

Koncepcja systemu zraszania sektorowego zanożowego głowicy urabiającej kombajnu chodnikowego – część I

The concept of after-tool sectoral spraying system for roadheader's cutter head - part I



Dr inż. Marek Kalita*)



Dr inż. Dariusz Prostański*)

Treść: W artykule przedstawiono koncepcję systemu zraszania sektorowego zanożowego przeznaczonego do zraszania głowicy urabiającej kombajnu chodnikowego. Zaprezentowano podstawowe założenia projektowe i wymagania stawiane instalacjom zraszającym zanożowym. Przedstawiono ogólną budowę i zasadę działania instalacji.

Abstract: A concept of after-tool sectoral spraying system for roadheader's cutter head is presented. Basic design assumptions and requirements for after-tool spraying systems are given. Finally, general design and principle of operation are explained.

Słowa kluczowe:

zraszanie sektorowe, zraszanie zanożowe, kombajn chodnikowy

Key words:

sectoral spraying, after-tool spraying, roadheader

1. Wprowadzenie

Podstawowym kryterium uwzględnianym przy projektowaniu instalacji zraszających górniczych maszyn urabiających, w tym kombajnów chodnikowych, jest ilość wody zużywanej przez instalację i wydzielanej do wyrobiska. W tym celu stosowane są różnego rodzaju rozdzielacze, które ukierunkowują strumień zraszający do strefy urabiania, przy zachowaniu wysokiej skuteczności tego procesu.

System sektorowego zraszania może być realizowany poprzez:

- doprowadzenie wody zraszającej w obszar zawrębenia organu urabiającego z calizną, przy zastosowaniu rozdzielacza sektorowego [2],
- doprowadzenie wody zraszającej w obszar urabiania każdego noża, w chwili jego kontaktu z calizną (zastosowanie w uchwytach nożowych zaworów otwierających przepływ czynnika zraszającego pod wpływem nacisku noża) [6].

Innym sposobem ograniczenia ilości wody wprowadzanej do wyrobiska z instalacji zraszającej jest stosowanie zraszania powietrzno-wodnego [17].

Niezależnie od rodzaju medium zraszającego (woda lub mieszanina powietrzno-wodna), wymagany jest niezawodny w działaniu rozdzielacz oraz wysoka szczelność układu.

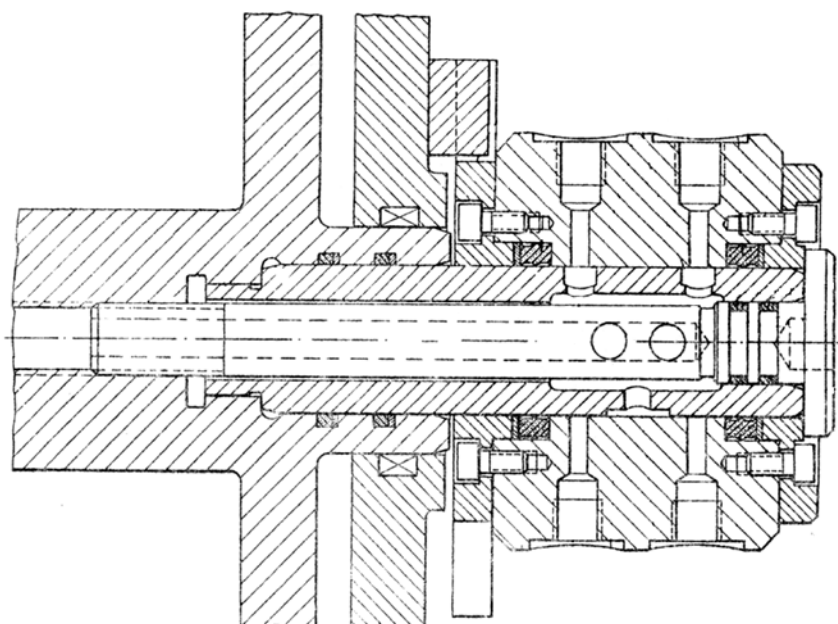
Analiza rozwiązań systemów zraszania sektorowego głowicy urabiających kombajnów chodnikowych wskazuje na to, że dominującym sposobem doprowadzenia mediów zraszających do organów urabiających jest prowadzenie instalacji wewnątrz przekładni organu. Rozwiązanie takie niesie za sobą niebezpieczeństwo wystąpienia nieszczelności, która może mieć negatywny wpływ na elementy przekładni. W związku z tym w Instytucie Techniki Górniczej KOMAG opracowano koncepcję systemu zraszania sektorowego głowicy urabiającej kombajnu chodnikowego z zewnętrznym doprowadzeniem medium zraszającego.

