

<https://doi.org/10.32056/KOMAG/KOMTECH2021.2>

Zespół wypychacza sworzni lemniskatowych

Krzysztof Mazurek – Instytut Techniki Górniczej KOMAG

Joachim Sępor – Instytut Techniki Górniczej KOMAG

Marek Szygula – Instytut Techniki Górniczej KOMAG

Streszczenie: Najczęściej w polskich kopalniach, ze względu na małe wymiary gabarytowe dróg transportowych, relokacja do nowej ściany, sekcji obudowy zmechanizowanej, w całości, jest niemożliwa. Zdarza się również, że sekcje przechodząc do nowej ściany mają zmieniany zakres wysokości pracy – poprzez np. zastosowanie nadstawek spągnicy. Wówczas konieczny jest demontaż sekcji na mniejsze zespoły, a demontaż sworzni łączących łączniki lemniskatowe lub nadstawki spągnicy ze spągnicami, sprawia największą trudność. Wynika to z faktu pracy spągnic w środowisku mocno zanieczyszczonym resztkami urobku, skał, wody czy błota. Zanieczyszczenia te dostają się w połączenia sworzni lemniskatowych w spągnicach czy nadstawkach powodując ich zapieczenie lub wręcz „zabetonowanie”. Powoduje to, że tradycyjne metody ich demontażu przy użyciu narzędzi ręcznych albo znanych dedykowanych urządzeń, staje się niemożliwe. Rozwiązaniem problemu demontażu sworzni lemniskatowych może być zespół wypychacza sworzni, będący przedmiotem niniejszego rozdziału. Urządzenie to składa się z siłownika hydraulicznego i szczęk zabezpieczających konstrukcję spągnicy przed uszkodzeniem/rozerwaniem, podczas operacji wypychania sworzni.

Słowa kluczowe: sekcja obudowy zmechanizowanej, spągnica, sworzni

Lemniscate pin removal system

Abstract: Due to the small overall dimensions of transport routes in Polish mines, relocation of a powered roof support to a new longwall, in its entirety, is often impossible. It also happens that a powered roof support travelling to a new longwall, change a range of working height - e.g. due to using base extensions. It is then necessary to disassemble the roof support into smaller components, and the disassembly of pins connecting the lemniscate links or the base extensions with the base, is the most difficult. This is due to the fact that the bases work in an environment heavily contaminated with the remains of spoil, rocks, water or mud. These impurities get into the joints of the lemniscate pins in the bases or base extensions, causing them to seize or jam. This makes traditional disassembly methods using hand tools or other dedicated devices impossible. The pin removal system, which is the subject of this chapter, can be a solution to the problem of removing the lemniscate pin. This system consists of a hydraulic cylinder and clamping jaws securing the base structure against damage/tear during the pin removal operation.

