

# Uzdatnianie i utylizacja chłodziwa w obróbce skrawaniem

## Treatment and disposal of coolant in machining operations

HALINA PODSIADŁO  
TOMASZ SZMURŁO\*

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2017.8-9.106>

W obróbce skrawaniem chłodziwa pełnią bardzo ważną rolę. Z czasem ulegają one zużyciu i w takiej postaci są szkodliwe dla ekosystemu. Ze względów ekonomicznych warto zadbać o ich uzdatnienie do ponownego użycia. Z kolei z powodu dbałości o środowisko naturalne należy je odpowiednio utylizować. Te zagadnienia są przedmiotem artykułu.

**SŁOWA KLUCZOWE:** ciecze chłodzące, obróbka skrawaniem, uzdatnianie chłodziwa, utylizacja, ekonomia, ekologia

*Coolant plays a very important role in machining operations. Over time, coolants become worn out and, as such, they would be corruptive for the ecosystem. For economic reasons, it is worthwhile to treat them for reuse. Then for the environment protection reasons they should be properly disposed of. These issues are closing the subject of the article.*

**KEYWORDS:** cooling liquids, machining, coolant conditioning, utilization, economics, ecology

Ciecze chłodzące grają kluczową rolę w obróbce skrawaniem. Bez nich takie zabiegi, jak: wiercenie, gwintowanie czy szlifowanie, byłyby trudne do wykonania. Do zadań płynów obróbkowych należą:

- obniżenie temperatury narzędzia i przedmiotu obrabianego, co korzystnie wpływa na dokładność wymiarową wytwarzanego detalu i trwałość ostrza,
- zmniejszenie tarcia pomiędzy narzędziem a materiałem obrabianym i wiórami, co wpływa na redukcję siły i mocy skrawania, a więc zmniejszenie ilości wytwarzanego ciepła, oraz poprawę jakości obrabianej powierzchni,
- ułatwienie usuwania wiórów ze strefy skrawania,
- przeciwdziałanie powstawaniu narostu,
- zabezpieczenie antykorozyjne przedmiotu i obrabiarki.

Aby spełnić podstawowe wymagania funkcjonalne, płyn obróbkowy powinien:

- dobrze odprowadzać ciepło, za co odpowiada woda,
- mieć dobre właściwości smarne, co z kolei sprawia olej.

Płyny obróbkowe można podzielić na emulsje olejowe i czyste oleje. **Emulsje olejowe** to mieszaniny oleju, zwykle mineralnego, z wodą (w proporcji od 1:10 do 1:60) z dodatkami emulgatorów, inhibitorów korozji i środków bakteriobójczych. Mają lepsze właściwości chłodzące od wody i znacznie wyższe od niej zdolności smarne. Poprawiają właściwości smarne, które można uzyskać dzięki dodaniu olejów roślinnych lub zwierzęcych. Dostarczane są w postaci koncentratów, które należy mieszać z wodą, najczęściej za pomocą specjalnych mieszalników (rys. 1).

Jako **oleje** można stosować tłuszcze roślinne i zwierzęce, mineralne lub mieszane. Najczęściej wykorzystywane są oleje mineralne, jako najtańsze i najbardziej efektywne. W porównaniu z emulsjami oleje mają:

- znacznie słabsze właściwości chłodzące,
- lepsze właściwości antykorozyjne i smarne dzięki dodatkom aktywnym lub domieszkom olejów tłuszczowych.



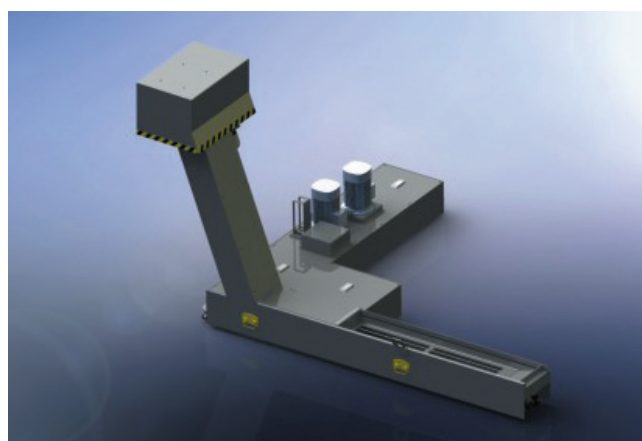
Rys. 1. Mieszalnik do dozowania koncentratu oleju z wodą [1]

Płyny oparte na olejach tłuszczowych są bardzo efektywne, także pod względem właściwości chłodzących, i łatwo ulegają biodegradacji [10].