2. Rozwiązania rozdzielaczy sektorowych

Głównym elementem instalacji zraszania sektorowego zanożowego jest rozdzielacz sektorowy. Jego konstrukcja umożliwia rozdział medium zraszającego do dysz zraszających noże będące w kontakcie z urabianą calizną. Konstrukcje rozdzielaczy sektorowych zraszania organów urabiających kombajnów chodnikowych są projektowane i doskonalone od początku lat 80. ubiegłego wieku. Znajdują one zastosowanie zarówno w instalacjach zraszania kombajnów ścianowych, jak i chodnikowych.

Najwięcej rozwiązań rozdzielaczy sektorowych opracowano i opatentowano przez firmę Voest Alpinie z przeznaczeniem

*) ITG KOMAG



Rys. 1. Rozdzielacz sektorowy firmy Voest Alpine stosowany w kombajnach chodnikowych [8]

Fig. 1. Sectoral distributor manufactured by Voest Alpine used in roadheaders [8]

do instalacji zraszania głowic urabiających kombajnów chodnikowych. Specyfika tych rozwiązań polega na tym, że człon sterujący zabudowano i unieruchomiono wobec obrotowej głowicy organu (rys. 1). Wyposażono go w sekcyjny kanał przepustowy rozciągający się na wycinku obwodu. Dzięki temu woda dostarczana była do systemu zraszania w zakresie 120° - 150° obwodu organu urabiającego [1] [8].

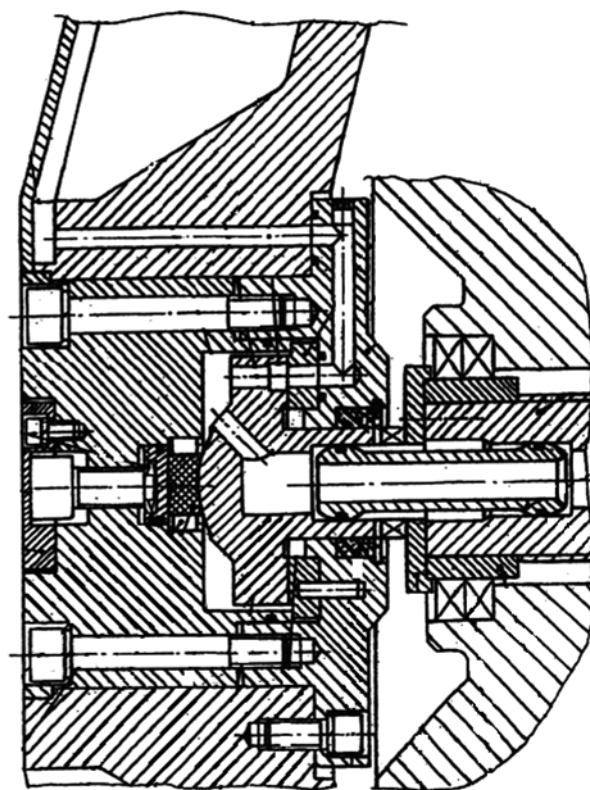
Człon sterujący po stronie wejściowej wyposażono w sprzęgło unieruchamiające go z korpusem wspornika i gniazdo z przyłączonym łącznikiem uszczelniającym, doprowadzającym wodę pod ciśnieniem z kanału w korpusie wspornika. Po stronie wyjściowej człon sterujący współpracuje ciernie z elementem wprowadzającym wodę do kanałów rozpliwowych w głowicy.

Pierwsze krajowe rozwiązania rozdzielaczy sektorowych do kombajnów chodnikowych opracowano między innymi w ramach współpracy firmy REMAG z KOMAGiem oraz Akademią Górniczo-Hutniczą. Zastosowano je w układach zraszania kombajnów chodnikowych wyposażonych w poprzeczne organy robocze i zapewniające boczne [12] lub osiowe [13] doprowadzenie cieczy zraszającej.