Keywords: powered roof support, base, pin

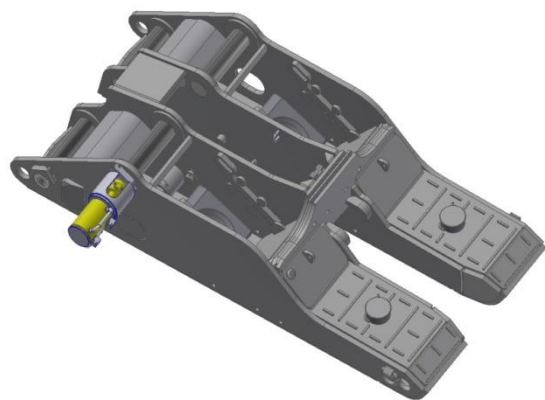
1. Wprowadzenie

Ze względu na często spotykane w polskich kopalniach, małe wymiary gabarytowe podziemnych dróg transportowych [1,2], transport sekcji obudowy zmechanizowanej wymaga rozłożenia sekcji na zespoły główne, co wiąże się z koniecznością demontażu sworzni łączących poszczególne zespoły. Są to sworznie węzłów stropnica-osłona odzawałowa, osłona odzawałowa-łączniki lemniskatowe, łączniki lemniskatowe-spągnica, ewentualnie łączniki lemniskatowe-nadstawki i nadstawki-spągnica [3,4]. Demontaż sworzni węzłów stropnica-osłona odzawałowa i osłona odzawałowa-łączniki lemniskatowe zwykle nie nastrocza większych problemów, chyba że sworznie są odkształcone plastycznie, ale to nie dotyczy niniejszych rozważań. Największy problem stanowią sworznie lemniskatowe połączeń łączniki lemniskatowe-spągnica ewentualnie łączniki lemniskatowe-nadstawki i nadstawki-spągnica, gdyż spągnice pracują w środowisku mocno zanieczyszczonym. Co w efekcie prowadzi do zapieczenia lub wręcz „zabetonowania” połączenia sworzniowego. Dochodzi w tych sytuacjach do konieczności wypalania lub wycinania sworzni narażając kopalnię na dodatkowe koszty związane z ich ponownym wykonaniem, w konsekwencji powodując w ten sposób dodatkowe

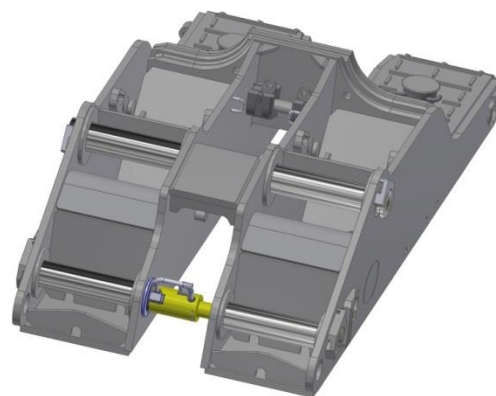
przeście. Z kolei wydanie tych zespołów na powierzchnię jest ekonomicznie nieuzasadnione i wszelkie prace wykonywane są w tymczasowych komorach montażowo-demontażowych, zlokalizowanych w chodnikach obcinek ścianowych [5]. Również producenci borykają się z tym problemem, gdyż w przypadku remontu lub modernizacji sekcji wymagany jest demontaż wszystkich zespołów. Aktualnie oprócz ww. inwazyjnych metod demontażu sworzni lemniskatowych, stosuje się również dedykowane urządzenia, w postaci: wyciągaczy i wypychaczy sworzni.

W przypadku wyciągacza sworzni, operację wyciągania wykonuje się od strony zewnętrznej spągnicy. Zasada działania wyciągacza sworzni polega na tym, że gwintowaną końcówkę drąga tłokowego siłownika należy wkręcić w otwór gwintowany sworzni lemniskatowego, a wyciągacz oparty jest o nakładki zabezpieczające sworzni lub bezpośrednio o burtę spągnicy. Następnie zasilając przestrzeń nadłokową siłownika wyciągany jest sworzni. W tym rozwiązaniu do wyciągania sworzni wykorzystana jest mniejsza (nadłokowa) siła siłownika, co jest zasadniczą wadą tego urządzenia. Praktycznie każdy producent sekcji obudowy oferuje do sprzedaży jako dodatkowe urządzenia, wyciągacze sworzni. Największe stosowane wielkości wyciągaczy to 120/45 (nominalna średnica wewnętrzna rury/średnica tłoczyska). Maksymalna siła wyciągania sworzni to 243 kN (przy ciśnieniu zasilania 25 MPa). W wypadku „zapieczenia” połączenia to zdecydowanie za mała siła do wyciągnięcia sworzni, co jest podstawową wadą tego urządzenia. Wyciągacze sworzni można stosować dla sekcji obudowy ze spągnicami dzielonymi i spągnicami typu katamaran. Przykładowy wyciągacz sworzni, dedykowany dla sekcji obudowy zmechanizowanej HYDROMEL16/35-POz [6], przedstawiono na rysunku 1.

Z kolei w przypadku wypychacza sworzni, operację wypychania wykonuje się od strony wewnętrznej spągnicy (w obszarze po zdemontowaniu układu przesuwnego). Na rysunku 2 przedstawiono przykładowy wypychacz sworzni, dedykowany dla sekcji obudowy zmechanizowanej HYDROMEL16/35-POz.



