

ZASILANIE PRAS FILTRACYJNYCH PRZY UŻYCIU POMPY KREBS MILLMAX NA PRZYKŁADZIE KWK „SOŚNICA”.

Streszczenie:

Praca opisuje sprawdzony, nowatorski sposób jednostopniowego zasilania pras filtracyjnych nadawą przy wykorzystaniu szlamowej, współśrodkowej pompy wirowej KREBS millMAX HH, na przykładzie KWK „Sośnica”. Pompa posiada specjalną konstrukcję przystosowaną do zasilania pras filtracyjnych. Dzięki zastosowaniu pomp millMAX HH w kopalni uproszczono układ pompowy, rurociągi oraz układ sterowania, a także skrócono cykl napełniania pras, a przede wszystkim wydłużono bezawaryjną pracę pompy.

Autorzy:

mgr inż. Michał Gładek, tel.: +48 (32) 2725831, e-mail: m.gladek@kwsa.pl

KWK „Sośnica”, 41-800 Zabrze, ul. Makoszowska 24

mgr inż. Piotr Myszkowski, tel.: 033 8223325, e-mail: piotr.myszkowski@pro-industry.pl

PRO-INDUSTRY Sp z o.o., 43-300 Bielsko-Biała, ul. Bacówka 15

Luty 2009r.

I. TYPOWY UKŁAD POMPOWY DWUSTOPNIOWEGO ZASILANIA PRAS FILTRACYJNYCH

W KWK „Sośnica” prasy filtracyjne wykorzystywane są do odwadniania odpadów końcowych. Odpady zagęszczane są w zęszczaczu promieniowym typu „DOOR” i uzyskują w wylewie 300-400g/l. W dotychczasowym rozwiązaniu odpady były standardowo pompowane przez dwustopniowy zestaw agregatów pompowych w następującym układzie:

Poziom 0m pierwszy stopień: pompa PH150. Ze względu na szybkie zużycie tulei wału (po ok. 450-700 godz. pracy) oraz komory roboczej (głównie wykładzina ssania i wirnik) pompę tą wymieniono później na pompę Warman 6/4 z silnikiem 75kW wyposażoną w falownik.

Poziom 10m drugi stopień: pompa PH-150 z silnikiem 75kW.

Poziom 24m 3 szt. komorowe prasy filtracyjne typu PF-2000x1500 w ilości 175 płyt każda. Wymagane ciśnienie na wlocie do pras 9,0-9,3bar. Czas napełniania wynosił ok. 1,5-2 godz

Schemat napełniania pras wyglądał następująco:

Etap 1. Uruchomienie pompy na poziomie 0m pompującą bezpośrednio do pras (bypass pompy drugiego stopnia).

Etap 2. Po osiągnięciu ciśnienia 6 bar na prasie filtracyjnej, uruchamiano pompę drugiego stopnia – do ciśnienia 9,0-9,5bar.

W roku 2006 podjęto próbę wyeliminowania pompy drugiego stopnia poprzez zastosowanie standardowego układu konwersji komory roboczej KREBS millMAX 6x4 zamontowanego na wale wraz z napędem pozostałym po pompie Warman. Okazało się, że pompa umożliwia normalną pracę pras filtracyjnych, jednak już po ok. 250 godz. stwierdzono zużycie tulei wału. Inne podzespoły komory roboczej nie wykazywały nadmiernego zużycia.

