. (eds.), *Pyramid Studies and Other Essays presented to I.E.S. Edwards*, London, p. 12-24.
- Aston B.G., Harell J. and Shaw I. 2000. *Stone*, in: P.T. Nicholson, I. Shaw (eds.), *Ancient Egyptian Materials and Technology*, Cambridge.
- Petrie W.M.F. 1930. *The Building of a Pyramid, Ancient Egypt, Part II*, p. 33-91.
- Reisner G.A. 1936. *The Development of the Egyptian Tomb Dawn to the Accession of Cheops*. Cambridge Harvard University.
- Lukas A. 1962. *Ancient Egyptian materials and industries*. Edward Arnold (Publishers) LTD London.
- Childress. D.H. 2001. *Technology of the Gods*. Amber

nych przecięć (fot.4), wykazujące równomierne zagłębienie narzędzia w materiał (podobne do śladów piłowania piłami trakowymi), wskazują na zastosowanie stacjonarnego urządzenia z wymuszonym (mechanicznym?) zagłębieniem narzędzia w materiał.

To hipotetyczne urządzenie mogło być zastosowane również do wycinania wnętrza sarkofagu, o czym świadczą ślady cięcia (fot. 2). Może to podważyć założenia przyjmowanej obecnie hipotezy odnośnie do wykonania sarkofagów metodą nawiercania wiertłami rurowymi i wylamywania rdzeni.

Pomijając sprawę narzędzi, można stwierdzić, że biorąc pod uwagę wytrzymałość obrabianych materiałów