Rozwiązanie rozdzielacza z osiowym doprowadzeniem wody (rys. 2) [13] znalazło zastosowanie między innymi w kombajnie chodnikowym typu KR-150. Istota rozwiązania polegała na wyposażeniu rozdzielacza w elastycznie podparty w korpusie głowicy człon sterujący, wyposażony w nieobrotową płytkę, w postaci tarczy z kanałem sekcyjnym połączonej z osiową tuleją dolotową. Człon sterujący miał przelotowy, łamany kanał, mający osiowy otwór wlotowy w części tulejowej oraz otwór boczny lub otwory wylotowe w części tarczowej. W rozwiązaniu zastosowanym w kombajnie KR-150 rozdzielacz sektorowy dociskany był za pomocą mechanizmu różnicowego [4, 3].

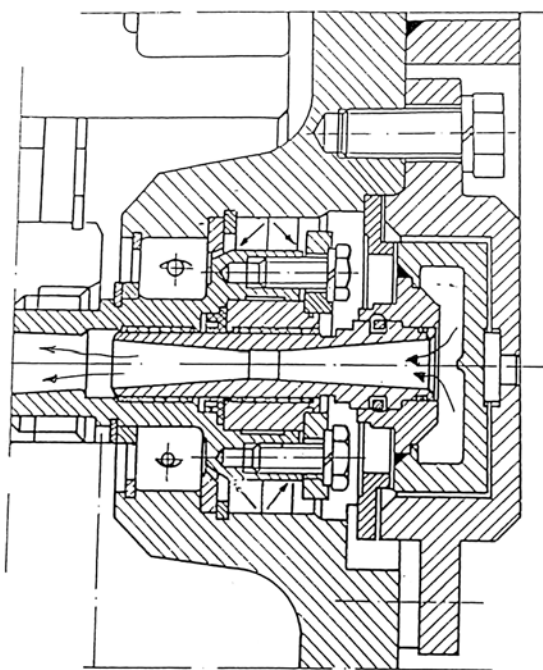
Inne znane rozwiązanie rozdzielacza sektorowego (rys. 3) zostało zaproponowane przez firmę ANGA [11], testowane w jednym z kombajnów chodnikowych produkowanych przez REMAG. Rozwiązanie to wyposażono w zespół rozdzielająco-uszczelniający, skojarzony z wałem napędowym głowicy roboczej i posiadający uszczelnienie czołowe. Rozdział cie-

czy zraszającej zrealizowano dzięki wybraniu kanałowemu w kołnierzu stałego dolnego pierścienia ślizgowego i jego połączeniu z kilkunastoma otworami obrotowego pierścienia ślizgowego. Pierścień ujęto w kołnierzu obrotowej tulei, a następnie połączono z zamocowanymi złączkami, rozprowadzającymi ciecz do układu zraszającego.



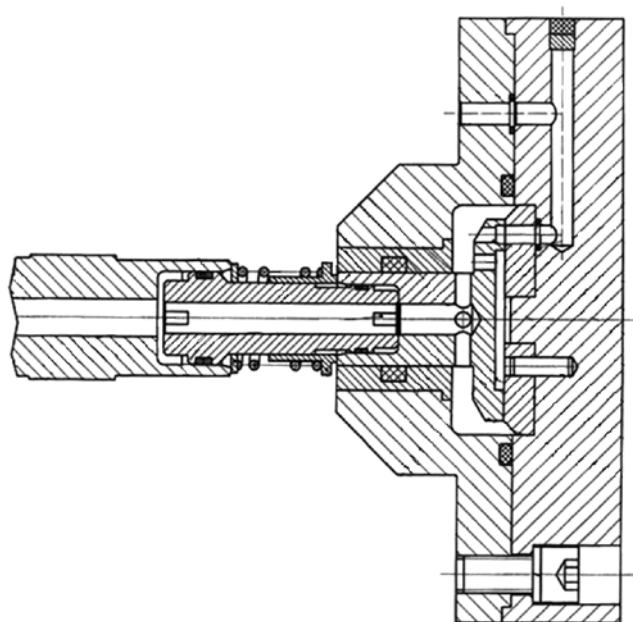
Rys. 2. Rozdzielacz sektorowy z osiowym doprowadzeniem cieczy zraszającej [13]