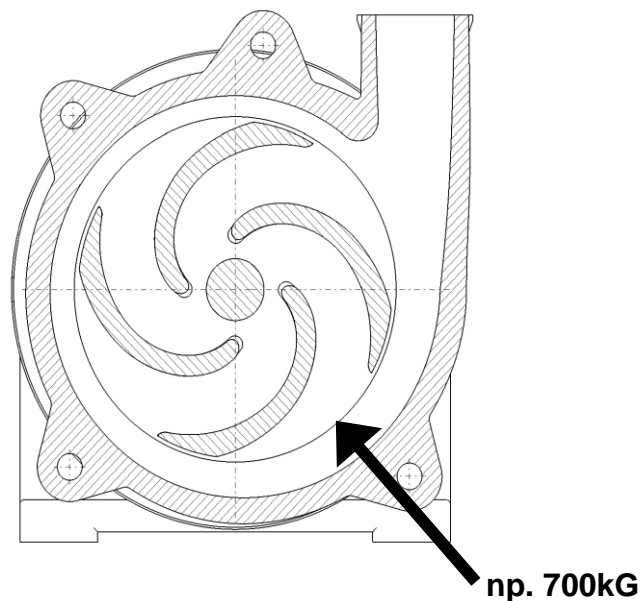
II. ANALIZA PROBLEMU ZASTOSOWANIA POMP WIROWYCH DO ZASILANIA PRAS FILTRACYJNYCH

Biorąc pod uwagę zaobserwowane zjawiska występujące w przypadku układów dwu, jak i jednostopniowych sformułowano następujące wnioski:

1. Podczas zasilania pras filtracyjnych panują bardzo zmienne warunki przepływu. Startując od swobodnego napełniania pustych komór pras filtracyjnych (tylko statyczna różnica wysokości) do pracy przy bardzo wysokich obrotach wirnika pompy i prawie zerowym przepływie, prasa jest wówczas „dobijana” a pompa dławiona.
2. Szczególnie w drugim okresie, na szybko obracający się wirnik pompy działa znaczny moment pary sił powodujący odchylenie wirnika i wygięcie wału. Rysunek 1. pokazuje kierunek działania siły powodującej wystąpienie momentu wyginającego wał, na którym zamontowany jest wirnik pompy o korpusie spiralnym.

Ugięcie wału powoduje:

- Nieszczelności na uszczelnieniu wału.
- Nadmierne zużycie tulei wału. Rysunek 2. przedstawia typowe zużycie tulei wału w wyniku ugięcia wału.
- Szybkie zużycie łożysk. W tabeli na rysunku 3. przedstawiono żywotności łożysk, po obu stronach wału, wyrażone w godzinach pracy w zależności od stopnia wygięcia wału.



Rys. 1. Siły działające na wał pompy konwencjonalnej (korpus spiralny)

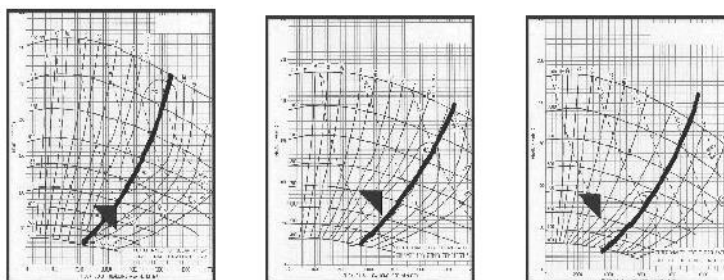
o



Rys. 2. Typowe zużycie tulei wału w wyniku ugięcia wału.

Generalnie można stwierdzić, że im dalej jest odsunięty punkt pracy pompy od punktu najwyższej sprawności, tym na wirnik działają większe siły, które powodują wyginanie wału. Tabela na rysunku 3. obrazuje przykładowe zależności punktu pracy i nacisków promieniowych powodujących ugięcie wału i w efekcie skrócenie żywotności łożysk.