Poza emulsjami olejowymi i olejami stosuje się **syntetyczne płyny obróbkowe**. Są to roztwory wodne np. glikolu bez oleju. Wykazują właściwości podobne do emulsji olejowych, a ich przezroczystość ułatwia obserwowanie strefy obróbki [8].

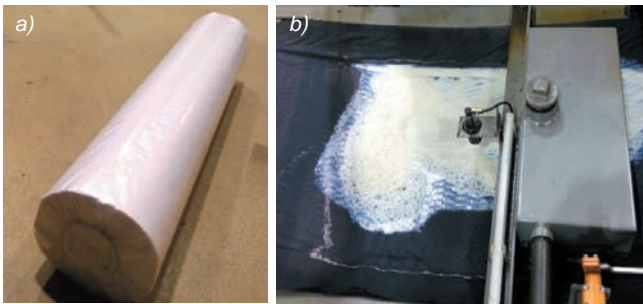
### Odzyskiwanie chłodziwa w skali pojedynczej firmy

Odzyskiwanie chłodziwa jest jednym ze sposobów na redukcję kosztów i świadczy o dbałości o ochronę środowiska. Najbardziej rozpowszechnione jest stosowanie układu zamkniętego, co pozwala na wielokrotne wykorzystanie tego samego płynu chłodząco-smarującego. Proces polega na tym, że chłodziwo podane w strefę skrawania spływa po detalu i stole obróbkowym razem z wiórami do szuflady bądź transportera wiórów (rys. 2). Transporter/szuflada pełni dwie funkcje: usuwają wióry z przestrzeni maszyny oraz odseparowują chłodziwo od pozostałości po obróbce. Od tego momentu rozpoczyna się proces odzysku chłodziwa. Przepływa ono przez sita,



Rys. 2. Transporter wiórów [2]

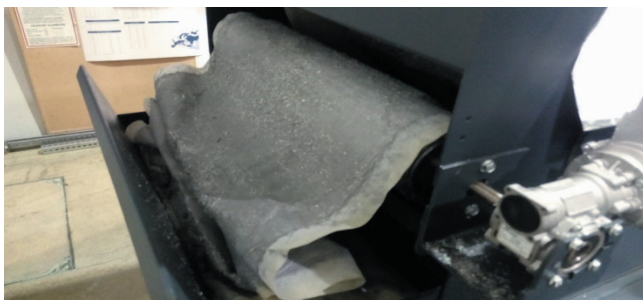
\* Prof. dr hab. inż. Halina Podsiadło (h.podsiadlo@onet.pl), inż. Tomasz Szmurło (szmurlotomasz@gmail.com) – WIP, IMiP, Politechnika Warszawska



Rys. 3. Zapasowa rolka materiału filtrującego [1] (a); proces filtracji chłodziwa z użyciem fizeliny z domieszką węgla aktywnego [1] (b)

na których osadzają się grubsze frakcje wiórów, a następnie jest przepompowywane do głównego zbiornika [11]. Zanim jednak tam trafi, jest filtrowane przez specjalny materiał (rys. 3a i b). Fizelina występuje w dwóch rodzajach: zwykła biała oraz czarna, zawierająca węgiel aktywny, który zapobiega rozwojowi pleśni w emulsjach pochodzenia naturalnego. Przesiakiwając przez materiał, chłodziwo pozostawia na nim drobne wióry, tzw. szlam (rys. 3b).

Oczyszczanie chłodziwa z drobnej zawiesiny metalicznej jest bardzo istotne ze względu na przedłużenie żywotności pomp wysokiego ciśnienia oraz zapewnienie drożności kanałków doprowadzających płyn bezpośrednio w strefę skrawania. Chłodziwo po filtracji jest z powodzeniem wykorzystywane w procesie skrawania, w obiegu zamkniętym. Zużyta fizelina z osadzonym na niej szlamem zbierana jest do przeznaczonego na nią pojemnika, a następnie utylizowana (rys. 4).



