

## Nowy silnik z tłokiem kiwającym się lub półobrotowym

Poniżej przedstawiam pełną historię z poszczególnymi etapami rozwoju nowego silnika lub pompy z kiwającym się tłokiem lub półobrotowym. Historia zawiera wszystkie kolejne fazy wynalazku tak jak powstawały.

Pierwotną inspiracją była strona internetowa

<http://www.pivotalengine.com/gallery.html>, w której to opisano silnik dwusuwowy z kiwającym się tłokiem, oraz wykonane prototypy.

Jestem wynalazcą nowego rozrządu do silnika 4 suwowego za pomocą tłoków.

Strona z opisem tego wynalazku to <http://www.new4stroke.com/>.

Zainteresował mnie rodzaj tłoka jaki zastosowali wynalazcy z

pivotalengine.com. Spróbowałem teoretycznie zastosować takie tłoki do sterowania rozrządem i jako główny tłok silnika w obiegu czterosuwowym, ponieważ gdy jest już opracowana koncepcja rozrządu tłokowego na tradycyjnych tłokach, opracowanie rozrządu na kiwających się tłokach nie nastręcza dużej trudności, a otrzymujemy w pełni czterosuwowy silnik na tłokach kiwających się.

Wykonałem rysunek składający się z dwu takich kiwających się tłoków wraz z cylindrami odwróconymi do siebie komora spalania. Niestety do pełnego rozrządu silnika czterosuwowego potrzebne są dwa mniejsze tłoki co na płaskim rysunku nie jest możliwe do przedstawienia. Dlatego na pierwotnym rysunku dopisałem, że powinny być dwa tłoki sterujące w szeregu.

Myślałem, że ta koncepcja jest zrozumiała. Nie wykonywałem czasochłonnych rysunków w 3D, ponieważ koncepcja szybko ewoluowała, a chciałem podzielić się nowymi możliwościami idei rozrządu tłokowego.

Na tym pierwszym rysunku, jest również bardzo ważna sprawa zmieniona przeze mnie

Mianowicie, pierścienie uszczelniające głównego, jak i sterujących tłoków, jest osadzony nie jak dotychczas w tłokach, ale jest osadzony i tak narysowany w „cylindrach”. (jeżeli te przestrzenie możemy nazywać cylindrami ☺). Dla uproszczenia dalej będziemy je nazywali „cylindrami”.

Z tego powodu pierścienie uszczelnienia (pierścienie ☺) są osadzone w „cylindrach”, silnik lub pompa jest diametralnie inaczej wykonywany. Ta zupełnie inna technologia może na wykonać o wiele prościej i bez użycia specjalistycznych obrabiarek –silnik tego rodzaju. **Po umieszczeniu rowków uszczelnienia w cylindrach zupełnie odpada dokładna obróbka tego „cylindra”.** Jego chropowatość nie może tylko przekraczać wysokość pierścienia wystającego z tego rowka w „cylindrach”. Praktycznie cała ta przestrzeń na tłok i komorę spalania może być wykonana jako surowy w ogóle nie obrabiony odlew aluminiowy. Może on być z tego powodu wykonany w całości z aluminium, ponieważ nie podlega zużyciu, bo uszczelnienie przesuwa się po tłoku, a nie jak dotychczas po „cylindrach”. Idzie za tym bardzo wiele zalet: doskonałe przekazywanie ciepła na zewnątrz – nie ma żadnej dodatkowej bariery w postaci

szczeliny między aluminium a stal lub eliwem. Wykonanie całego z aluminium daje najlepszy współczynnik przewodzenia ciepła. Również nie potrzeba żadnej obróbki wewnętrznych powierzchni tego „cylindra”, wystarczy sama dokładnie odlew kokilowego. Również nie potrzeba obrabiać rowków na uszczelnienia, ponieważ są one zamontowane w specjalnych obudowach i przykręcane na uszczelce do „cylindra”. Różne wersje tego uszczelnienia przedstawiam poniżej..

Dla dużych silników „cylinder” może być wykonany jako odlew piaskowy, lub może być **pospawany** z normalnych blach, bez jakiegokolwiek późniejszej obróbki maszynowej. Tak jest podczas remontu generalnego, nie jest wymagana jakiegokolwiek obróbka maszynowa. W ten sposób wykonany cylinder jest teoretycznie na całe „życie” silnika, i nie potrzeba go demontować ze swojego miejsca zamontowania. (np. w ogromnych silnikach może być zabetonowany w fundamenty ☺).

Takie odkształcenia np. wynikające z cieplnych wahań i temperatury oraz działających sił na ten „cylinder”, pomimo stosunkowo dużej wielkości, nie będą miały wpływu na pracę silnika.