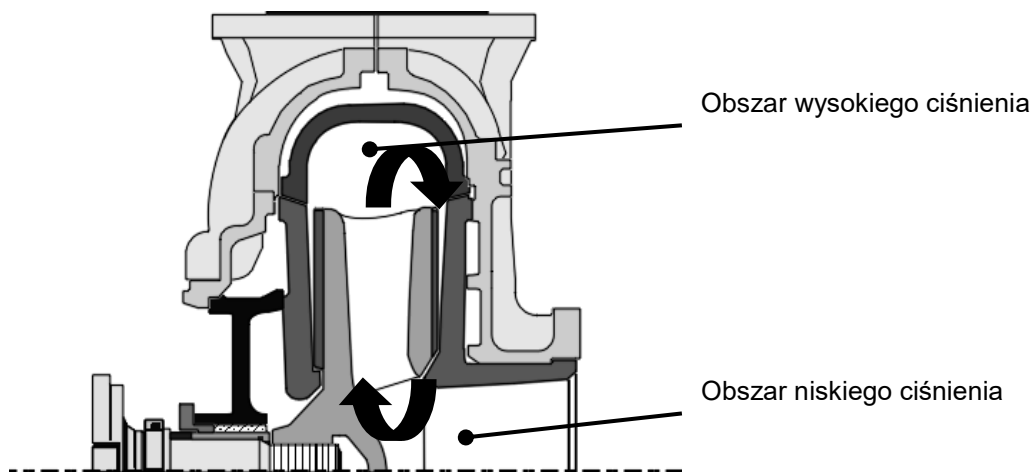
Przykładowe położenia punktu pracy pompy względem punktu najwyższej sprawności



	Punkt pracy dobrany optymalnie	Punkt pracy ok. 80% optymalnego	Punkt pracy ok. 50% optymalnego
Nacisk promieniowy	29KG	487KG	1297KG
Ugięcie wału	14 μ m	75 μ m	251 μ m
Żywotność łożyska, strona napędu	1 760 000godz.	626 000godz.	120 000godz
Żywotność łożyska, strona wirnika	4 541 000godz.	593 000godz.	49 000godz.

Rys. 3. Wpływ położenia punktu pracy pompy na ugięcie wału i żywotność łożysk.

3. Występuje także zwiększona recyrkulacja szlamu w kierunku ssania. W obszarze na zewnątrz wirnika, wzdłuż wykładziny obwodowej, w wyniku działania siły odśrodkowej wytwarzanej przez obracający się wirnik, wytwarzane jest wysokie ciśnienie, podczas, gdy w króćcu ssawnym ciśnienie jest dużo niższe (rys. 4.).



Rys. 4. Zwiększona recyrkulacja w kierunku ssania

W sposób naturalny część pompowanego materiału przedostaje się z obszaru wysokiego ciśnienia do obszaru niskiego ciśnienia. W trakcie normalnej eksploatacji pompy wirkowej występuje tzw. recyrkulacja wewnętrzna, która może wynosić nawet do 20-25% wielkości przepływu wytwarzanego przez pompę. Recyrkulacja szlamu powoduje następujące, niekorzystne zjawiska (por. rys. 5.):

- Nadmierne zużycie wykładziny po stronie ssania.
- Nadmierne zużycie przedniej ścianki wirnika.
- Nadmierne zużycie otworu wlotowego wirnika.
- Nadmierne zużycie wykładziny obwodowej, szczególnie w rejonie szyjki króćca ssawnego (w rejonie minimalnej szczeliny pomiędzy wirnikiem a wykładziną).



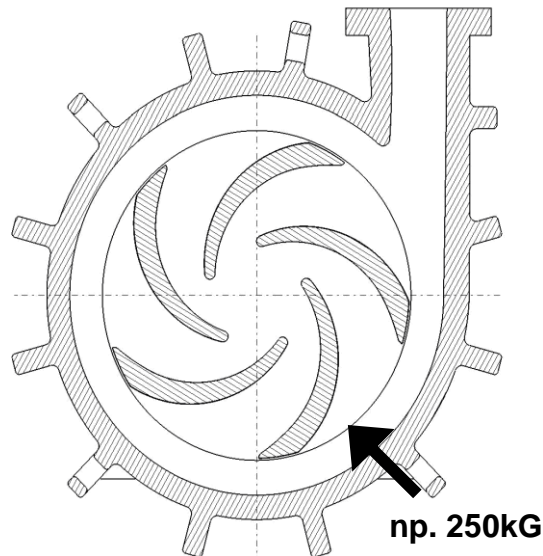
Rys. 5. Zużycie elementów podzespołów komory roboczej spowodowane recyrkulacją wewnętrzną.

