

O roli pompy

MAX-ymalna efektywność przy minimalnym zużyciu energii

Mariusz Tomalak

PRO-INDUSTRY Sp. z o.o. Sp.k.

Kopalnie kruszyw coraz uważniej patrzą na zużycie energii oraz trwałość i bezawaryjność stosowanych maszyn, w tym pogłębiarek ssących. Niejednokrotnie to właśnie od pogłębiarki oraz pompy na niej zainstalowanej zależy los całych zakładów wydobywczych, ponieważ najmniejsza przerwa spowodowana awarią wpływa negatywnie na opłacalność produkcji.

Z tych właśnie powodów pompa na pogłębiarce ssącej powinna charakteryzować się kilkoma istotnymi cechami: bezawaryjnością, odpornością na zużycie ściernie, wysoką sprawnością, niskimi kosztami eksploatacyjnymi oraz prostotą w obsłudze i konserwacji.

Obecnie na rynku jest wielu producentów i dostawców pomp – okazuje się jednak, że tylko jedna pompa spełnia wszystkie w/w kryteria. Jest to pompa KREBS serii MAX. Charakteryzuje się solidną, prostą budową, która wraz z nowatorskim systemem uszczelnienia wirnika powoduje, że jej eksploatacja wymaga wydatkowania najmniejszych kosztów dla użytkownika.

Recyrkulacja wewnętrzna i sposoby redukcji szczeliny wirnika

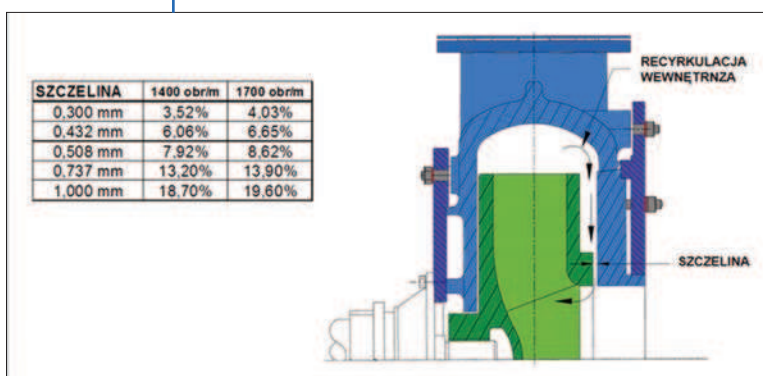
Wielkość szczeliny na ssaniu ma istotny wpływ na sprawność pompy. Im większa szczelina, tym większe

straty energii spowodowane „wewnętrznym krążeniem” mieszaniny. Im większa recyrkulacja wewnętrzna, tym większe zużycie ściernie wewnątrz pompy, objawiające się zużyciem wykładziny ssania, przedniej ścianki wirnika, zwiększaniem średnicy otworu wlotowego wirnika. Z kolei zużycie tych elementów pogarsza właściwości ssące pompy i powoduje utratę parametrów wydajnościowych i ciśnieniowych. W odróżnieniu od wszystkich innych konstrukcji pomp, pompa KREBS serii MAX utrzymuje stałe parametry przez cały okres użytkowania podzespołów komory roboczej.

Rysunek 1 obrazuje sposób recyrkulacji cieczy wewnątrz komory roboczej. W tabeli zamieszczonej obok rysunku przedstawiono ilość cieczy, która jest recyrkulowana w zależności od prędkości obrotowej oraz wielkości szczeliny.

Dla pompy o niewielkiej średnicy ilość cieczy krążącej wewnątrz pompy może sięgać nawet 20%. Dla zastosowań pomp w pogłębiarkach ssących, dużo ciekawszy jest przypadek pompy np. o wielkości 300x250mm (12”x10”), dla której zapotrzebowanie na moc na wale wynosi 215kW. Przy źle wyregulowanej lub zużytej szczelinie, nawet 43 kW są bezpowrotnie tracone na recyrkulację wewnętrzną, a zapotrzebowanie na moc odpowiednio wzrasta. Jak łatwo przeliczyć pracując przez 16 godzin dziennie, 22 dni w miesiącu, 9 miesięcy w roku, stracimy 136224 kWh. Załóżmy, że 1 kWh kosztuje nas 0,4 zł, wówczas otrzymujemy kwotę 54 500 zł. Właśnie tyle kosztuje nas źle wyregulowana szczelina wirnika w przeciągu jednego sezonu. Nasuwa