Rys. 1. Przykładowy wyciągacz sworzni w położeniu pracy [7]



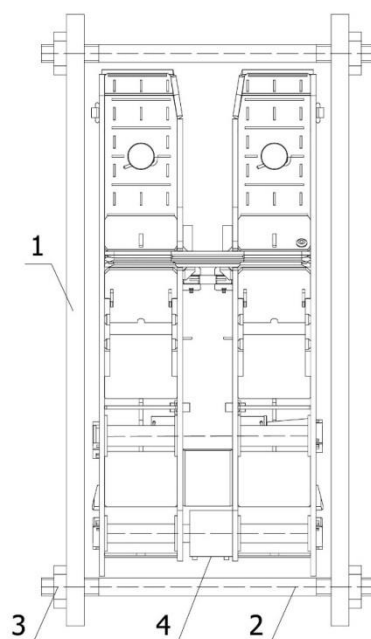
Rys. 2. Przykładowy wypychacz sworzni w położeniu pracy [7]

Zasada działania wypychacza sworzni polega na tym, że siłownik wypychacza należy rozeprzeć pomiędzy wewnętrzną burtą spągnicy, a wypychanym sworzniem. Następnie zasilając przestrzeń podłokową siłownika, sworzni jest wypychany. W tym rozwiązaniu do wypychania sworzni wykorzystana jest większa (podłokowa) siła siłownika, co jest zaletą tego urządzenia. Największe stosowane wielkości wypychaczy to 90/63 (nominalna średnica wewnętrzna rury/średnica tłoczyska), co pozwala na uzyskanie maksymalnej siły wypychania sworzni 159 kN (przy ciśnieniu zasilania 25 MPa). W przypadku „zabetonowania” połączenia sworzniowego, uzyskana siła wypychania jest zdecydowanie za mała, co stanowi podstawową wadę tego urządzenia. Zastosowanie znacznie większego siłownika, bez dodatkowego zabezpieczenia konstrukcji spągnicy, może doprowadzić do powstania pęknięć spoin lub blach w rejonie „mostu” spągnicy lub w rejonie blach spinających

spągnice w tylnej części, co w przypadku prac demontażowych, wykonywanych na dole kopalni, wiąże się z koniecznością wydania uszkodzonego elementu podstawowego sekcji na powierzchnię.

Podstawową wadą ww. rozwiązań konstrukcyjnych jest za mała siła wyciągania/wypychania, a także brak elementów zabezpieczających spągnice przed „rozerwaniem”.

W kolejnym rozwiązaniu zastosowano siłownik o większej sile nacisku, jak i dodatkowy element w postaci ramy, zabezpieczający konstrukcję spągnicy przed uszkodzeniem/rozerwaniem, podczas operacji wypychania sworzni. Schemat urządzenia przedstawiono na rysunku 3. O ile w warunkach warsztatowych jest miejsce na manewrowanie ramą i jej demontaż (za każdym razem należy zdemontować przynajmniej jedną belkę, aby założyć ramę na zespół spągnicy z łącznikami lemniskatowymi), to w warunkach dołowych [5], na tymczasowych stanowiskach demontażu sekcji, jest to niemożliwe. Ponadto ze względu na gabaryt ramy i charakter obciążenia podczas wypychania sworzni, belki odkształcają się sprężysto i zabezpieczenie konstrukcji spągnicy może okazać się niewystarczające.



Rys. 3. Schemat urządzenia w postaci ramy do wypychania sworzni: belka (1), pręt gwintowany (2), nakrętka (3), siłownik hydrauliczny (4) [7]

2. Koncepcja zespołu wypychacza sworzni lemniskatowych

W związku z opisanym problemem, jakim jest utrudniony albo wręcz niemożliwy, na dole kopalni, demontaż tzw. „zapieczonych” sworzni głównych, łączących spągnice z łącznikami lemniskatowymi, w ITG KOMAG opracowano koncepcję urządzenia wspomagającego proces demontażu sworzni ze spągnicy, z jednoczesnym zabezpieczeniem jej konstrukcji przed uszkodzeniem [7]. Przyjęto następujące założenia, jakie nowo projektowane urządzenie powinno zapewnić:

- demontaż każdego sworzni lemniskatowego w spągnicy niezależnie od typu sekcji obudowy, pod warunkiem swobodnego dostępu do sworzni,
- demontaż sworzni lemniskatowych z obszaru pomiędzy spągnicami (miejsce po demontażu układu przesuwne),
- zabezpieczenie spągnicy przed uszkodzeniem podczas operacji wypychania sworzni,
- siła wypychania sworzni powinna wynosić co najmniej 1 MN.