Biorąc pod uwagę fakt, że na pracującą pompę zasilającą prasy filtracyjne wpływają praktycznie wszystkie opisane powyżej zjawiska fizyczne, żywotność podzespołów pompy jest stosunkowo krótka, a podzespoły te zużywają się nierównomiernie. Np. zwykle wymienia się 2 lub 3 wykładziny ssania i/lub wirniki na jedną wykładzinę obwodową. Zużyte wirniki, wykładziny, tuleje wału czy łożyska świadczą o występowaniu niepożądanych czynników wpływających wprost na okres bezobsługowej eksploatacji pompy. Ponieważ w przypadku KWK „Sośnica” stwierdzono większość opisanych wyżej czynników, zdecydowano o zastosowaniu pompy typu KREBS millMAX 6x4-21 w specjalnej wersji HH (High Head).

III. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE SPRZYJAJĄCE ZASTOSOWANIU POMPY KREBS MILLMAX 6X4-21HH DO ZASILANIA PRAS FILTRACYJNYCH

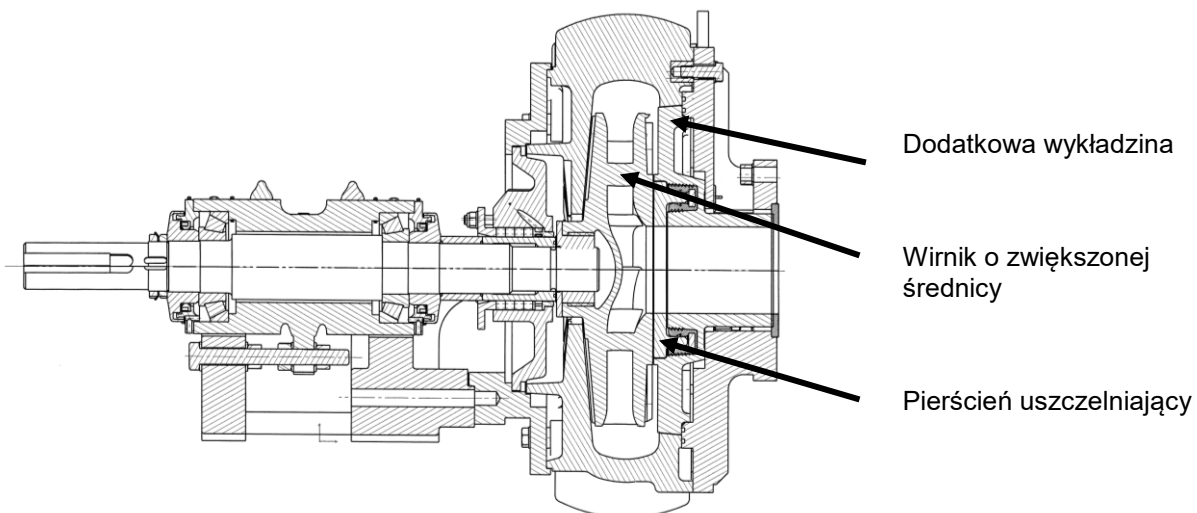
KREBS Engineers opracował specjalną pompę, która sprawdza się w opisanych powyżej, skrajnie niekorzystnych warunkach pracy. Jest to modyfikacja, oznaczona symbolem „HH”, standardowej pompy typu millMAX przeznaczonej do bardzo ciężkich warunków pracy, polegająca na:

1. Przeniesieniu osi wirnika do osi komory korpusu – wyeliminowano w ten sposób problem powstawania znacznego momentu pary sił oraz wyginania wału i związanych z tym uszkodzeń tulei wału i łożysk – rys. 6.