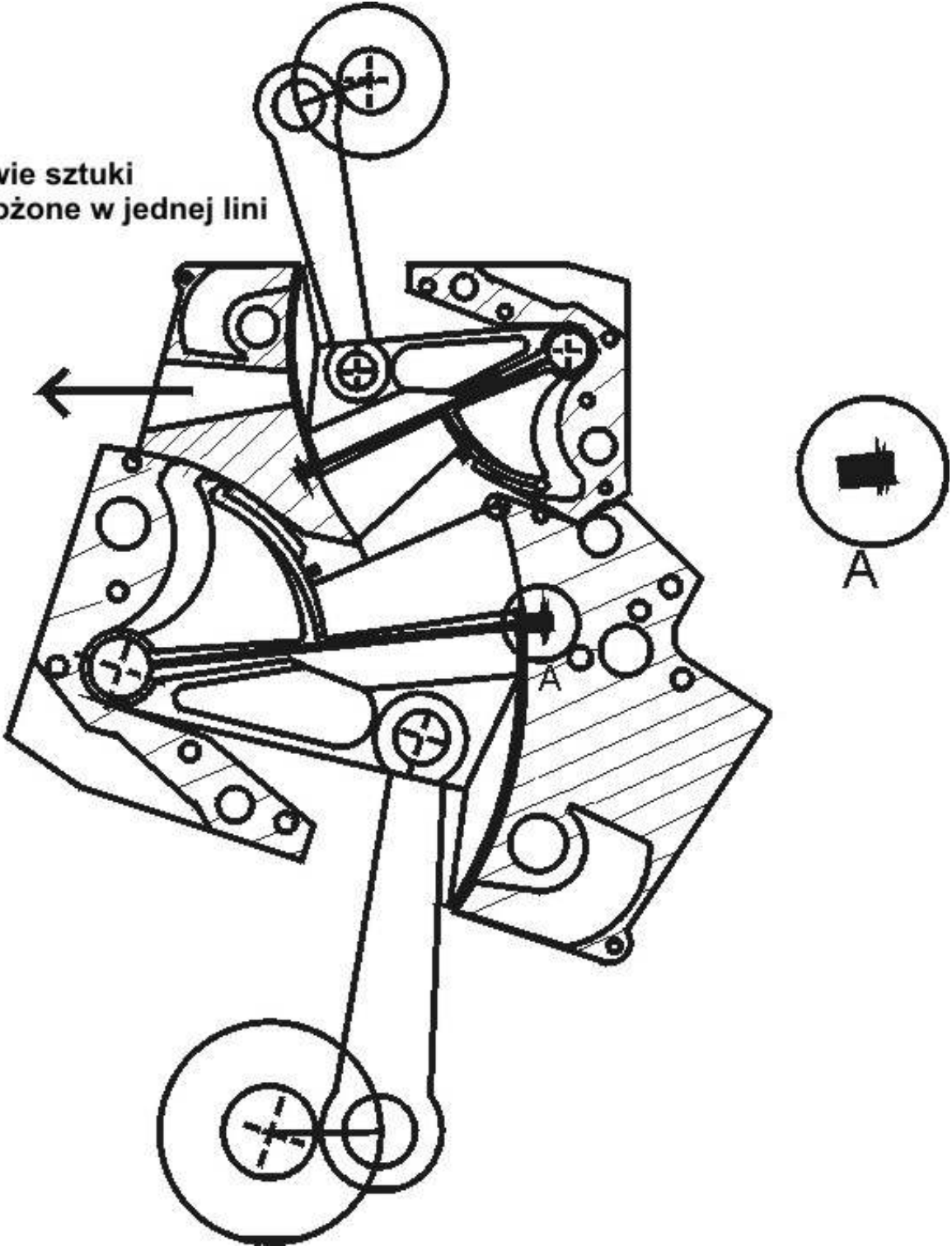
W związku z tym uszczelnienie jest w nieruchomej części silnika, bardzo łatwo i efektywnie możemy go chłodzić np. za pomocą wody. W tym wypadku temperatura uszczelnienia będzie tylko najwyższą o kilkanaście stopni wyższą niż temperatura wody chłodzącej. Dlatego też może być ono wykonane z nowoczesnych materiałów typu teflon lub jaka ceramika, lub specjalnych trudnościeralnych kompozytów. W niektórych przypadkach możliwe jest wyeliminowanie **zupełne** smarowania tego uszczelnienia, lub na przykład smarowania wodą. (np. kompresory bezolejowe).

Takie wymiana tego uszczelnienia w silniku nie będzie nastręczała trudności. Przy odpowiednim zaprojektowaniu może być tak prosta jak wymiana nakładek hamulcowych jak samochodach.

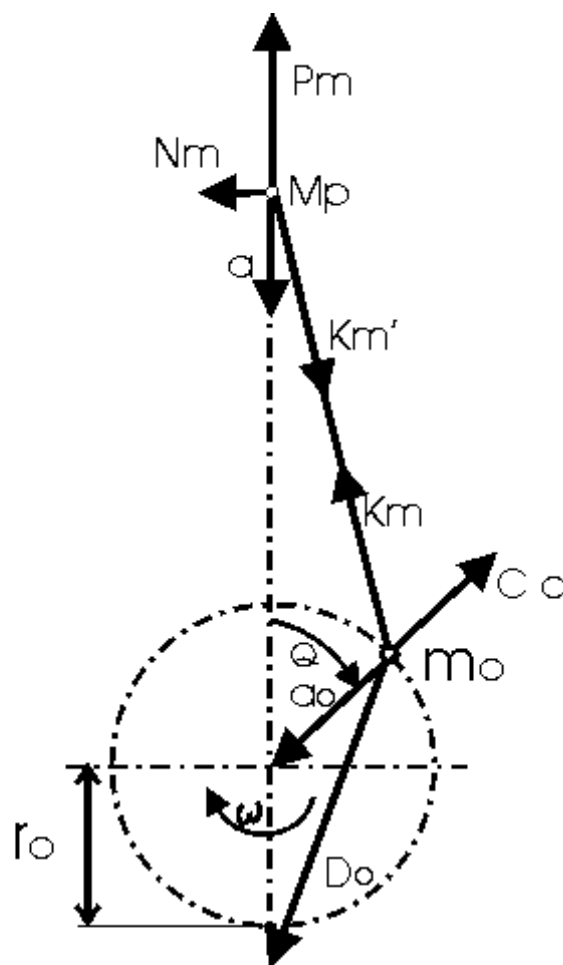
Ta właściwość powoduje nawet przy szybszym zużyciu niesmarowany uszczelnienie nie będzie wielkich kłopotów z ich wymianą.

Pierwszy i podstawowy wyjściowy rysunek silnika czterosurowego z uszczelnieniami w cylindrze zamieszczam poniżej.