Fig. 2. Sectoral distributor with axial supply of spraying liquid [13]



Rys. 3. Rozdzielacz sektorowy firmy ANGA [11]
Fig. 3. Sectoral distributor manufactured by ANGA [11]

Firma REMAG opracowała również rozwiązanie rozdzielacza sektorowego [15], którego istota (rys. 4) polegała na tym, że do zewnętrznej pokrywy korpusu rozdzielacza posiadającej otwory odprowadzające, zamocowano tarczę z otworami. Wewnątrz rozdzielacza umieszczono rozrząd mający postać tarczy połączonej z osiąwą tuleją i stykającą się z tarczą zamocowaną w pokrywie korpusu. Od strony styku w tarczy rozrządu wykonano wgłębienie, tworząc komorę wodną. We wgłębieniu wykonano otwory łączące komorę z wnętrzem rozdzielacza. Na obrzeżu tarczy rozrządu znajdują się otwory współosiowe z otworami tarczy osadzonej w kadłubie. Łącznik łączący rozdzielacz z przekładnią napędową dociskany jest za pomocą sprężyny.



Rys. 4. Rozdzielacz sektorowy firmy REMAG [15]
Fig. 4. Sectoral distributor manufactured by REMAG [15]

Innym sposobem umożliwiającym realizację funkcji zraszania sektorowego było doprowadzenie wody w obszar urabiania każdego noża z chwilą jego kontaktu z calizną. W tym celu, w każdym uchwycie nożowym zastosowano specjalny zawór, otwierający przez cofający się trzonek noża przepływ czynnika zraszającego, w czasie kontaktu noża z urabianą calizną. Rozwiązanie takie zastosowały w swoich kombajnach chodnikowych firmy: Voest Alpine oraz Krumpal [6].

Firma Krumpal opracowała także poprzeczne organy urabiające [6], w których zastosowano kombinację sterowania sektorowego oraz indywidualnego sterowania zraszaniem dla pojedynczych noży.

Inne rozwiązanie, w wersji zraszania powietrzno-wodnego, zastosowała w kombajnach chodnikowych firma PAURAT [2]. Woda i sprężone powietrze doprowadzono osobnymi przewodami do kombajnu, a następnie poprzez obrotowe uszczelnienie, odrębnymi kanałami, do organu urabiającego. Na organie urabiającym media zraszające dostarczano do uchwytów nożowych oddzielnymi kanałami, w których umieszczono dwuczynnikiowe dysze zraszające. Mieszanie obu czynników następowało dopiero w dyszach. Rozwiązanie to dla głowicy poprzecznej (rys. 5) oraz wzdłużnej (rys. 6) było skomplikowane pod względem konstrukcyjnym oraz wykonawczym.

3. Koncepcja zraszania sektorowego zanożowego

Analiza rozwiązań systemów sektorowego zraszania wewnętrznego, zanożowego stosowanych w kombajnach chodnikowych wskazuje na problem sposobu doprowadzenia i rozprowadzenia czynnika zraszającego w głowicy urabiającej. Wszystkie prezentowane rozwiązania prowadzą przewody wodne w osi przekładni głowicy organu urabiającego. Niedostateczna trwałość rozwiązania oraz skutki, jakie mogą wystąpić w przypadku awarii są istotne z uwagi na możliwość uszkodzenia przekładni głowicy urabiającej.

Opracowując koncepcję nowego systemu zraszania sektorowego, jako główny cel postawiono zaprojektowanie takiego rozdzielacza, który umożliwiłby doprowadzenie czynnika zraszającego po zewnętrznej stronie ramienia, poza przekładnię kombajnu, co w przypadku nieszczelności skutkowało, co najwyżej wyciekami wody na zewnątrz głowicy urabiającej, a nie do przekładni.