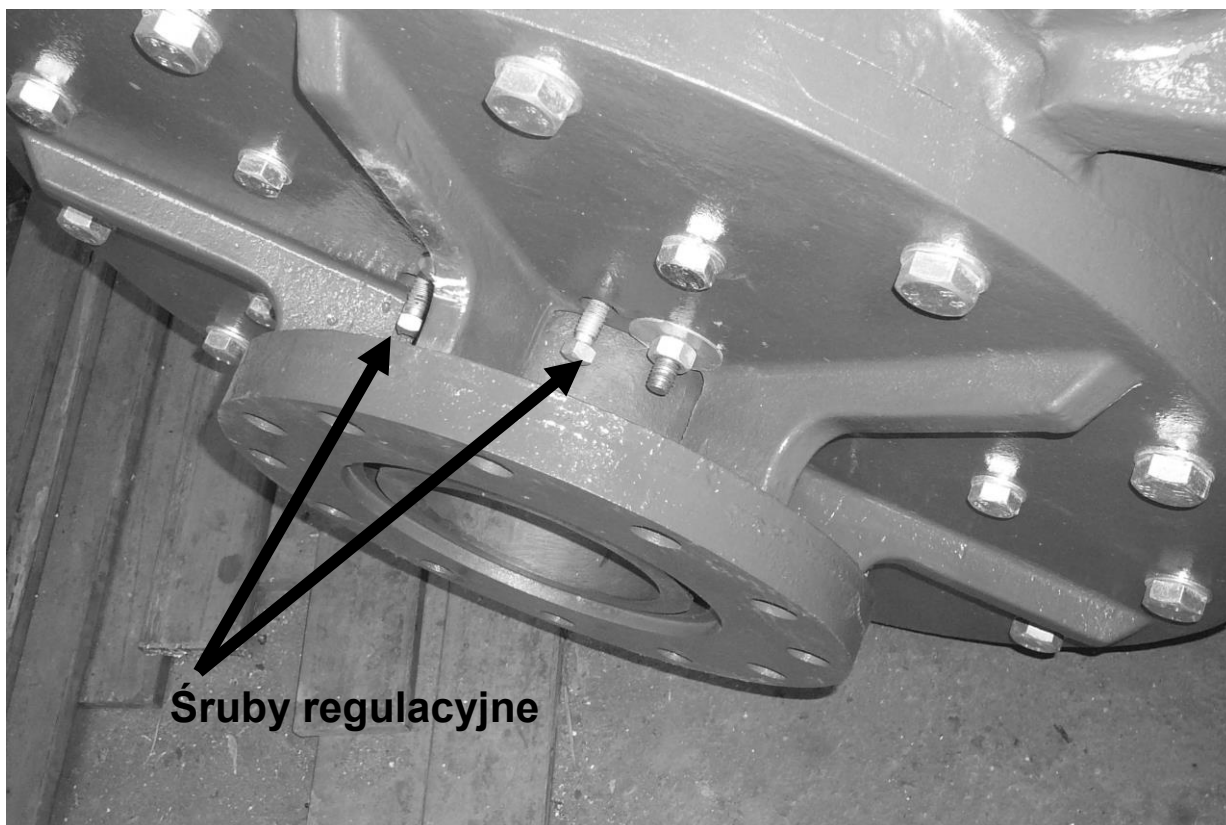
Rys. 6. Korpus współśrodkowy pompy KREBS millMAX HH

2. Znacznie wzmocniono i pogrubiono ścianki korpusu pompy (standardowa pompa 6x4 wytrzymuje ciśnienie 19,5 bar podczas, gdy wersja HH wytrzymuje 38 bar) – otrzymano dzięki temu znacznie wydłużenie żywotności. Dla porównania masa pompy millMAX 6x4 HH wynosi 1177 kg podczas, gdy standardowa millMAX 6x4 waży 682 kg.
3. Zastosowano dodatkową wykładzinę po stronie ssania.
4. Zastosowano wirnik o zwiększonej średnicy z 410 mm na 535 mm, co umożliwia pracę z mniejszą prędkością obrotową, dzięki czemu występuje mniejsze zużycie ściernych elementów wewnętrznych.