Dwie sztuki  
ułożone w jednej linii



Główną zaletą tego silnika z kładkiem, jest to że boczna siła działająca na tłok w konwencjonalnym silniku jest przeniesiona do łożyska obrotowego w osi obrotu tego kładka. Ta właściwość powoduje to że przy użyciu łożyskujących tłok zamkniętych łożysk w osi kładka możemy zrezygnować ze smarowania otwartego niezbitego w konwencjonalnym silniku. Takie łożyska mogłyby wykonane z łożyskami najkorzystniej współpracujących materiałów, co wyeliminuje możliwość tak jak dotychczas zatarcia cieplnie rozszerzających się tłoków. Ta boczna reakcja siły dociskającej konwencjonalny tłok do ścianki cylindra jest na poniższym rysunku oznaczona jako  $N_m$ . W tym kładkiem jest ta reakcja skupiona w osi obrotu tego tłoka.



Opory bezwładności scalone dla mechanizmu korbowego

$$\vec{C}_o = -m_o \vec{a}_o$$

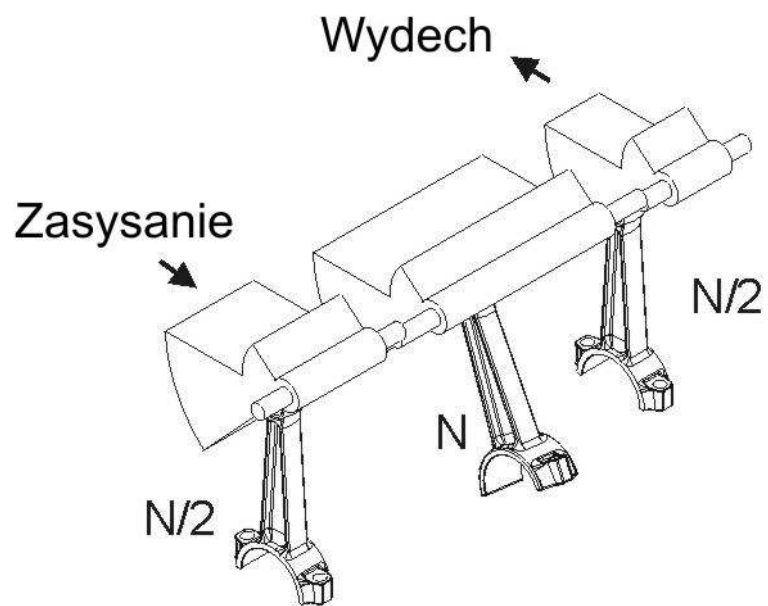
$$C_o = m_o a_o = m_o r_o \omega^2$$

Takie sprawno łożyska tłoka kiwającego się jest na pewno lepsza od sprawności łożyska konwencjonalnego tłoka cylinder. W konwencjonalnym silniku takie maksymalne obroty i trwałość silnika były związane ze średnią prędkością tłoka w cylindrze. W rozwinięciu z kiwającym się tłokiem te wartości w obrotowym łożysku skupione i mają dużo lepsze graniczne parametry. (na przykład łożyska turbin osiągały 100 000 obrotów/min). Takie w związku z tym kiwające się tłoki mają jednoobrotowe możliwe jest wprowadzenie i wyprowadzenie przez cały tłok chłodzenia wodnego w prosty sposób. W konwencjonalnym silniku takie chłodzenie tłoka wodą też jest stosowane, ale jego wykonanie jest skomplikowane pod względem technicznym i jest czynnikiem przyczyniającym się do awarii na skutek nieszczelności i pomieszania się chłodziwa z olejem. Tutaj poprowadzenie chłodziwa po osi obrotu kiwającego się tłoka nie sprawia większych trudności technicznych i jest możliwe do wykonania nawet dla stosunkowo małych tłoków. Chłodziwo przepływa przez cały tłok po specjalnie wykonanych kanałach prowadzących, co znakomicie go chłodzi i jednocześnie na pewno zapobiega samozapłonowi oraz powstawaniu NOx. Ta temperatura ścianek tłoka nie będzie wiele wyższa niż chłodziwa, co umożliwia stosowanie teflonowych lub temu podobnych bezolejowych uszczelnień tłoka, które raczej nie lubi wysokich temperatur. Na skutek dobrego prowadzenia tłoka w „cylindrze”, bez dodatkowych luzów koniecznych w tradycyjnym silniku, powodujących „obijanie” się tłoka w cylindrze, jego żywotność powinna być większa i hałas mechaniczny jaki powodowało to obijanie się, szczególnie przy zużytych silnikach zmniejszony powinien zostać do zera.

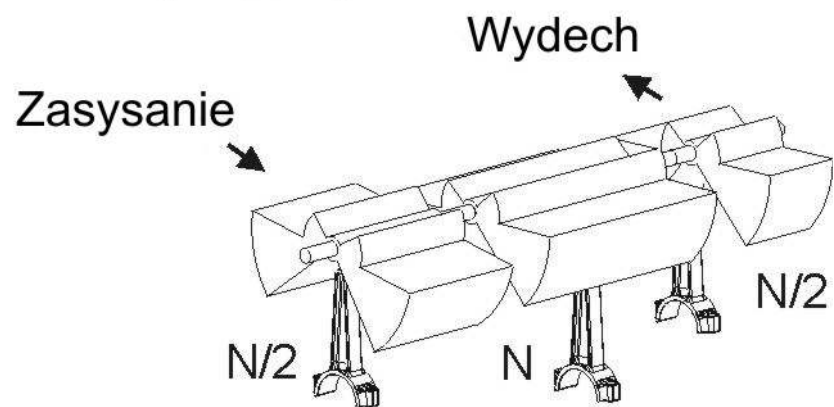
Poniżej przedstawiam pierwszą wersję takiego silnika z rozrzędem tłokowym z korbowodem pod kątem z kiwającymi się tłokami.

Następna wersja to podwójny kiwający się tłok, ale już tylko na tych samych korbowodach, bez żadnych dodatkowych korbowodów na skutek podwojenia ilości tłoków.

To wersja podstawowa, tak jak była rozwijana chronologicznie.



