

## Wykonanie polerownika

Autor tekstu: **Marcin Klapczyński**

**A**by kontynuować pracę konieczne jest wykonanie nowego narzędzia — polerownika. Krążek szklany jest zbyt twardy do tego celu i potrzebna jest powierzchnia, która jeszcze dokładniej dopasuje się do profilu zwierciadła. Materiałem tym jest lepik, najlepiej lepik burgundzki wykonany z żywicy drzewnej. Można użyć również lepiku budowlanego, ale najlepiej bezpośrednio od producenta, stanowczo odradzam pożyczanie lepiku z budowy - nawet jedno ziarno piachu podstępnie zatopione w masie powyrzyna rysy na powierzchni zwierciadła, pieczołowicie dopieszczonej podczas wygładzania.

Ważna jest twardość lepiku, o czym przekonałem się na własnej skórze. Pierwszy polerownik rozpułnął mi się po kilku godzinach pracy, gdyż polerowanie wykonywałem w ogrzewanej piwnicy, gdzie temperatura była zbyt wysoka. Dlatego też zamówiłem twardszy lepik i okazał się odpowiedni do tych warunków. Jeśli więc planujesz polerować w ciepłym pomieszczeniu lub np. w szopce latem, relatywnie twardy lepik będzie dobry. Polerowanie w nieogrzewanej piwnicy zimą będzie wymagało lepiku bardziej miękkiego.

Zanim zaczniemy. **Roztopiony lepik jest bardzo gorący i jest źródłem trujących i podrażniających oparów. Zapalony lepik będzie bardzo trudny do ugaszenia i zacznie potwornie kopcić. Przy wykonywaniu polerownika powinno nosić się odzież ochronną, rękawiczki i przebywać w dobrze wietrzonym pomieszczeniu lub na dworze. Wszystkie poniższe czynności wykonujecie na własną odpowiedzialność.** Lepik burgundzki nie cuchnie tak jak lepik budowlany, można nawet powiedzieć, że posiada przyjemną, żywiczną woń. Jest jednak równie brudzący i szkodliwy.

Wykonanie polerownika wymaga dobrego zorganizowania i opanowania. Są dwa sposoby wykonania polerownika. Szkoła francuska, na czele z Texereau [1], proponuje wylewanie lepiku do formy i wycinanie poszczególnych sześcianów, po czym przyklejanie ich na powierzchnię krążka używanego do szlifowania i wygładzania. Metoda „amerykańska”, którą przedstawiam poniżej jest łatwiejsza dla osób wykonujących zwierciadło po raz pierwszy i nie pozbawia nas krążka, który może się jeszcze przydać.

Przygotowujemy materiały potrzebne do wykonania polerownika:

- sproszkowany kamień dentystyczny 2kg
- lepik burgundzki/budowlany 0.45 kg
- puszka po kawie
- elektryczna kuchenka, ewentualnie kuchenka turystyczna **na własne ryzyko**
- kijek do mieszania, plastikowa łyżka
- taśma malarska, szeroka na 5 cm, taśma Duct Tape
- żyłetka
- metalowa linijka
- podłużny kawałek z grubego plastiku szeroki na co najmniej 5 cm, zdolny do objęcia zwierciadła
- folia plastikowa, folia aluminiowa
- terpentyna
- wazelina
- odrobina tlenku ceru wymieszana z wodą w butelce

### Wykonanie podstawy

Podstawę powinno się wykonać zaraz po skończeniu pracy z proszkiem SiC #220, aby ewentualne zarysowania można było łatwo usunąć. Do wytworzenia podstawy polerownika potrzebne nam będzie zwierciadło jako forma. Czyste zwierciadło smarujemy wazeliną, tak aby pokryć równomiernie całą powierzchnię, następnie pokrywamy folią plastikową. Wazelina chroni powierzchnię od porysowania podczas nakładania masy kamienia dentystycznego do formy. Wokół zwierciadła owijamy ciasno pas z mocnego plastiku i zamykamy uformowaną tak tamę mocną taśmą Duct Tape. Od środka tamy zaznaczamy cienkopisem odległość 4 cm od

powierzchni krawędzi zwierciadła.



Rycina 25. Zwierciadło pokryte wazeliną i folią plastikową należy otoczyć tamą i zaznaczyć wysokość do której będziemy wylewać podstawę polerownika.