Rys. 7. Przekrój pompy KREBS millMAX HH

5. Pozostawiono pierścień uszczelniający po stronie ssania, co eliminuje recyrkulację wewnętrzną oraz nadmierne zużycie wirnika i wykładzin, a także zwiększa sprawność pompy. Pierścień uszczelnia przednią stronę wirnika, dzięki czemu recyrkulacja wewnętrzna jest drastycznie ograniczona. Wydłużono dzięki temu eksploatację podzespołów komory roboczej. Na rysunku 8. pokazano dostęp do śrub regulacyjnych pierścienia uszczelniającego. Regulacja polega na symetrycznym dokręcaniu czterech śrub do momentu usunięcia szczeliny wirnika. Regulacja musi odbywać się podczas normalnej eksploatacji pompy. Należy ją wykonywać nie częściej niż od 6 do 8 razy w całym okresie eksploatacji (życiowości komory roboczej).



Rys. 8. Śruby regulacyjne pierścienia uszczelniającego wirnik.

IV. EFEKTY ZASTOSOWANIA POMPY KREBS MILLMAX 6X4-21HH W KWK „SOŚNICA”

W KWK „Sośnica” pompę KREBS millMAX 6x4-21HH z silnikiem 75kW – 1450obr/min. w układzie jednostopniowym uruchomiono w dniu 01/06/2008r. Po kilkumiesięcznej eksploatacji stwierdzono następujące efekty wdrożenia:



Rys. 9. Pompa na stanowisku w KWK „Sośnica”.

- W trakcie pierwszego uruchomienia pompy ciśnienie na prasach wynosiło 11 bar przy 1450 obr/min, wystąpiła konieczność redukcji obrotów wirnika. Obecnie falownik jest nastawiony na 65-67%, a osiągnięte ciśnienie na prasach wynosi 8,5-9 bar.
- Zastosowano specjalny układ przygotowania wody dławnicowej utrzymujący ciśnienie wody wyższe niż ciśnienie na tłoczeniu pompy składający się z pompy Grundfos i zaworu regulacyjnego.



Rys. 10. Układ przygotowania wody dławnicowej.

- Czas napełniania skrócił się do ok. 1,0 - 1,5 godz.
- Zainstalowana moc jest dwukrotnie mniejsza niż w układzie dwustopniowym.
- Profilaktycznie dokonano na ruchu jednej regulacji pierścienia uszczelniającego na ssaniu – bez zatrzymywania pompy
- Do chwili obecnej pompa nie była rozmontowywana, ani nie był wymieniony żaden podzespół komory roboczej
- Brak konieczności zwiększenia obrotów wirnika od czasu uruchomienia pompy, co świadczy o dobrym stanie podzespołów wewnętrznych. Przednia ścianka wirnika, ani wykładzina ssania nie są nadmiernie zużyte.
- Uproszczono układ pompowy zasilania pras filtracyjnych.
- Uproszczono układ rurociągów.
- Uproszczono układ sterowania.
- Pompa pracuje ok. 9 miesięcy bezawaryjnie, nie wymagała wydatkowania ani jednej roboczogodziny na obsługę, konserwację, serwis. Regulacja pierścienia uszczelniającego trwała 10 minut i wykonano ją podczas normalnej eksploatacji pompy, bez jej zatrzymywania.

V. PODSUMOWANIE

W KWK „Sośnica” po raz pierwszy zastosowano z powodzeniem pompę wirową, współśrodkową typu KREBS millMAX 6x4-21HH w układzie jednostopniowego zasilania pras filtracyjnych. Dzięki specjalnej konstrukcji okazało się, że wszystkie założenia dotyczące parametrów techniczno-technologicznych zostały spełnione z nadmiarem. Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że pompa wykazuje zdecydowanie dłuższą żywotność niż pompy innych producentów, porównując nawet z układem dwustopniowym. Ponadto, zastosowanie pompy millMAX HH uprościło układ pompowy, rurociągi nadawy oraz układ sterowania, a cykl napełniania pras został skrócony. Pompa od momentu uruchomienia praktycznie nie wymagała obsługi.

Dane źródłowe:

1. Materiały marketingowe KREBS: Krebs millMAX Pumps, A new beginning in slurry pump design, 2005
2. Prezentacja: John Frater, Excelling in Separation Solutions for Over 55 Years, 2008
3. Operating manual of KREBS millMAX pumps.
4. R.J. Stepanoff – Centrifugal and Axial Flow Pumps
5. www.krebs.com