"dwucylindrowy"



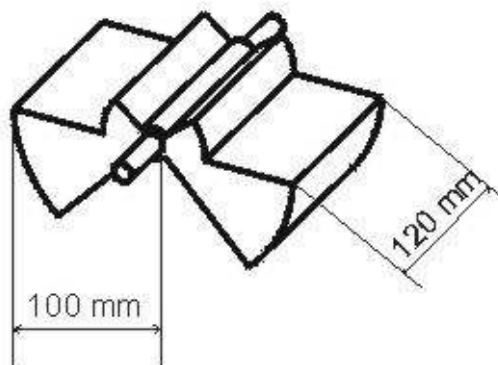
Powierzchnia pracy pojedynczego "tłoka" S

$$3,14 \times 10^2 = 314 \text{ cm}^2 \quad 314 : 8 = 39,25 \text{ cm}^2$$

S pracujące jednego  $\sim 30 \text{ cm}^2$

V pracujące jednego  $= 30 \times 12 = 360 \text{ cm}^3$

V całości  $= 700 \text{ cm}^3$

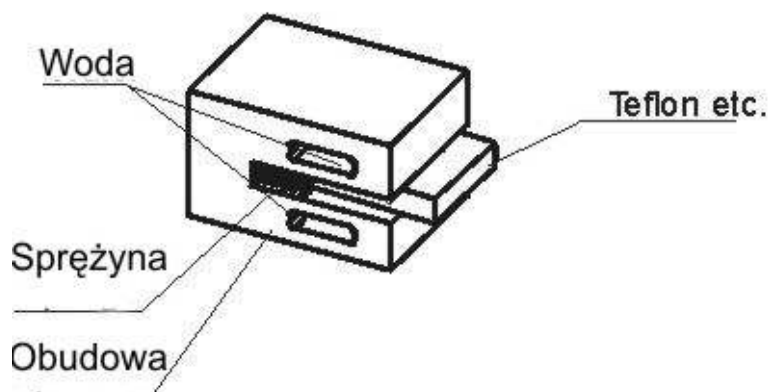


Dwa "cylindry" a tylko jeden korbowód  
Zaworowe "cylindry" cztery a tylko dwa korbowody  
i dwa wykorbienia wału

"tłoki" aluminiowe chłodzone wodą z np chromowaną  
powierzchnią po której pracują uszczelnienia

Moc odbierana z wału zaworowego

**"Pierścień (uszczelnienie) kiwającego się tłoka"**

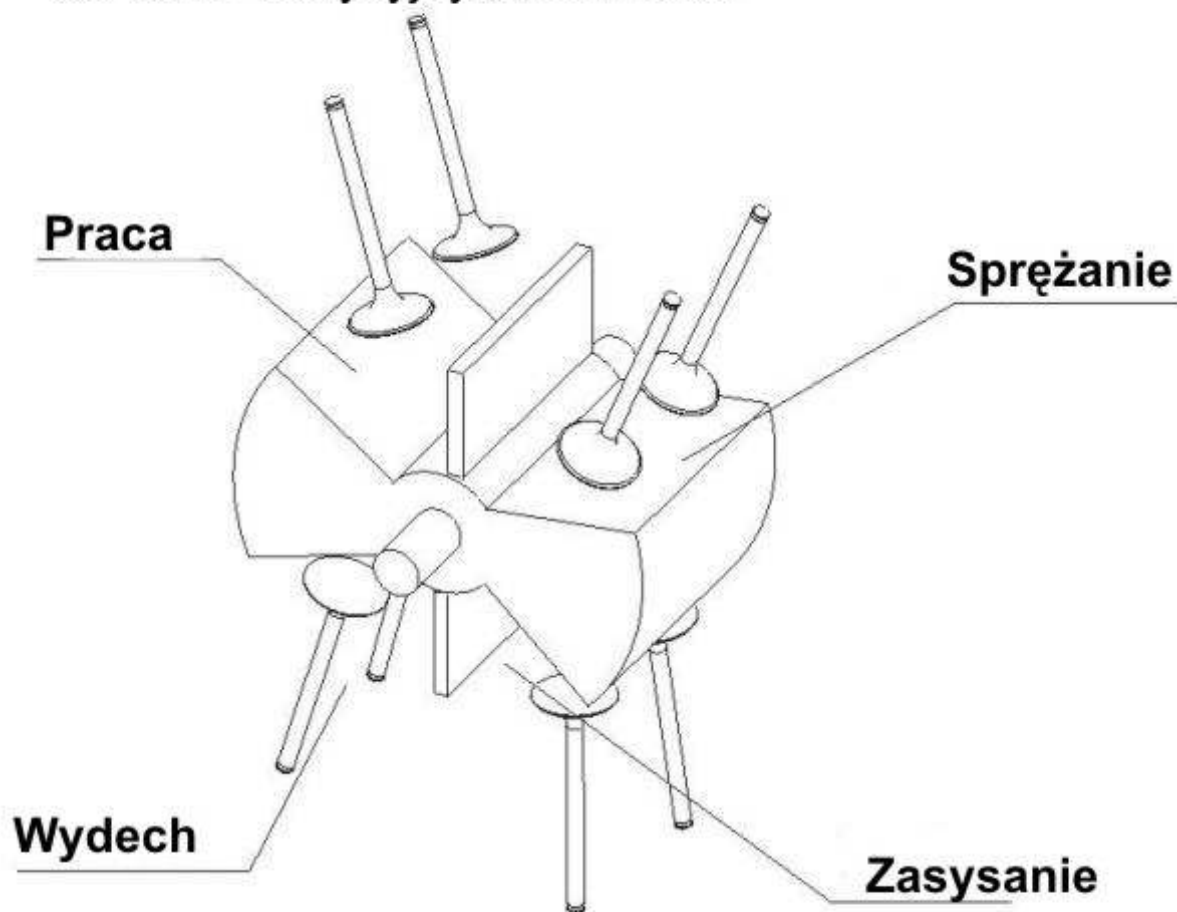


oczwórnym kiwającym się tłok. Aby bardzo nie komplikować rysunku i łatwiejszej  
możliwością zrozumienia tej nowej idei poczwórnego kiwającego się tłoka  
narysowałem go z tradycyjnymi zaworami grzybkowymi.