RYS. 1 Wpływ wielkości szczeliny na straty energii

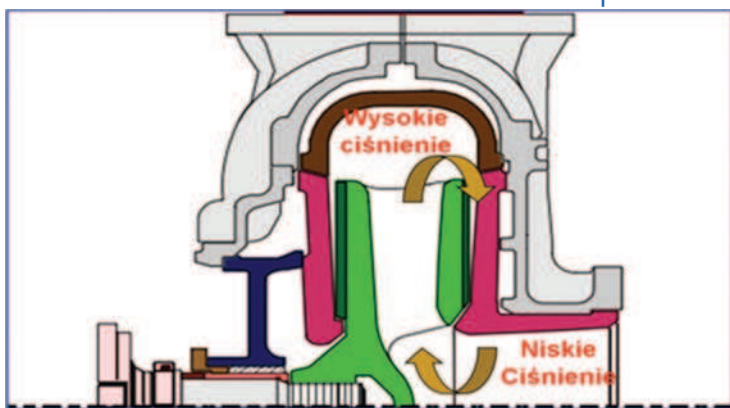


się, zatem pytanie, czy stać nas na taką rozrzutność?

W konwencjonalnych konstrukcjach pomp operacja redukcji szczeliny jest pracochłonna, ponieważ należy całkowicie zatrzymać pompę, rozłączyć napęd, przesunąć przy pomocy śruby regulacyjnej na zespole łożyskowym wał z wirnikiem, domykając szczelinę przednią (oczywiście kosztem powiększenia szczeliny tylnej!), podłączyć napęd, ponownie osiując koła pasowe. Warto zaznaczyć, że nigdy nie zredukujemy szczeliny w sposób zadawalający do zera, zawsze występuje szczelina, która umożliwia recyrkulację wewnętrzną w pompie.

Oczywiście, zmniejszając szczelinę ograniczamy recyrkulację wewnętrzną, czyli przemieszczanie się cząstek stałych wraz z wodą z obszaru o wysokim ciśnieniu do obszaru o niższym ciśnieniu, czyli ograniczamy zawrót części materiału w kierunku ssania (por. rys. 2.). Należy stwierdzić, że recyrkulacja wewnętrzna występuje w każdej pompie z różnym natężeniem.

RYS. 2 Recyrkulacja wewnętrzna w pompach



Pompy KREBS serii MAX wyróżnia przede wszystkim nowatorski, opatentowany sposób uszczelnienia wirnika na ssaniu, system tzw. „hybrydowy” – niespotykany w innych pompach. Składa się on z dwóch podstawowych elementów: pierścienia uszczelniającego oraz odrzutnika przedniego. Regulacja szczeliny

FOT. 1 Śruby regulacyjne pierścienia



wirnika dokonywana jest w sposób niezwykle prosty i szybki, przy działającej pompie! Operacja taka nie zajmuje więcej niż 5 minut dla jednej osoby.

Jakość zastosowanych materiałów w pompach z serii MAX, tj. twardość wirnika, korpusu i pierścienia uszczelniającego, to 680-720 HRB – najwyższa w tego typu klasie pomp.

Standardowe pompy KREBS dostarczane są z dławnicowym uszczelnieniem wału, jednak możliwe są także inne systemy uszczelnienia wału.

Poprawność doboru pompy

Kolejnym z podstawowych czynników, które wpływają na ekonomikę pracy zespołu pompowego jest dobór pompy o odpowiedniej konstrukcji do danych techniczno-technologicznych warunków pracy.

Specjaliści KREBS dobierają pompy „na miarę” potrzeb klienta. Nawet bardzo dobrej jakości pompy dobrane w sposób niewłaściwy nie spełniają swojej roli. Pompa zbyt mała lub zbyt duża do danego zastosowania będzie generować wyższe koszty eksploatacji (większe zużycie energii, krótsza żywotność podzespołów). Bardzo ważnym a niedocenianym czynnikiem jest dobór punktu pracy pompy, szczególnie części ssącej poza obszarem, w którym może wystąpić kawitacja. Praca w kawitacji powoduje zwiększone zapotrzebowanie na moc na wale, niższe parametry technologiczne oraz szybkie zużycie podzespołów komory roboczej pompy lub współpracującego z pompą orurowania. Należy także zwrócić uwagę na sytuację, gdy pompa jest przewymiarowana – wówczas na obracający się wirnik działa duży moment gnący powodujący znaczne wyginanie wału i nadmierne zużycie systemu uszczelnienia wału oraz łożysk.

KREBS dobiera wszystkie pompy w sposób optymalny zwracając szczególną uwagę na obroty pompy tak, aby pkt. pracy znajdował się w pobliżu maksymalnego punktu sprawności oraz, aby zużycie podzespołów było zminimalizowane.

W pompach konwencjonalnych, szczelina pomiędzy wirnikiem i korpusem jest wąska i dlatego dostające się tam cząstki są kruszone, powodując szybkie



FOT. 2 Przetarta wykładzina ssania pompy konwencjonalnej



FOT. 3 Częstki materiału uwięzione pomiędzy wirnikiem i korpusem w konstrukcji konwencjonalnej

wytarcia korpusu od strony ssania i robiąc spore spustoszenie na przedniej ścianie wirnika.