W wiadrze lub misce mieszamy 2 kg kamienia dentystycznego z ok. pół litra wody. Wodę należy dolewać powoli, masa powinna mieć formę jednolitej pasty na tyle gęstej, aby **nie można było jej przelewać**. Urobioną masę nakładamy łyżką do formy, nie powinna ona osiadać sama z siebie. Do przenoszenia pasty można użyć również plastikowego kubka. Po umieszczeniu całej masy, bierzemy formę w obie ręce i wprowadzamy ją w drgania, nie odrywając jej od podłoża. Obracamy następnie formę w rękach po czym kontynuujemy potrząsanie i obracanie do czasu, kiedy masa wypoziomuje się i wszystkie bąble powietrza wypłyną na powierzchnię, co jest widoczne na zdjęciu poniżej.



Rycina 26. Masę przekładamy do formy i potrząsamy nią tak długo, aż wszystkie bąble wypłyną na powierzchnię, tak jak widać to na fotografii po prawej. Jeśli nie chcesz stracić wiadra, wlej do niego wody zaraz po użyciu.

Po 5 minutach sprawdź twardość kamienia, nie powinien on twardnąć dłużej niż 15 minut. Po tym czasie usuwamy tamę i ostrożnie rozsuwamy zwierciadło i nowo uformowaną podstawę, którą kładziemy na folię aluminiową.



Rycina 27. Świeżo uformowana podstawa polerownika. Jej ostre krawędzie można złagodzić osetką. Linie na powierzchni to odcisk od zagiętej folii plastikowej, których nie trzeba koniecznie usuwać.

Gotową podstawę pozostawiamy leżącą na kilka godzin. Po około 30 minutach podstawa zrobi się gorąca, co jest normalnym procesem podczas twardnienia kamienia dentystycznego. W międzyczasie bierzemy odrobinę lepiku i kruszymy go na proszek po czym mieszamy z terpentyną. Po ostygnięciu podstawy nacieramy ją kilkakrotnie tą miksturą i pozostawiamy w temperaturze pokojowej przez noc. **Terpentyna jest materiałem łatwopalnym** i strasznie śmierdzi, polecam więc pracę w rękawiczkach i kiedy reszta domowników wyjechała gdzieś na weekend. Następnego dnia wkładamy podstawę do piekarnika i nastawiamy na 200°C na 4-5 godzin. Po tym 'zapiekaniu' i ostudzeniu możemy przystąpić do dalszej części wykonania polerownika.

Podstawę polerownika można wykonać również z gipsu, jednak trzeba go będzie pokryć klejem epoksydowym, aby uniknąć nasiąkania wodą i uniknięcia odpadania okruchów. Kamień dentystyczny jest już wodoodporny i na tyle miękki, że ewentualne okruchy nie porysują powierzchni polerowanego zwierciadła.

Do puszki po kawie lub starego garnka kruszymy lepik. Najlepiej nie wyciągać lepiku z opakowania i uderzać młotkiem do skruszenia. Wokół podstawy polerownika przymocowujemy taśmę maskującą, owijając podstawę dwa razy. Tak uformowana tama powinna mieć co najmniej 2 cm.



Rycina 28. Po lewej lepik burgundzki skruszony do puszki, po prawej podstawa z tamą z taśmy malarskiej. Do puszki przytwierdzone jest niewielkie imadło, aby utrzymać ją bez problemu, gdy lepik zostanie roztopiony i blacha się stanie się gorąca.

Zanim rozpoczniemy topienie lepiku, należy nieznacznie podgrzać zwierciadło. Niektórzy używają do tego ciepłej wody, jednak wystarczy zwykła lampka biurkowa. Należy jednak być ostrożnym, aby zwierciadła nie przegrzać. Powinno ono mieć temperaturę nieco wyższą od dłoni.



Rycina 29. Podgrzewanie zwierciadła. Żarówka nie powinna znajdować się zbyt blisko, aby zwierciadła nie przegrzać. Szkło typu Pyrex nagrzewa się i stygnie powoli.