Na tym poczwórnym kiwającym się tłoku można zrealizować dokładnie te same  
fazy pracy silnika czterosuwowego co na cztero cylindrowym tradycyjnym –  
czyli zasysanie, sprężanie, praca i wydech.

Na rysunku każdy „cylinder” spełnia określone zadanie.

**Dla lepszego zrozumienia poczwórnym kiwającym się tłok z tradycyjnymi zaworami**



**Pełny cykl silnika czterocylindrowego**  
**Pojemność takiego silnika z jednym poczwórnym**  
**kiwającym się tłokiem  $\sim 0,5 \times 3,14 \times R^2 \times L$**



Ponieważ na takim „czterocyndrowym” kiwajcymsi tłoku nie było mo liwo ci „tradycyjnego” doł czenia korbowodu, musiałem znale inny sposób.

Jeden korbowód doł czyłem do specjalnej dzwigni powi zanej na stałe z „czterocyndrowym” kiwajcymsi tłokiem.

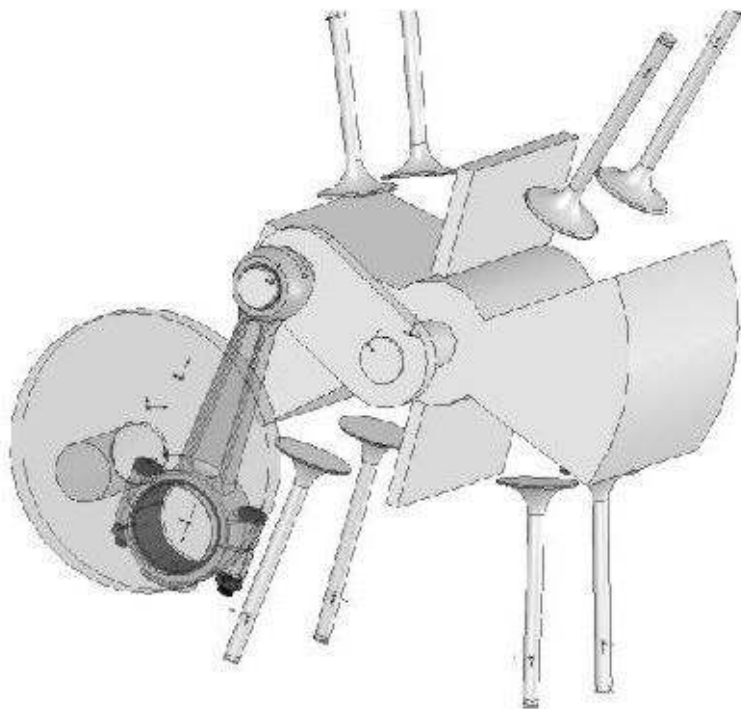
W ten sposób „czterocyndrowy „ silnik otrzymał tylko jeden korbowód zamiast czterech.

Równie wał korbowy to tylko jedno wykorbienie ,zamiast czterech.

O masach posuwisto zwrotnych cało ci układu z kiwajcymsi tłokiem mo na powiedzie e s cztery razy mniejsze w stosunku do tradycyjnego silnika.

Rysunek poni ej przedstawia to rozwi zanie.

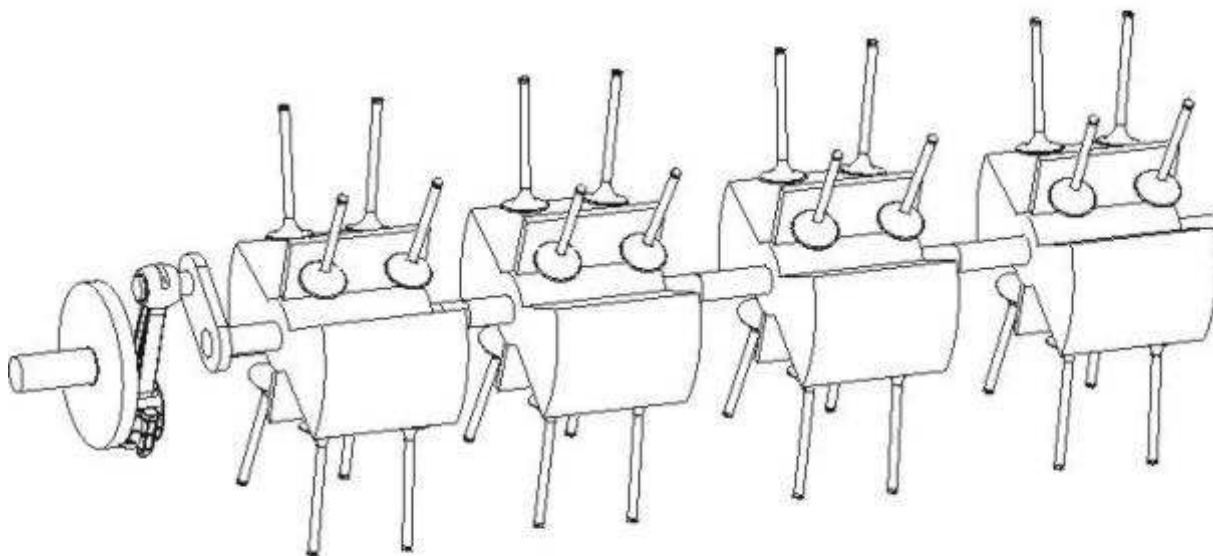
**cztery "cylindry" a tylko jeden korbowód  
i jeno wykorbienie wału !!!**



Oczywi cie jest to tylko prosty schemat podstawy konstrukcji takiego silnika.  
Na przykład główka korbowodu mo e tak samo wygl da jak stopa korbowodu  
– i mie takie samo zamkni te smarowo ło ysko.