Proces kruszenia cząstek stałych zużywa sporo energii, a chwilowe skoki obciążenia na silniku też nie są elementami pożądanymi.

Inną bardzo istotną cechą w budowie pomp KREBS jest szeroka szczelina pomiędzy przednią ścianką wirnika a korpusem. Recyrkulujące cząstki ciał stałych, nawet o dużych rozmiarach, dostając się w obszar pomiędzy przednią ścianką wirnika a wewnętrzną ścianą korpusu, nie są kruszone tylko wyrzucane przez solidne odrzutniki przednie wirnika.

Dobór odpowiedniego rurociągu tłoczego

Kolejną bardzo ważną sprawą, z ekonomicznego punktu widzenia, jest dobranie odpowiedniej średnicy rurociągu ssawnego oraz tłoczego.

W sytuacji, gdy średnica rurociągu tłoczego jest zbyt mała w stosunku do rzeczywistego przepływu, prędkość mieszaniny w rurociągu oraz opory przepływu są bardzo duże. Niekorzystnym efektem takiej sytuacji jest zwiększony pobór mocy przez pompę oraz zbyt szybkie przecieranie się ścian rurociągu, znacznie zwiększające koszty eksploatacyjne zakładu. Dla dobrze dobranej średnicy rurociągu prędkość przepływu wewnątrz rurociągu będzie optymalna – niepowodująca sedimentacji cząstek oraz ograniczająca nadmierne zużycie ścierne wewnętrznych ścianek rurociągu. Dopiero wówczas możemy mówić o ekonomicznej pracy całego systemu.

Średnica rurociągu tłoczego fi 250 mm			
Długość rurociągu tłoczego w poziomie L [m]	TDH (wysokość podnoszenia) [m]	Wymagana moc na wale pompy [kW]	% PNS
200	50,1	300	65
250	58,3	373	61
300	66,5	447	58
350	74,8	521	56
Średnica rurociągu tłoczego fi 300 mm			
Długość rurociągu tłoczego w poziomie l [m]	TDH (wysokość podnoszenia) [m]	Wymagana moc na wale pompy [kW]	% PNS
200	26,2	118	86
250	29,6	140	82
300	33	163	79
350	36,4	189	76
400	39,8	215	72

TAB. 1 Pobór mocy w zależności od długości rurociągu

W tabeli nr 1 zebrane są dane obliczeniowe rzeczywistych systemów pompowych uwzględniające średnicę i długość rurociągu tłoczego, wymaganą wysokość podnoszenia dla pompy, wymagane zapotrzebowanie na moc na wale pompy oraz oddalenie punktu pracy od punktu najwyższej sprawności pompy.

Parametry pracy układu: pompa KREBS gravelMAX12x10-34, ssanie ~10 m spod lustra wody, geometryczna wysokość podnoszenia 10 m, długość rurociągu w poziomie – patrz tabela, zagęszczenie wagowe ciał stałych ~20%.

Łatwo można zauważyć prostą zależność: przy większej średnicy rurociągu tłoczego wymagana jest prawie dwukrotnie niższa wysokość podnoszenia, a co za tym idzie dwukrotnie niższe zużycie mocy. Jednocześnie pompa uzyskuje zdecydowanie większą sprawność, co ma również wpływ na zużycie materiałowe pompy. Dlatego można uzyskać wymierne korzyści ekonomiczne, poprzez zastosowanie rurociągu o optymalnej średnicy.

Rozpatrzmy przypadek, w którym długość rurociągu tłoczego w poziomie wynosi 350 m. Z tabeli nr 1 możemy odczytać zużycie energii dla dwóch różnych średnic fi 250mm i fi 300mm. Pobór mocy na wale pompy dla rurociągu fi 250 mm wynosi 521 kW. Koszty energii związane z roczną eksploatacją to: 16 (godzin dziennie, 2 zmiany) x 22 (dni robocze miesięcznie) x 9 (miesiące w roku) x 521kW (pobór mocy) x 0,4 PLN (koszt 1kWh) = ~660 200,00 PLN

Podczas gdy pobór mocy na wale pompy przy rurociągu o większej średnicy, czyli fi 300 mm, wynosi 189 kW, koszty energii związane z roczną eksploatacją to 16 (godzin dziennie, 2 zmiany) x 22 (dni robocze miesięcznie) x 9 (miesiące w roku) x 189kW (pobór mocy) x 0,4 PLN (koszt 1kWh) = ~239 500,00 PLN.

Rzeczywistą obniżkę kosztów eksploatacyjnych zapewnia jednocześnie zastosowanie energooszczęd-

nej pompy oraz optymalizacja średnicy rurociągu tłocznego.