Umieszczamy podstawę na stanowisku do szlifowania i nacieramy ją terpentyną, co zapewni mocne związanie z lepikiem. Rozpoczynamy powolne podgrzewanie lepiku, **nie można doprowadzić go do wrzenia**, gdyż traci on wtedy swoje właściwości. Warto ściągnąć co jakiś czas puszkę z kuchenki i zamieszać kołyszając ją na boki, gdyż okruchy lepiku przy samym dnie topią się szybciej niż te na powierzchni. Gdy w końcu cały lepik w puszcze ma konsystencję gęstej zupy, bardzo wolno wlewamy go na środek podstawy unikając powstawania bąbli. Po wlaniu całego lepiku należy poprzebijać bąble, które pokażą się na powierzchni.



Rycina 30. Lepik należy wlewać bardzo wolno, ewentualne bąble powietrza można poprzebijać np. plastikową łyżeczką.

Po wlaniu całej zawartości puszki czekamy około 10-15 minut aż lepik stanie się nieco twardszy. Czas ten może wydłużyć się w przypadku bardziej miękkiego lepiku. Co jakiś czas można sprawdzać twardość powierzchni. Należy odwinąć nieco taśmy odsłaniając bok wlanego lepiku i zobaczyć czy nie wypływa on na bok. Taśmę zdieramy stanowczymi i szybkimi ruchami, inaczej lepik będzie ciągnął się jak cukierek toffi.





Rycina 31. Zdzieranie taśmy musi odbywać się gwałtownie. Jeśli lepik zaczyna wypływać na boki, należy jeszcze poczekać.

Poniższe kroki należy wykonać w miarę szybko. Po zdarcie całej taśmy smarujemy ciepłe zwierciadło emulsją  $CeO_2$  i kładziemy bez nacisku na lepik. Obracamy zwierciadło kilka razy, po czym zdejmujemy i odkładamy na bok. Bierzymy do ręki metalową linijkę i mocno naciskając wykonujemy serie podłużnych i poprzecznych rowków formując sześciany polerownika. Nie należy dociskać linijki do samej podstawy. Najważniejszą sprawą w tym procesie jest wykonanie asymetrycznego polerownika. Jest to konieczne, aby uniknąć deformacji powierzchni zwierciadła wynikłych z jego regularnego kształtu.



Rycina 32. Na początku wykonywanie rowków może iść topornie, dobrze jest też podgrzać linijkę dla łatwiejszej pracy. Najważniejszym jest utrzymanie asymetryczności polerownika, na ilustracji po prawej widać, że układ sześciątów jest przesunięty wobec środka w prawo i do góry. Na środku polerownika nie mogą ani krzyżować się rowki, ani nie powinien być to środek sześcianu. Polerownik po prawej jest wytworzony z twardszego lepiku niż ten po lewej, stąd ciemniejszy kolor. Zdjęcie było wykonane pod koniec polerowania - można zauważyć, że zewnętrzne sześciany zostały bardziej „rozciągnięte” ku krawędziom.

Po wytworzeniu kanałów na polerowniku umieszczamy zwierciadło i wystający lepik odłupujemy za pomocą szpachli. Zostawiamy zwierciadło na polerowniku na 5-10 minut, co jakiś czas je obracając. Zdejmujemy następnie zwierciadło i poszerzamy kanały za pomocą żyletki. Oprócz czyszczenia kanałów należy ściąć krawędź polerownika pod kątem  $45^\circ$ , tak aby średnica polerownika była nieco mniejsza od średnicy zwierciadła.