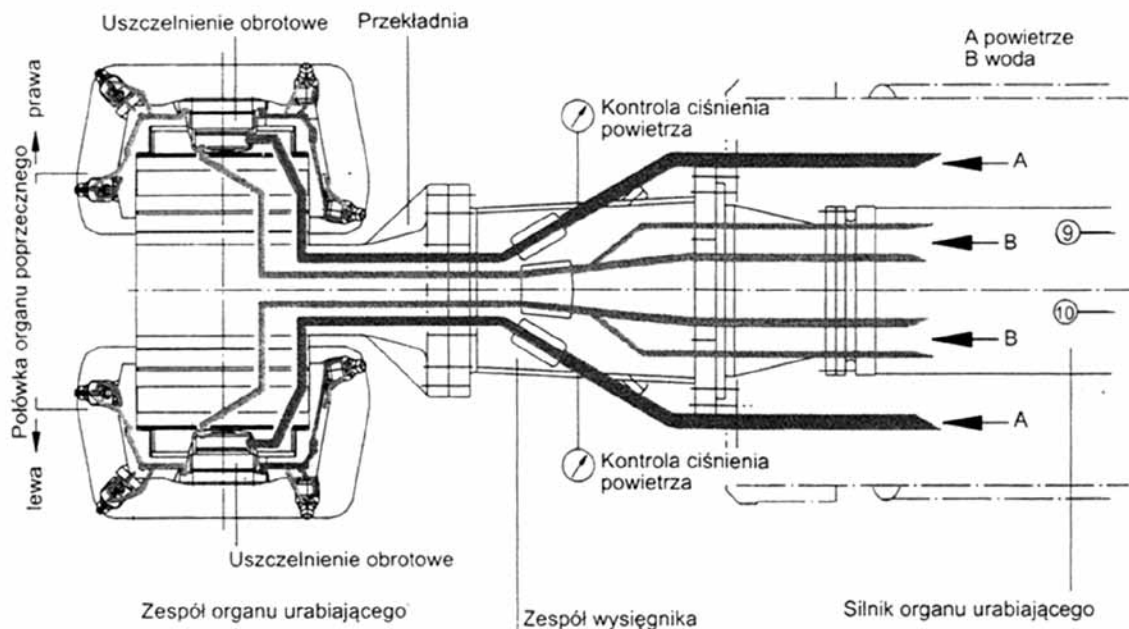
Efekt prac projektowych jest koncepcja nowego systemu zraszania sektorowego (rys. 7) przeznaczonego dla kombajnów chodnikowych z poprzecznymi głowicami urabiającymi.

Głównymi elementami instalacji sektorowego zraszania (rys. 7) są:

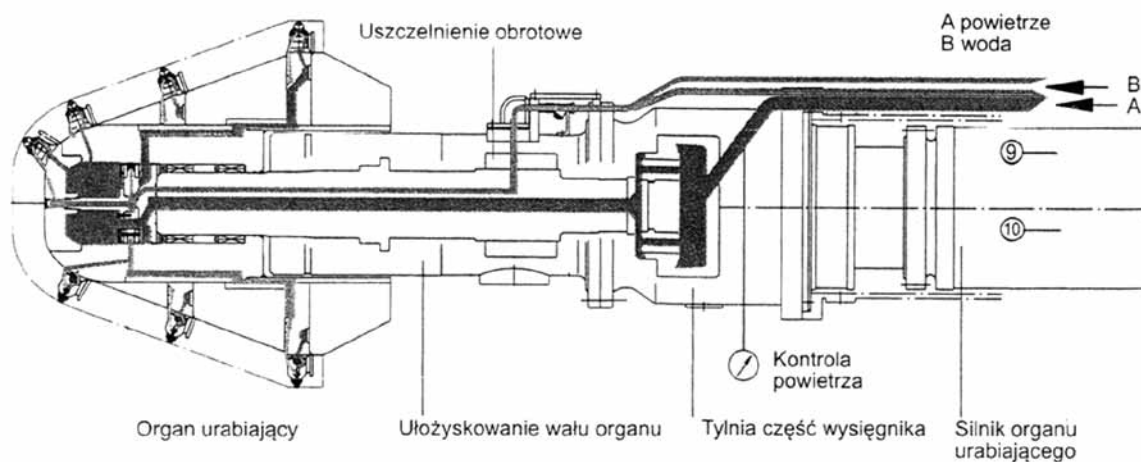
- rozdzielacz sektorowy wraz z uszczelnieniami (poz.1),
- zespół suwaków (poz.2),
- zespół doprowadzenia wody (poz.3).