Rys. 4. Zużyta fizelina [1]

### Oczyszczanie cieczy chłodziwo-smarującej

Kolejnym zabiegiem przywracania własności użytkowych chłodziwa jest zebranie oleju gromadzącego się na powierzchni cieczy. Olej rozprowadzany przez układ centralnego smarowania maszyny jest dostarczany do wszystkich jej ruchomych elementów pracujących pod obciążeniem.



Rys. 5. Urządzenie do separacji oleju [1]

Nadmiar oleju spływa do przestrzeni roboczej maszyny, gdzie miesza się z cieczą chłodziwą. Za pomocą chropowatej taśmy obracanej na rolkach nagromadzony olej jest zbierany z powierzchni emulsji chłodziwej (rys. 5). Do taśmy dociśnięta jest aluminiowa rynienka, która odprowadza z niej olej, następnie olej spływa przez wężyk do oddzielnego pojemnika.

W przemyśle używane są również odolejaczki na większą skalę (rys. 6), bardziej wydajne, wykorzystywane w większych zbiornikach.



Rys. 6. Odolejacz przemysłowy [3]

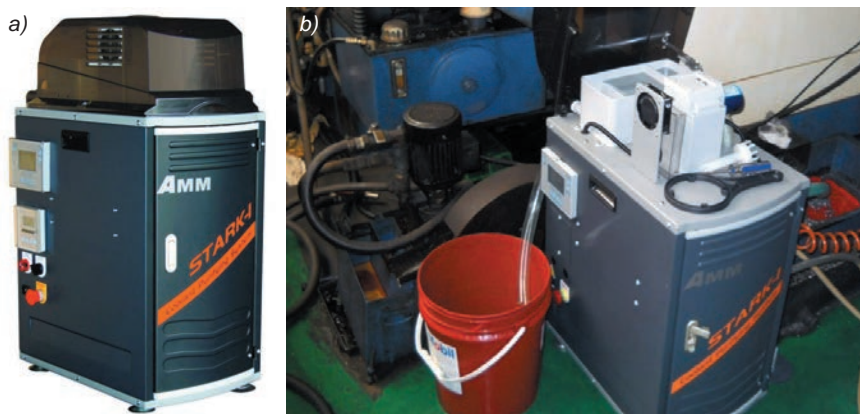
### Systemy oczyszczania i regeneracji chłodziwa na potrzeby firmy

W odpowiedzi na coraz bardziej restrykcyjne normy ochrony środowiska oraz politykę oszczędności na rynku pojawiają się nowoczesne urządzenia do oczyszczania i regeneracji chłodziwa (rys. 7a). Takie urządzenia mogą być instalowane przy każdej maszynie (rys. 7b) korzystającej z olejowego systemu chłodzenia. Olej oraz inne unoszące się substancje są separowane od chłodziwa, w wyniku czego chłodziwo nadaje się do ponownego użytku.

Urządzenia uzdatniające chłodziwo:

- oczyszczają i regenerują chłodziwo,
- filtrują zanieczyszczenia (filtr 0,4 mm),
- dezynfekują i dezodoryzują (usuwiają przykry zapach),
- separują i odzyskują olej,
- są przyjazne dla środowiska,
- są samoczyszczące,
- oferują wysoką efektywność i niskie koszty utrzymania,
- redukują ryzyko podrażnienia skóry pracownika,
- mają sterowniki PLC nadzorujące pracę,
- mogą wykonywać pomiar odczynu pH (dodatkowa opcja),
- umożliwiają połączenie kilku maszyn (obrabiarek) w jeden system.

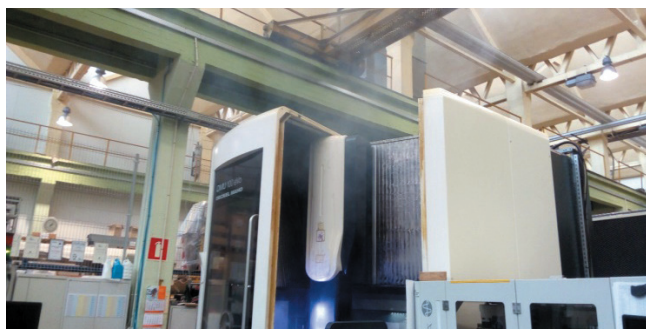
Systemy tego typu pozwalają znacznie ograniczyć wydatki na nowe chłodziwo i utylizację starego. Odseparowany olej jest zbierany w większe zbiorniki i odbierany przez wyspecjalizowane firmy, następnie jest ponownie przetwarzany i służy jako baza pod kolejne produkty.