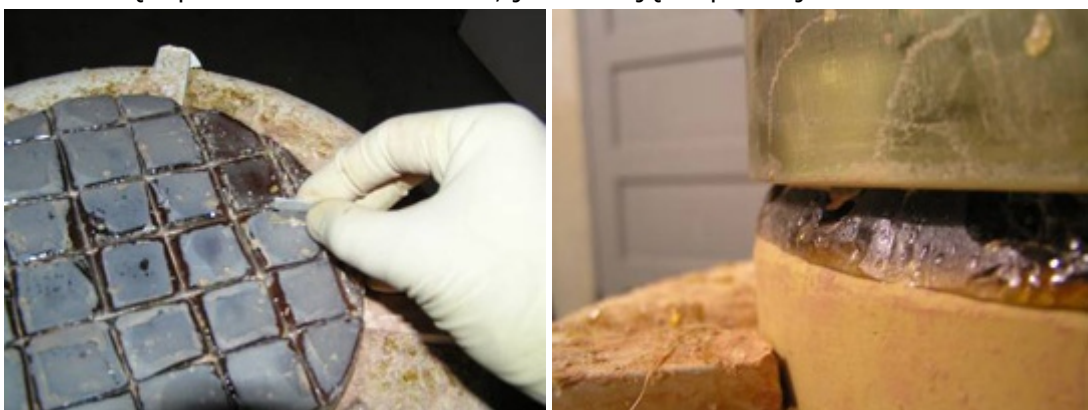


Rycina 33. Nadmiar lepiku zostaje odłupany szpachlą, następnie należy wyczyścić i poszerzyć rowki za pomocą żyłki. Dodatkowo należy ściąć krawędź polerownika pod kątem 45°.

Ścięcie krawędzi polerownika zapobiega bardzo niepożądaną deformacji zwierciadła, zwanej odwróconą krawędzią. W trakcie polerowania stan polerownika należy monitorować pod tym względem.

Twardość lepiku trudno jest dobrać „na oko”. Każde stanowisko pracy charakteryzuje się inną temperaturą i wilgotnością. Polerownik prawidłowej twardości wymaga poprawienia rowków co 2-3 godziny pracy, jeśli rowki zamykają się dużo wcześniej, oznacza to, że w pomieszczeniu jest za ciepło. Tak było w moim przypadku, kiedy rowki zamykały się już po 40 minutach pracy i polerownik dosłownie rozplynał mi się po czterech godzinach polerowania. Należy powiedzieć również kilka słów na temat przechowywania polerownika. Tak naprawdę lepik jest cieczą, tylko o bardzo wysokiej gęstości. Pozostawiony na dłuższy czas na nierównej powierzchni przepłynie nieznacznie w kierunku przechyłu. Dlatego należy go przechowywać na płaskiej powierzchni, zapobiegając również jego wysuszeniu, co pozbawia go cennych właściwości. Dobrym sposobem przechowywania jest umieszczenie polerownika w okrągłym pojemniku na jedzenie z pokrywką — drobiny piasku czy kurzu, które opadną na powierzchnię po pewnym czasie mogą „utonąć” w lepiku. Należy unikać tego za wszelką cenę, gdyż powierzchnia polerownika ulega nieustannemu zdzieraniu i może po pewnym czasie odsłonić zatopione śmieci i zniszczyć powierzchnię zwierciadła.

Po około 2-3 godzinach polerowania drobiny proszku i szkła wtapiają się w powierzchnię polerownika redukując jego skuteczność. Należy wtedy, oprócz poszerzenia kanałów, zdrapać cienką warstewkę z powierzchni sześcianów, jak na zdjęciu poniżej.



Rycina 34. Polerownik traci swoją skuteczność po tym, jak drobiny szkła i starty proszek wnikają w jego powierzchnię. Należy wtedy delikatnie zdrapać cienką warstwę przesuwając żyłkę prostopadłe do powierzchni. Średnica polerownika powinna być nieznacznie mniejsza od średnicy zwierciadła — na zdjęciu po prawej zwierciadło spoczywa na polerowniku.

Rowki pełnią ważne funkcje podczas polerowania. Czynią one operację łatwiejszą, zapobiegając zbyt silnemu sklejeniu się polerownika ze zwierciadłem i pozwalają emulsji

polerującej sprawnie przepływać i być wymienianej podczas ruchów zwierciadła. Dlatego tak ważnym jest ich regularne poszerzanie. Operacja poszerzania, jak i czyszczenie powierzchni to czynność bardzo brudząca, ale metoda z użyciem żyłki jest najskuteczniejsza. Całą operację można wykonywać w misce, zanurzając polerownik pod wodą, wtedy lepik nie pryska na boki, tylko wypływa na powierzchnię wody. Gdy rowki zamkną się zbyt szczelnie, można użyć ponownie rozgrzanej metalowej linijki. Niektórzy używają lutownicy bądź piły, jednak wykończenia żyłką nic nie zastąpi.