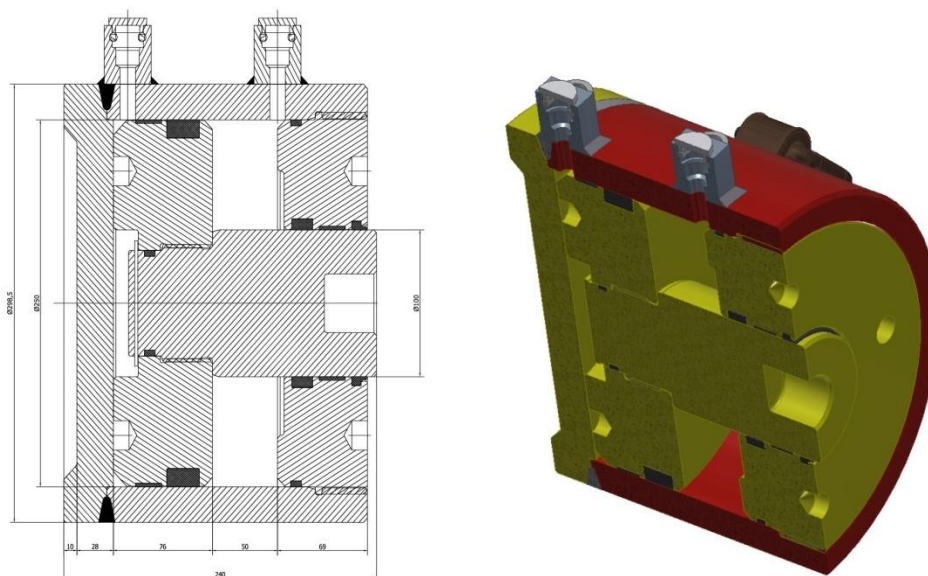
Założono, że operacja wypychania sworznia nie musi zapewnić pełnego demontażu sworznia, lecz jedynie „zruszenie” zapieczonego sworznia. Dalszy demontaż połączenia sworzniowego może odbywać się tradycyjnymi metodami, ze względu na możliwy dostęp od strony zewnętrznej spągnicy.

Prace koncepcyjne poprzedzone zostały analizą postaci konstrukcyjnych spągnic sekcji obudowy zmechanizowanych, stosowanych w polskich kopalniach. W tym celu wykorzystano posiadaną, w Zakładzie Obudów Zmechanizowanych ITG KOMAG, wiedzę z zakresu oceny stanu technicznego różnych typów sekcji obudowy [8]. W wyniku analizy zidentyfikowano 136 typów sekcji obudowy zmechanizowanej, z których, w kolejnym etapie analizy, odrzucono sekcje ze spągnicami dzielonymi. Sekcje te odrzucono, ze względu na brak możliwości wykorzystania jednej ze spągnic jako oparcia do operacji wypychania sworznia w drugiej części spągnicy oraz brak możliwości zabezpieczenia spągnic przed ewentualnymi uszkodzeniami, w operacji wypychania sworzni. Ostatecznie do dalszej analizy zakwalifikowano 83 typy sekcji obudowy, które posiadają spągnice typu katamaran.

W kolejnym kroku, na podstawie instrukcji obsługi wytypowanych 83 sekcji obudowy, dokonano analizy średnicy sworzni lemniskatowych, występujących w spągnicach. W wyniku analizy stwierdzono, że średnica sworzni lemniskatowych spągnic poddanych analizie nie jest nigdy mniejsza niż 100 mm, co pozwoliło na podjęcie decyzji o doborze wielkości siłownika hydraulicznego wypychacza sworzni. Przyjęto następujące założenia:

- średnica wewnętrzna rury siłownika $\varnothing 250$ mm, co pozwoli na uzyskanie siły wypychania sworznia 1,23 MN, przy ciśnieniu zasilania 25 MPa,
- średnica rdzennika siłownika sworzni $\varnothing 100$ mm,
- skok siłownika 50 mm,
- zostaną użyte uszczelnienia firmy Hallite.