Rys. 7. Przykładowe urządzenie uzdatniające chłodziwo [3] (a), urządzenie zespolone z układem chłodzenia obrabiarki [1] (b)

### Mgła olejowa, czyli chłodziwo w postaci aerozolu

Podczas obróbki z wysokimi parametrami z chłodziwa powstaje aerozol, który wydostaje się z przestrzeni obróbkowej maszyny. Powstała chmura unosi się nad maszyną i miesza z powietrzem. Jest wdychana przez operatorów, osiada na elementach wyposażenia warsztatu, wydostaje się na zewnątrz budynku przez otwarte okna bądź wentylację (rys. 8).



Rys. 8. Chmura unoszącego się nad maszyną aerozolu z chłodziwa [1]

Aby zapobiegać tego typu zjawiskom, firmy powinny się zaopatrzyć w separatory mgły olejowej, dymów i oparów powstających podczas obróbki mechanicznej z użyciem pełnych lub emulgowanych chłodziw. Przykładem takiego rozwiązania może być filtr do systemów centralnych (rys. 9). Zaprojektowano go do większych maszyn. Może być również wykorzystywany jako minisystem centralny do połączenia kilku maszyn, tak aby zapewnić optymalną wydajność oraz łatwiejsze sterowanie.

Takie urządzenie:

- ma minisystemy filtracji nadające się zwłaszcza do parku maszynowego,
- umożliwia filtrowanie dużych ilości powietrza pochodzącego od dużych obrabiarek,
- jest uniwersalne – można je podłączać do różnych maszyn i dołączać kolejne,
- jest wyposażone w wysoko wydajne moduły, dzięki którym oczyszczone powietrze może być zwracane do pomieszczenia, co prowadzi do redukcji kosztów ogrzewania.

Kolejnym przykładem może być separator typu CMC, będący połączeniem samooczyszczającego się systemu wirówki oraz systemu mechanicznych filtrów z powiększoną powierzchnią filtracji. Separator jest wyposażony w zintegrowany filtr wstępny, zalecany w ciężkich warunkach, przy dużej ilości pyłów i wiórów lub gdy miejsce zasysania znajduje się blisko wrzeczona (rys. 10).



Rys. 9. Urządzenie typu UF – filtr do systemów centralnych [4]

Dzięki dodatkowemu modułowi filtra – POST-FILTER typ P – można osiągnąć efektywność do 99,98% H 13 Hepa-Filter (według norm DIN 53438, EN 1822) [6]. Koncentracja wyjściowa zanieczyszczeń jest rzędu  $\leq 0,1$  mg/m<sup>3</sup>. Separatorów można użyć do takich zanieczyszczeń, jak mgła olejowa, dym i mikromgła z obrabiarek narzędziowych, centrów obróbkowych, tokarek, urządzeń regeneracyjnych, laserów, wiertarek, frezarek, gwinciarek, szlifierek, z obróbki iskrowej, urządzeń kuzniczych, przemysłowych urządzeń myjących oraz maszyn transferowych [6].



Rys. 10. Separator typu CMC [4]

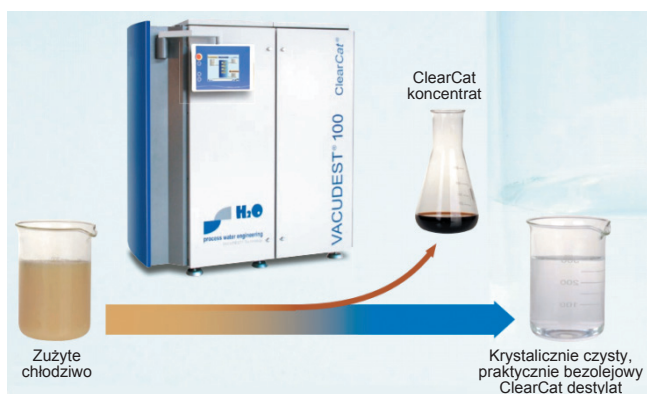
### Utylizacja chłodziwa przez destylację