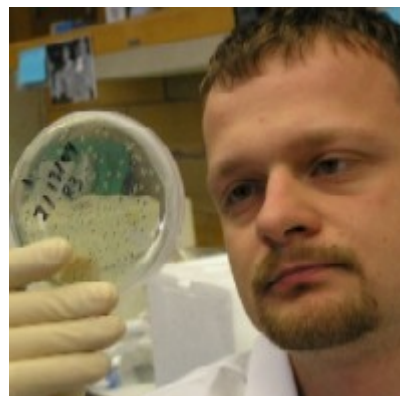
## <<< Szlifowanie zwierciadła ||| Polerowanie zwierciadła >>>

Przypisy:

**[1]** Jean Texereau, *How to Make a Telescope, Second Edition*, wydawnictwo Willmann-Bell, Inc., ISBN 0-943396-04-2. Wydawca zezwala na reprodukcję, tłumaczenie i modyfikację ilustracji tylko na zasadzie *fair use*, czyli w celach edukacyjnych i niedochodowych. Szczegóły tego prawa można przeczytać w sekcjach 107 i 108 dokumentu United States Copyright Act.

### **Marcin Klapczyński**

Ukończył biologię molekularną na Uniwersytecie Adama Mickiewicza w Poznaniu. Pracuje jako Research Specialist in Health Science w Department of Anatomy and Cell Biology na University of Illinois w Chicago. Zajmuje się molekularnymi podstawami rozwoju komórek receptorowych w błędniku. Jego laboratorium współpracuje z NASA, badając wpływ stanu nieważkości na funkcjonowanie narządu percepcji równowagi. Specjalizuje się w ekspresji białek 'od zera', hodowlach linii komórkowych, symulacji in vitro procesów zachodzących w komórkach. Jego pasją jest teoria ewolucji, w szczególności ewolucja systemów biochemicznych i pochodzenie życia we Wszechświecie.



[Pokaż inne teksty autora](#)

(Publikacja: 12-06-2006 Ostatnia zmiana: 17-06-2006)

[Oryginał.](http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,4842) (<http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,4842>)

Contents Copyright © 2000-2008 by Mariusz Agnosiewicz

Programming Copyright © 2001-2008 Michał Przech

Autorem tej witryny jest Michał Przech, zwany niżej Autorem.

Właścicielem witryny są Mariusz Agnosiewicz oraz Autor.

Żadna część niniejszych opracowań nie może być wykorzystywana w celach komercyjnych, bez uprzedniej pisemnej zgody Właściciela, który zastrzega sobie niniejszym wszelkie prawa, przewidziane w przepisach szczególnych, oraz zgodnie z prawem cywilnym i handlowym, w szczególności z tytułu praw autorskich, wynalazczych, znaków towarowych do tej witryny i jakiegokolwiek ich części.

Wszystkie strony tego serwisu, wliczając w to strukturę podkatalogów, skrypty JavaScript oraz inne programy komputerowe, zostały wytworzone i są administrowane

przez Autora. Stanowią one wyłączną własność Właściciela. Właściciel zastrzega sobie prawo do okresowych modyfikacji zawartości tej witryny oraz opisu niniejszych Praw Autorskich bez uprzedniego powiadomienia. Jeżeli nie akceptujesz tej polityki możesz nie odwiedzać tej witryny i nie korzystać z jej zasobów.

Informacje zawarte na tej witrynie przeznaczone są do użytku prywatnego osób odwiedzających te strony. Można je pobierać, drukować i przeglądać jedynie w celach informacyjnych, bez czerpania z tego tytułu korzyści finansowych lub pobierania wynagrodzenia w dowolnej formie. Modyfikacja zawartości stron oraz skryptów jest zabroniona. Niniejszym udziela się zgody na swobodne kopiowanie dokumentów serwisu Racjonalista.pl tak w formie elektronicznej, jak i drukowanej, w celach innych niż handlowe, z zachowaniem tej informacji.

Plik PDF, który czytasz, może być rozpowszechniany jedynie w formie oryginalnej, w jakiej występuje na witrynie. **Plik ten nie może być traktowany jako oficjalna lub oryginalna wersja tekstu, jaki zawiera.**

Treść tego zapisu stosuje się do wersji zarówno polsko jak i angielskojęzycznych serwisu pod domenami Racjonalista.pl, TheRationalist.eu.org oraz Neutrum.eu.org.

Wszelkie pytania prosimy kierować do [redakcja@racjonalista.pl](mailto:redakcja@racjonalista.pl)