Id c dalej tym tropem my lenia okazało si e mo na zbudowa np 16  
„cylindrowy” silnik z jednym korbowodem i jednym wykorbieniem wału.

## **16 cylindrów ale tylko jeden korbowód i jedno wykorbienie wału !!!**



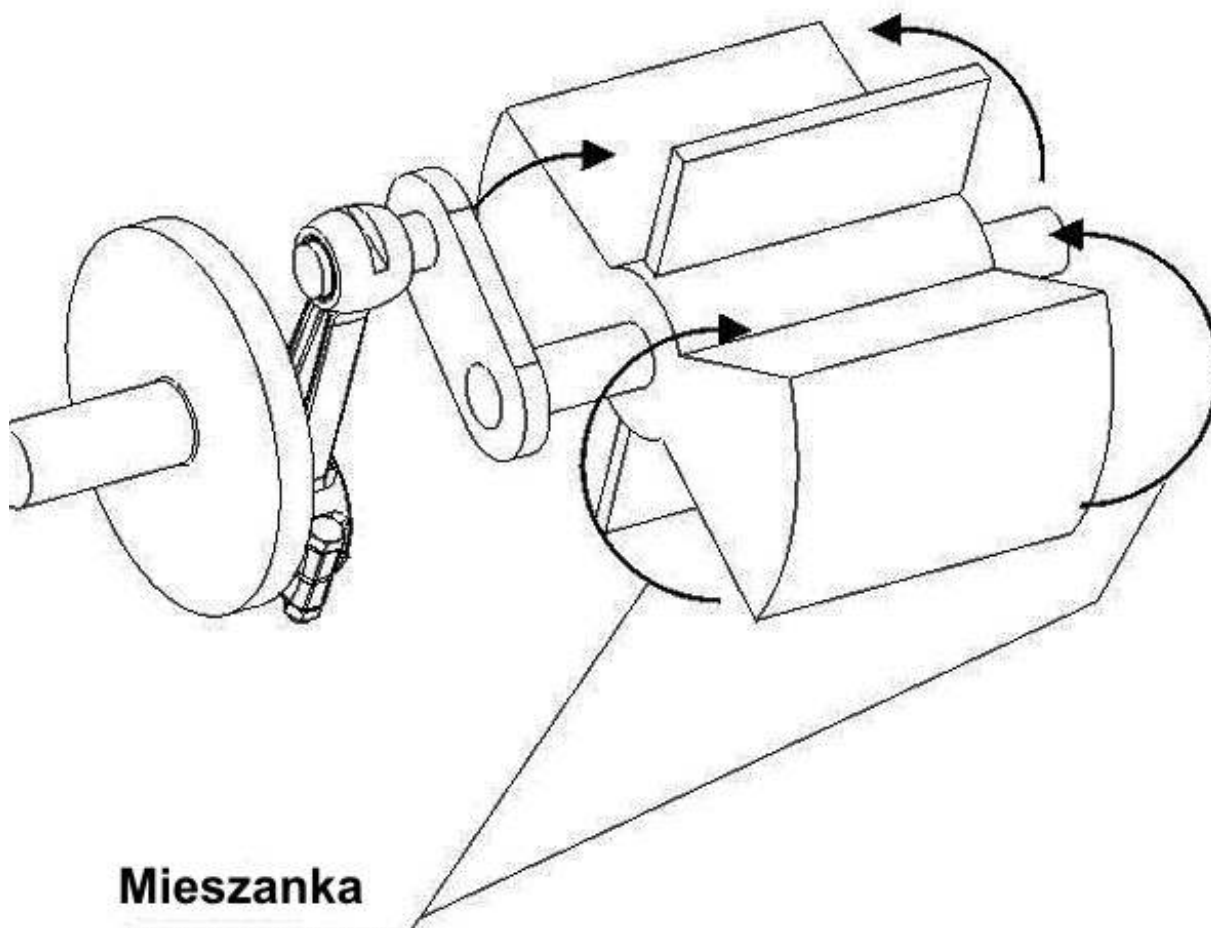
**Proszę zrobić przeróbkę na zawory tłokowe**

**16 cylindrów z tymi zaworami tłokowymi  
powinno mieć tylko 3 korbowody  
i 3 wykorbienia wałów AndrzejFeliks :)**

Dla łatwiejszego zrozumienia, silnik ten został narysowany z tradycyjnymi zaworami grzybkowymi. Ale oczywiście taki silnik wykonano z zaworami tłokowymi.

I tutaj jest jeszcze pole do opracowania różnych wariantów tych zaworów tłokowych. (też oczywiście na takich kłajacych tłokach).