Rozdzielacz sektorowy, w kształcie pierścienia, na swojej zewnętrznej i wewnętrznej powierzchni ma zabudowane pakiety uszczelnień, pierścieni prowadzących oraz zgnarniających.

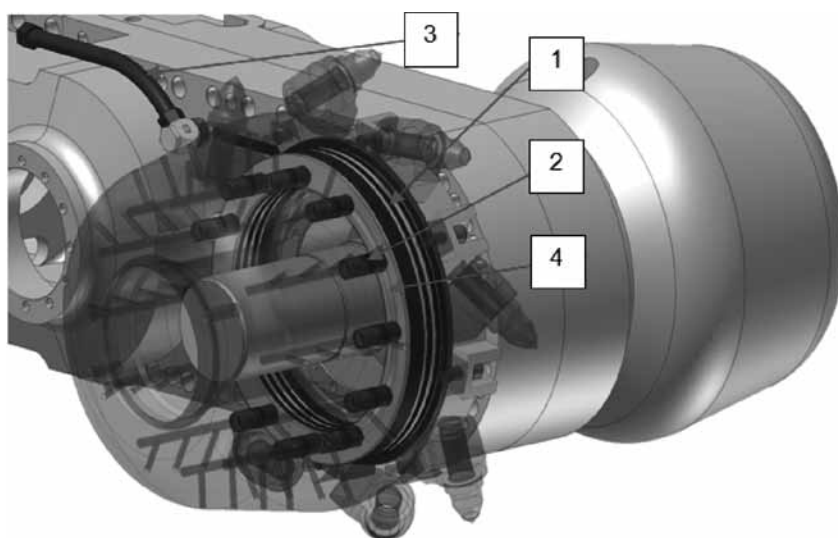
Na powierzchni rozdzielacza przeznaczonej do współpracy z suwakami, na około jednej trzeciej obwodu, wykonano rowek (kanał wodny poz.4 rys. 7) umożliwiający rozprowadzenie wody do otworów w głowicy urabiającej i do rozdzielenia jej strumienia do dysz zraszających znajdujących się w strefie urabiania. Tylną część rozdzielacza uformowano w postaci pierścienia, na obwodzie którego przewidziano wgłębienia umożliwiające zabezpieczenie rozdzielacza przed obrotem względem ramienia kombajnu (rys. 8).



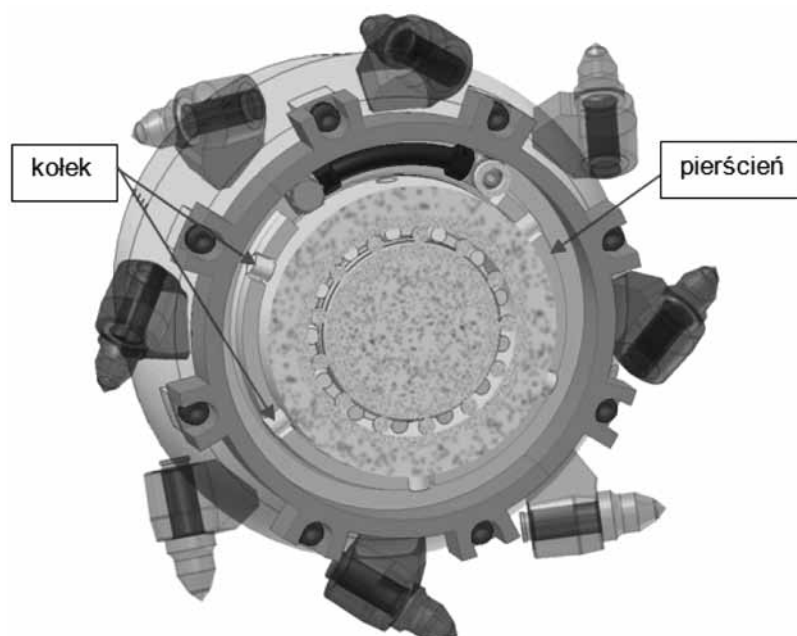
Rys. 5. Układ zraszania powietrznowodnego w organie poprzecznym [16]
 Fig. 5. Air-and-water spraying system in transverse cutter head [16]