Jedną z metod utylizacji chłodziwa jest destylacja próżniowa. Można tak oczyszczać ścieki olejowe, takie jak zużyte chłodziwa, emulsja wykorzystywana w odlewnictwie lub woda płuczająca. Węglowodory i oleje przenikające do destylatu są bardzo problematyczne. Dotychczas tego rodzaju zanieczyszczenia musiały być oddzielane za pomocą dodatkowych metod. Dzięki niskiej zawartości oleju w destylacie może on zostać ponownie wykorzystany, zapewniając tym samym bezściekową pracę warsztatu, lub może zostać usunięty do kanalizacji. Takie rozwiązania dostarcza firma VACUDEST® produkująca urządzenia ClearCat (rys. 11) [5].

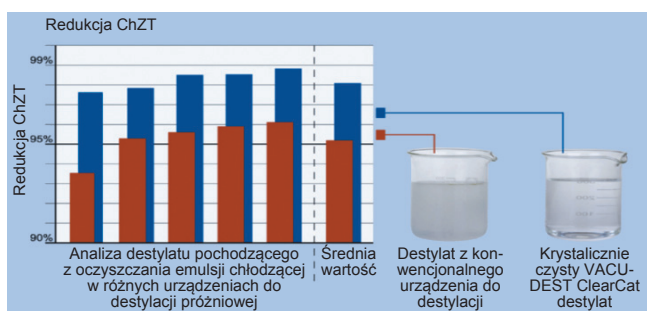
Destylacja próżniowa (rys. 12) umożliwia otrzymanie krystalicznie czystego destylatu, usunięcie metali ciężkich i soli oraz sterylność dzięki temperaturze pary powyżej 120 °C. Maszyna ClearCat z innowacyjnym systemem destylacji próżniowej pozwala uzyskać krystalicznie czysty destylat, praktycznie wolny od olejów [9]. Ponadto jest wyposażona w samoczyszczący się wymiennik ciepła (rys. 13), co w znacznym stopniu poprawia efektywność procesu.

Efektami użycia wymiennika są:

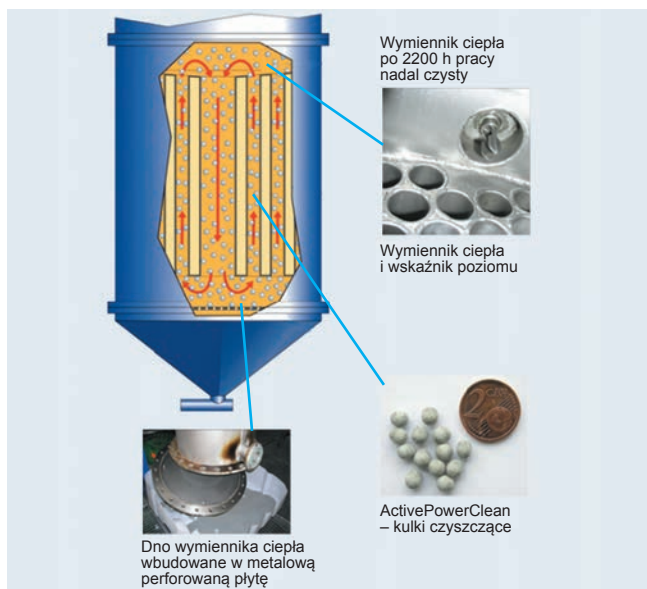
- poprawa wymiany ciepła – co wpływa na większą wydajność destylacji i mniejsze zapotrzebowanie na energię elektryczną,
- czysta powierzchnia wymiennika ciepła – co przyczynia się do redukcji kosztów czyszczenia, dłuższego czasu bezobsługowej pracy, wyższego stężenia mediów oraz zredukowania powstawania piany.



Rys. 11. Urządzenie do destylacji w próżni [5]



Rys. 12. Porównanie efektu destylacji w próżni z destylacją konwencjonalną [5]



Rys. 13. Wymiennik ciepła [5]

## Wnioski

Negatywne oddziaływanie substancji ropopochodnych na środowisko naturalne jest problemem, z którym walczą od lat. Coraz surowsze przepisy mają wymuszać właściwe postępowanie w tym zakresie. Wzrasta też świadomość ekologiczna całego społeczeństwa.