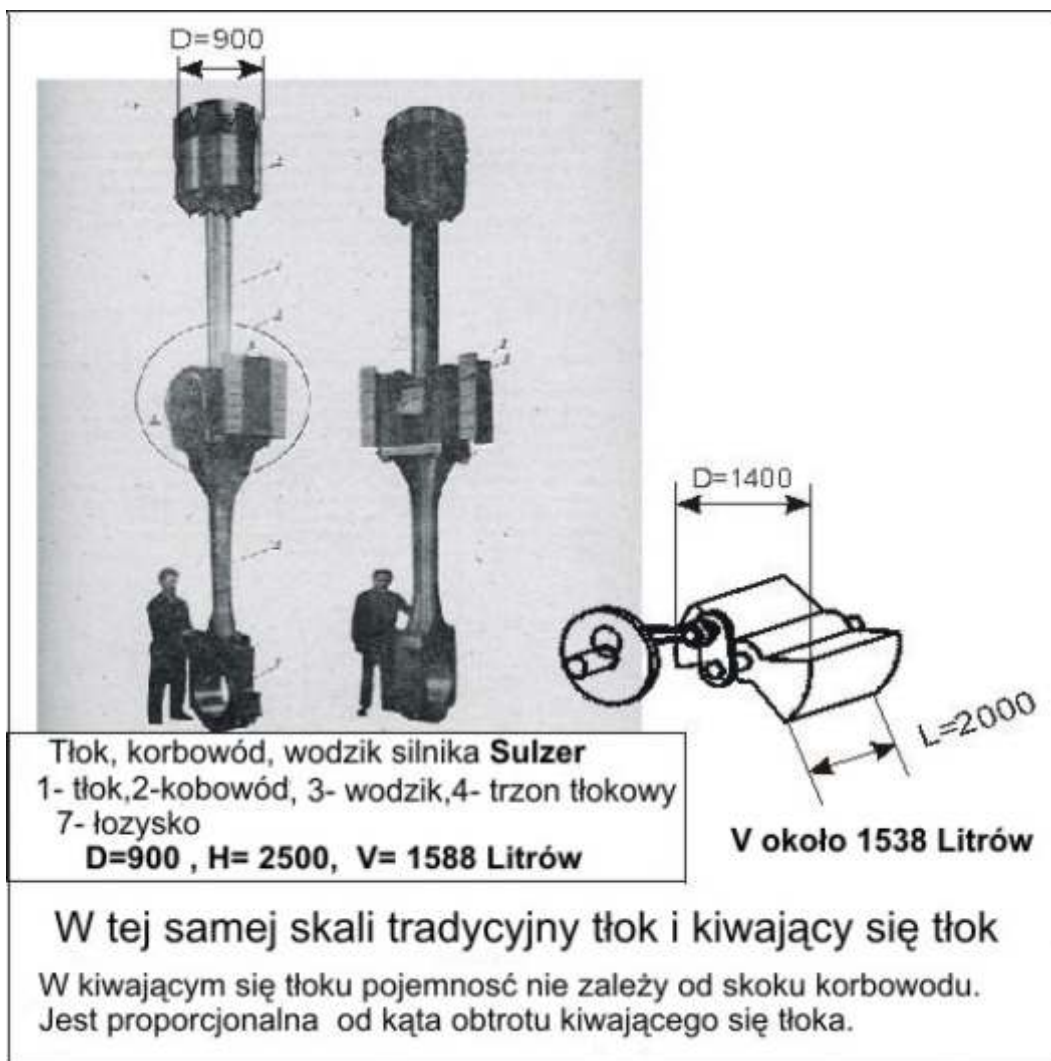
Wersje dwusuwowa przedstawiam poniżej. Przy chłodzeniu wodą tego pozornego kłajacycego tłoka taki dwusuwowy silnik mógłby pracować bez oleju smarującego, co powodowałoby komplikacje i nieekologiczność silnika dwusuwowego. Takie jego sprawność byłaby większa, ponieważ przestrzeń „podtłokowa” umożliwiałaby 100% wymianę ładunku, a nie jak dotychczas musiałaby być powiększona o skrzynie korbowe. Schemat działania poniżej



Chcąc pokazać zalety takiego tłoka przedstawiam poniżej narysowane w takiej samej skali tłoki silnika okrętowego Sulzer oraz tłoka kiwającego się - obydwa o takiej samej pojemności skokowej.

Pojemność skokowa tłoka kiwającego się zależy od jego kąta obrotu, nie jak dotychczas od skoku wału korbowego.

Z rysunku widać, że wysokość silnika ulegnie obniżeniu kilkakrotnie.

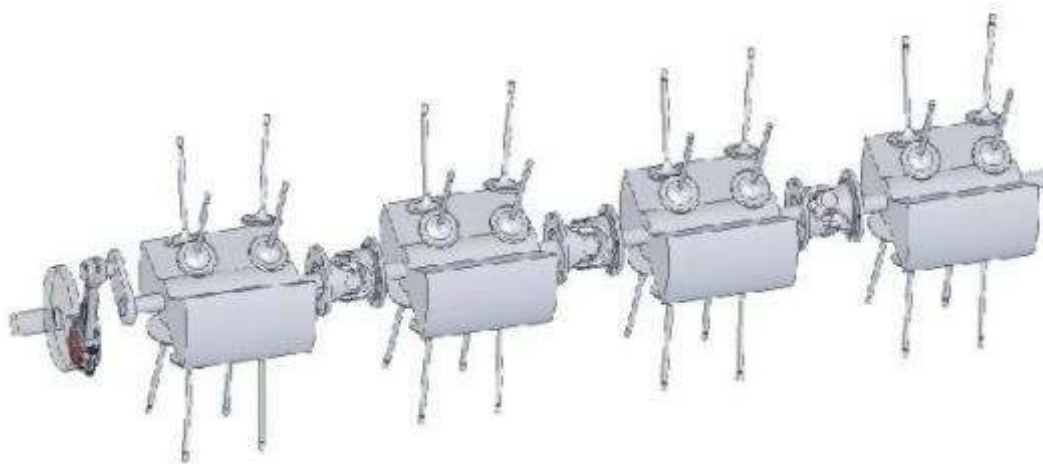


Tak e obróbka mechaniczna kiwaj cego si łożka ta dokładna mo e by wykonana metod obwiedniow wykonywana przez firm angielsk nawet podczas przebywania na pełnym morzu.

Tutaj jest link i zdj cia z takiej obróbki [In - Situ](#) .

Dzi ki takim metodom mo na produkowa du e takie silniki o kiwaj cym si łożku prawie 'w gara u", bez ogromnych specjalistycznych maszyn i urz dze . Jest to bardzo wa na sprawa pomniejszaj ca koszty np. taki silników do elektrowni, co czyni je bezkonkurencyjnymi cenowo i sprawno ciowo do innych energetycznych nap dów i układów. Przy budowie takich energetycznych silników tego typu koszty inwestycyjne mog by kilkakrotnie ni sze i przez to koszty paliwa mog by wy sze np. nawet ropa naftowa , a sumaryczny koszt wytworzenia energii mo e by na podobnym do obecnego np. w glowego poziomu .