Rys. 6. Układ zraszania powietrznowodnego w organie wzdłużnym [16]
 Fig. 6. Air-and-water spraying system in longitudinal cutter head [16]



Rys. 7. System zraszania sektorowego głowicy poprzecznej kombajnu chodnikowego [5]
 Fig. 7. Sectoral spraying system for transverse cutter head of a roadheader [5]



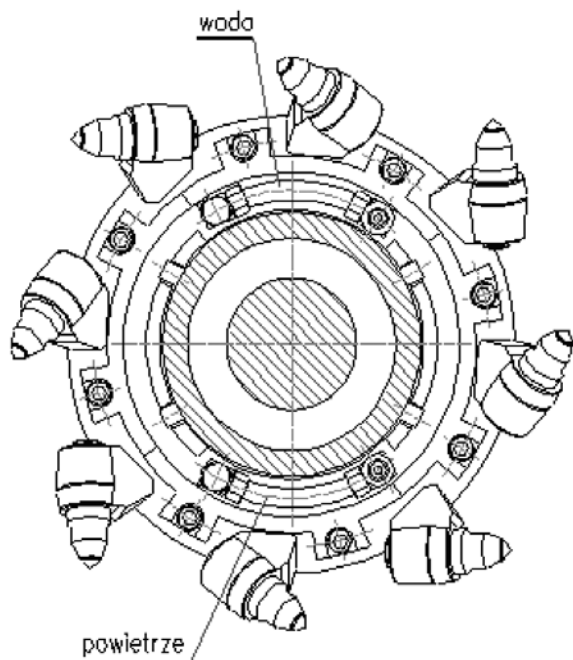
Rys. 8. Sposób unieruchomienia rozdzielacza względem ramienia kombajnu [5]

Fig. 8. Method for firm fixing of the distributor in relation to the roadheader's arm [5]

W zaproponowanym rozwiązaniu woda, przewodami zabudowanymi na ramieniu kombajnu, przekazywana jest do kanału wodnego wykonanego w ramieniu, a następnie do gniazda rozdzielacza sektorowego. Gniazdo rozdzielacza ma otwór, przez który woda przekazywana jest do rowka rozpraszającego ją do otworów w poszczególnych suwakach.

Każdy z suwaków dociskany jest do powierzchni rozdzielacza za pomocą sprężyny. Na obwodzie suwaka zabudowano uszczelnienie.

Opracowany system zraszania sektorowego przewidziano, oprócz zraszania wodą, również do zraszania mieszaniną powietrznowodną. Woda i sprężone powietrze doprowadzane są w tym przypadku oddzielnie do rozdzielacza sektorowego (rys. 9).



Rys. 9. Doprowadzenie wody i sprężonego powietrza do rozdzielacza [5]

Fig. 9. Supply of water and compressed air to the distributor [5]

4. Podsumowanie

Dostępne na rynku rozwiązania techniczne systemów zraszania sektorowego oraz stosowane w nich rozdzielacze sektorowe charakteryzują się skomplikowaną i trudną do wykonania konstrukcją. Ich pewność działania i żywotność jest niewystarczająca zwłaszcza w przypadku stosowania w podziemiach kopalń.

Uwzględniając powyższe opracowano w Instytucie KOMAG koncepcję zraszania sektorowego z nowym rozwiązaniem rozdzielacza czynnika lub czynników zraszających, które mogą zapewnić długotrwałą pracę w trudnych warunkach górniczych.

Istota proponowanego rozwiązania polega na zastosowaniu nieruchomego rozdzielacza, umieszczonego wewnątrz obracającej się głowicy urabiającej. Rozdzielacz mocowany jest pomiędzy wysięgnikiem, a głowicą urabiającą. Rozdzielacz od strony rowka, współpracuje z rozmieszczonymi obwodowo, w obrotowym kadłubie głowicy urabiającej, suwakami z przelotowymi otworami. W czasie obrotu głowicy urabiającej, kolejne otwory suwaków przemieszczają się okresowo nad rowkiem rozdzielacza, przez co woda kierowana jest do dysz zraszających noże będące w kontakcie z urabianą calizną.

Koncepcja systemu wewnętrznego zraszania sektorowego może być zastosowana zarówno dla wody, jak również mieszaniny powietrznowodnej.