Pomp KREBS w TKSM Biała Góra

Dla zobrazowania przydatności zastosowania pomp KREBS serii MAX na pogłębiarkach ssących poniżej podano przykład pochodzący z Tomaszowskich Kopalni Surowców Mineralnych „Biała Góra”. W 2010 r. uruchomiono na refulerze pompę KREBS gravelMAX10x8-27. Zastąpiła ona pompę produkcji szwedzkiej (która wymagała wymiany 1 zestawu komory roboczej na sezon, czyli po ok. 120 000 t piasku).

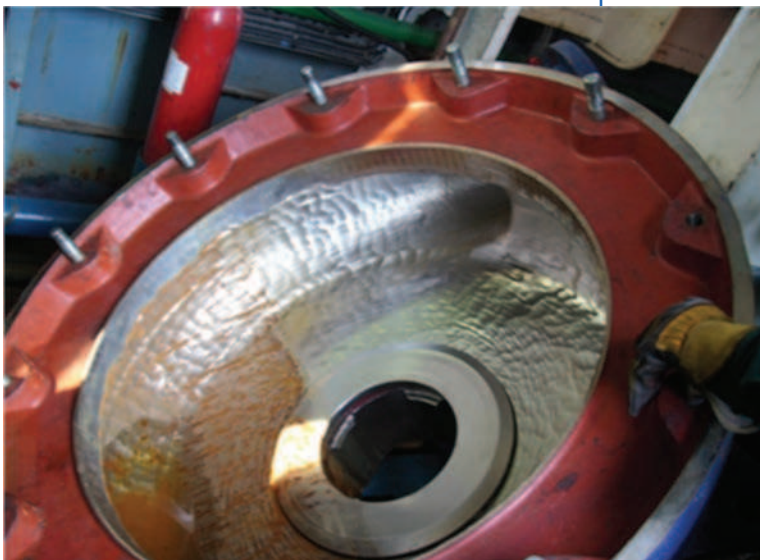
Po uruchomieniu stwierdzono:

- wzrost wydajności o ok. 15% ze 130-140 t/h do 160 t/h,
- wzrost podciśnienia na ssaniu – zdolność wydobywania materiału o większym zagęszczeniu,
- zmniejszenie prędkości obrotowej o ok. 10%.

Pierwsza inspekcja została wykonana w 2010 r. po wydobyciu ponad 360 000 t piasku.

Stwierdzono:

FTO. 4. Wirnik i korpus pompy gravelMAX10x8-27 po 3 sezonach eksploatacji na piaskach kwarcowych w TKSM Biała Góra



KORZYŚCI PŁYNĄCE Z ZASTOSOWANIA POMP KREBS

- Dłuższa (1,5-3 razy) i bardziej **równomierna eksploatacja części zwilżanych**, co oznacza odpowiednio niższe koszty eksploatacyjne.
- **Mniej przestojów** przeznaczonych na obsługę, co oznacza ciągłość pracy pompy przez cały okres eksploatacji.
- **Zmniejszenie kosztów obsługi**, ponieważ pompa wymaga regulacji pierścienia uszczelniającego jedynie 6 do 8 razy w czasie żywotności komory roboczej pompy (taka operacja zajmuje tylko 5 minut), przy czym niewymagane jest zatrzymywanie pompy na okresowe regulacje i wymiany zużytych podzespołów.
- **Mniejsze zużycie energii**, szacowane na 15-25% lub większe o 15-25% wydajność w stosunku do wiodących konstrukcji dostępnych na rynku.

- stan zużycia wirnika na ok. 20%
- stan zużycia korpusu na ok. 30%
- stan zużycia tulei wału na ok. 30%

Warto zapamiętać

Pompy KREBS serii MAX bardzo dobrze sprawdzają się we wszystkich trudnych zastosowaniach, również na pogłębiarkach ssących. Ich konstrukcja oraz użyte materiały powodują, że zastosowane np. na refulerach przynoszą wymierne oszczędności dla użytkownika, wynikające ze zmniejszonego zapotrzebowania na energię, wydłużenia okresów międzyremontowych, zmniejszenia kosztów przeznaczonych na obsługę, zwiększenia zagęszczenia wydobywanego urobku. Oprócz konstrukcji i doboru samej pompy, poważnym czynnikiem jest także odpowiedni dobór średnicy rurociągów współpracujących z pompą, które również istotnie wpływają na parametry ekonomiczne systemu pompowego. ■



PRO-INDUSTRY Sp. z o.o. Sp. k.
ul. Bacówka 15
43-300 Bielsko Biała
tel. +48 (33) 822 33 25
fax. +48 (33) 822 33 24
email: info@pro-industry.pl