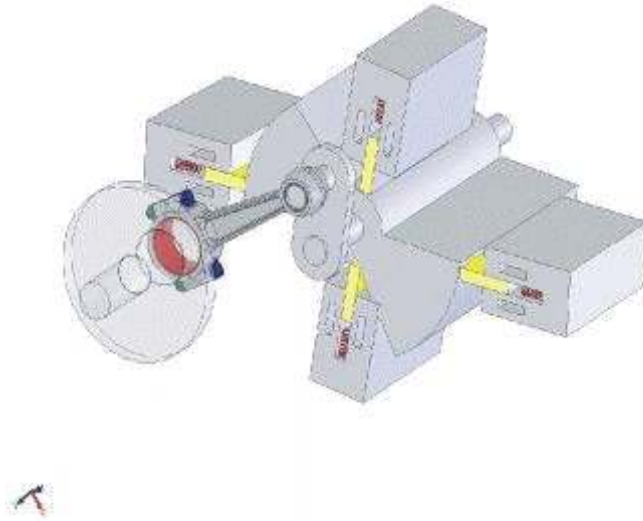
Poni szy sposób podzielenia i sprz gni cia (schematyczny) wału głównego kiwaj cych si łożków, mo e by korzystny w wielu aspektach . Np. wymiana uszkodzonego pojedynczego „czterocyindra” w cało ci nie b dzie nastr czała du ych trudno ci. Mo na go nawet zast pi kawałkiem zwykłej rury zako czonej podobnymi przegubami jak ko ce kiwaj cego si łożka . Tak e je eli chodzi o bardzo nieraz kłopotliwa spraw „uginania” si bardzo długiego wału korbowego w klasycznych okr towych nap dach, to przy tym rozwi zaniu jest ona w ogóle nieaktualna.



**sprzęg kardana łączący cztery "łożki"**



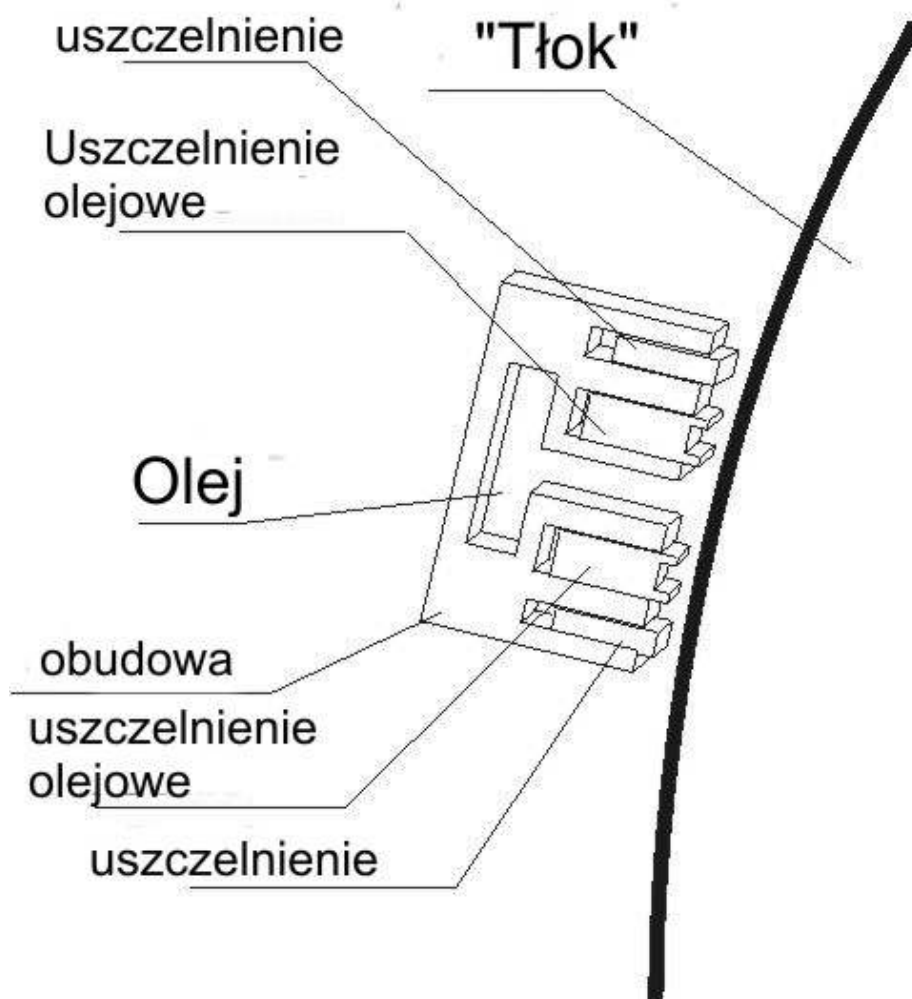
Poniżej poglądowy rysunek tłoka kiwającego się z usytuowaniem głównych uszczelnień.



Animacja ruchu tego tłoka znajduje się tutaj:

<http://www.new4stroke.com/images/Halfrotate1.gif>

Dla tradycyjistów poniżej uszczelnienie smarowane olejem, tak jak w kształcie pracujących dotychczasowych uszczelnień.



Jeżeli mamy do dyspozycji program e Drawings instalowany ze strony <http://www.edrawingsviewer.com/> to również możemy mieć narysowaną aplikację w 3D <http://www.new4stroke.com/images/33.htm>

W ten oto opisany powyżej sposób rozwijania pomysłów na lepszy silnik spalinowy lub sprężarkę mamy teoretycznie i bardzo schematycznie opisany wymiarowy przebieg silnika o tłoku kładącym się z czterema przestrzeniami roboczymi, napędzany jednym korbowodem. Jest to podstawa do dalszego rozwijania tej konstrukcji i powstania pierwszych prototypów.

Myślę, że polubiliście silnik o tłoku kładącym się, lub półobrotowym. Nie wiem jaka nazwa przyjmie się.

Pozdrawiam Andrzej Feliks