Podstawowe zalety proponowanego rozwiązania zraszania to:

- doprowadzenie wody do dysz zraszających z pominięciem przekładni głowicy organu urabiającego,
- wyeliminowanie wpływu nieszczelności instalacji na pracę pozostałych zespołów kombajnu,
- zewnętrzne doprowadzenie mediów zraszających (wzdłuż powierzchni wysięgnika),
- poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy załóg górniczych,
- prosta budowa niewrażliwa na luzy głowicy urabiającej.

Opracowane rozwiązanie konstrukcyjne systemu zraszania sektorowego przeznaczonego dla kombajnów chodnikowych zgłoszono, jako wynalazek do Urzędu Patentowego RP.

Literatura

1. *Jagiello A.; Lammer E.*: Sposoby redukcji obciążenia wywołanego oddziaływaniem szkodliwych czynników przy pracy kombajnów chodnikowych firmy Voest Alpine. Referat na konferencję CMG KOMAG p.t. „Zwalczanie zapylenia w wyrobiskach korytarzowych i komorowych”. Szczyrk, listopad 1993
 2. *Jeschner E.*: Poprawa bezpieczeństwa pracy w niemieckim górnictwie węgla kamiennego przez zastosowanie powietrzno-wodnego systemu zraszania firmy PAURAT. Referat na konferencję CMG KOMAG p.t. „Nowoczesne metody drażenia wyrobisk korytarzowych z uwzględnieniem aspektów bezpieczeństwa pracy” Szczyrk, maj 1996
 3. *Kalukiewicz A., Pieczora E., Siejna K.*: Techniczne możliwości realizacji zraszania w kombajnach chodnikowych. Masz. Gór. 2002 nr 91 s. 3846.
 4. *Kalukiewicz A., Klich A., Kotwica K.*: „Możliwości i efektywność zwalczania zapylenia przez wprowadzenie wysokociśnieniowego strumienia wody w strefę zraszania”. Referat na konferencję CMG KOMAG p.t. „Zwalczanie zagrożeń pyłowych w górnictwie”. Wisła, październik 1999
 5. Koncepcja systemu zraszania sektorowego kombajnu chodnikowego E/BDC-12060/OR, listopad 2010 (materiały niepublikowane)
 6. *Lemmes F.*: Zraszanie wewnętrzne na organach urabiających kombajnów chodnikowych. Referat na konferencję CMG KOMAG p.t. „Zwalczanie zapylenia w wyrobiskach korytarzowych i komorowych”. Szczyrk, listopad 1993
 7. Opis patentowy PL 117895 „Urządzenie dyszowe dla dysz wewnętrznych bębna wrębowego”.
 8. Opis patentowy PL 139631 „Układ doprowadzania cieczy pod ciśnieniem do obracającej się części maszyny”.
 9. Opis patentowy PL 148316 „Urządzenie do sterowania dopływem cieczy zraszającej noże kombajnowe”
 10. Opis patentowy PL 155326 „Urządzenie do sektorowego sterowania dopływem cieczy zraszającej noże kombajnowe”.
 11. Opis patentowy PL 178406 „Zespół rozdzielający – uszczelniający układu zraszającego organu urabiającego, zwłaszcza w chodnikowych kombajnach górniczych”.
 12. Opis patentowy PL 181144 „Rozdzielacz sektorowy poprzecznych organów roboczych z bocznym przyłączem hydraulicznym”.
 13. Opis patentowy PL 181199 „Rozdzielacz sektorowy poprzecznych organów roboczych z osiowym przyłączem hydraulicznym”.
 14. Opis patentowy PL 186096 „Urządzenie doprowadzające ciecz do organu urabiającego kombajnu”.
 15. Opis zgłoszenia patentowego PL 372405 „Rozdzielacz sektorowy poprzecznych organów roboczych”.
 16. Prospekt firmy Howden Paurat. „Powietrzno wodny układ zraszania firmy Howden Paurat”.
 17. *Prostański D.; Balaga D.; Rojek P.; Sedlaczek J.*: Zraszanie powietrzno-wodne jako nowa metoda zwalczania zagrożeń pyłowych i metanowych w polskich kombajnach górniczych. Maszyny Górnicze nr 2/2008
-