Pod nazwą olejów przetworzonych rozumie się często oleje odpadowe pochodzące z motoryzacji: zużyte oleje silnikowe, oleje przekładniowe i hydrauliczne. Oleje odpadowe pochodzące z przemysłu to głównie zanieczyszczone oleje hydrauliczne, przekładniowe, maszynowe, turbinowe, sprężarkowe, transformatorowe i grzewcze. Wśród nich są też oleje odpadowe pochodzące z odzyskanych olejów używanych do obróbki metali – w tym emulgujących i nieemulgujących, olejów procesowych, olejów ochronnych wykorzystywanych do zapobiegania korozji oraz do innych zastosowań. Takie oleje pozyskuje się też na drodze odolejania, np. w separatorach. W zakładach przemysłowych są również odpady zanieczyszczone olejami, takie jak: szlamy z separatorów olejowych i odstojników, szlamy z obróbki metali zawierające oleje, zużyte filtry olejowe, zaolejone zużyte sorbenty, trociny, czyszczywo oraz opakowania po olejach. Odpady olejowe dzieli się na: oleje odpadowe, emulsje wodno-olejowe, szlamy zawierające oleje oraz inne odpady olejowe. Należy pamiętać, że zgodnie z ustawą o odpadach (Dz.U. z 2001 r. nr 62, poz. 628 ze zm.), art. 11 i 39 ust. 5 [7], odpady olejowe powinny być zbierane selektywnie. W Polsce jest z tym duży problem, gdyż bardzo często dochodzi do zanieczyszczenia olejów odpadowych innymi odpadami.

Oszczędności w zakładach można uzyskać poprzez poszukiwanie firm recyklingujących oleje przetworzone, gotowych zapłacić za odpady, które są dla nich surowcem przerobowym. Utylizacja olejów przynosi oszczędności dla wielu stron. Klient, sprzedając zużyty materiał, odnosi korzyści finansowe, odliczając te kwoty od pierwotnej kwoty zakupu, czyli kupuje je taniej. W wypadku np. olejów transformatorowych daje to nierzadko niebagatelne kwoty. Odbiorca, odsprzedając odpady, również zarabia, a rafineria odbierająca zarabia ponownie, pierwszy raz – sprzedając świeży olej, drugi raz – gdy po oczyszczeniu odpadu stosuje go jako komponent do produkcji olejów o niższej jakości, ale również o niskiej cenie [12].

## LITERATURA

1. Materiały własne.
2. [www.google.pl/search?q=transporter+do+wi%C3%B3r%C3%imgrc=s\\_uwWKbL](http://www.google.pl/search?q=transporter+do+wi%C3%B3r%C3%imgrc=s_uwWKbL)
3. [odolejacje.com/tag/destylacja-cleaning/](http://odolejacje.com/tag/destylacja-cleaning/)
4. [www.technika.pl](http://www.technika.pl)
5. Materiały firmy VACUDEST®.
6. [www.tripleairtechnology.co.uk/downloads/The-new-series-of-BS-EN-1822.pdf](http://www.tripleairtechnology.co.uk/downloads/The-new-series-of-BS-EN-1822.pdf)
7. [isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20010620628](http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20010620628)
8. [portalnarzedzi.pl/artykul/prawidlowe-wykorzystanie-chlodziw/](http://portalnarzedzi.pl/artykul/prawidlowe-wykorzystanie-chlodziw/)
9. [produkty.totalpolska.pl/wiedza/rozdzial%2012.pdf](http://produkty.totalpolska.pl/wiedza/rozdzial%2012.pdf)
10. [www.abplanal.pl/wiedza/dobor-chlodziwa-i-jego-wplyw-na-produktywnosc/](http://www.abplanal.pl/wiedza/dobor-chlodziwa-i-jego-wplyw-na-produktywnosc/)
11. [www.utrzymanieruchu.pl/menu-gorne/artykul/article/utylizacja-zuzytego-chlodziwa-do-obrabiarek/](http://www.utrzymanieruchu.pl/menu-gorne/artykul/article/utylizacja-zuzytego-chlodziwa-do-obrabiarek/)
12. [public.sds.tiktalik.com/patenty/pdf/171402.pdf](http://public.sds.tiktalik.com/patenty/pdf/171402.pdf)