Na rysunku 4 przedstawiono schemat siłownika wypychacza sworzni $\varnothing 250/100$, w którym zastosowano standardową rurę cylindra o średnicy $\varnothing 298,5$ mm, z materiału 32HA, natomiast pozostałe elementy, jak: spodek (dno cylindra), dławnica cylindra, rdzennik i tłoczek zostaną wykonane z materiału 41Cr4.



Rys. 4. Koncepcja siłownika wypychacza sworzni [7]

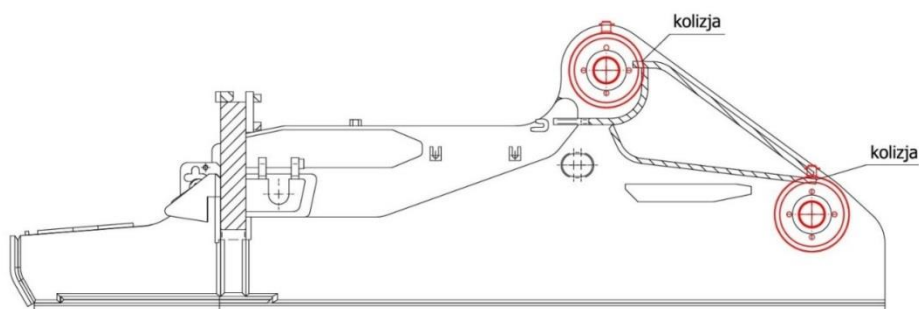
W dnie cylindra wykonano podtoczenie służące do minięcia sworznia lemniskatowego, wystającego poza gabaryt burty spągnicy. Zasilanie odbywać się będzie przez dwie standardowe złączki proste Stecko 10. Ostatecznie uzyskano całkowitą, minimalną ze względu na opisane powyżej

kryteria, długość siłownika wypychacza sworzni równą 240 mm. Wypychacz wyposażono także w dwa standardowe uchwyty transportowe, każdy o nośności 1,15 t.

Mając wymiary siłownika wypychacza sworzni należało sprawdzić, czy we wszystkich 83 typach sekcji, wstępnie wyselekcjonowanych do użycia wypychacza sworzni, możliwe będzie jego zastosowanie ze względu na:

- średnicę zewnętrzną wypychacza,
- dostęp do sworzni lemniskatowego z obszaru pomiędzy burtami spągnic (obszar działania układu przesuwne).

W celu wykrycia kolizji pomiędzy siłownikiem wypychacza sworzni, a elementami spągnic sekcji obudowy poddanych analizie, sporządzono skalowalne bitmapy spągnic, na które nałożono obraz wypychacza sworzni. W pierwszej kolejności sprawdzono występowanie kolizji ze względu na średnicę wypychacza. Przykładową analizę przedstawiono na rysunku 5.

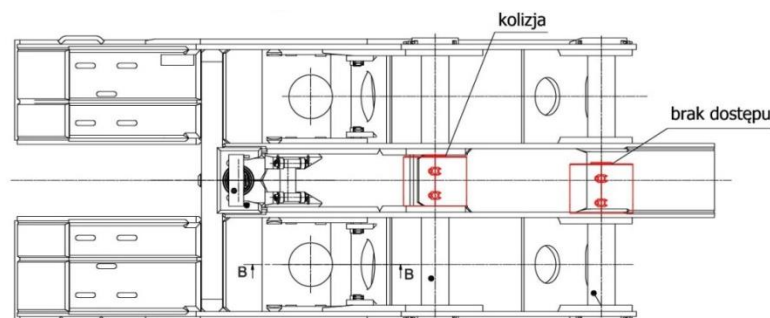


Rys. 5. Przykładowa analiza możliwości zastosowania wypychacza sworzni ze względu na jego średnicę [7]

Z przeprowadzonej analizy możliwości zastosowania wypychacza sworzni ze względu na jego średnicę stwierdzono:

- 62 typy sekcji obudowy z dostępem do obu sworzni lemniskatowych,
- 10 typów sekcji obudowy z dostępem tylko do sworzni przedniego,
- 7 typów sekcji obudowy z dostępem tylko do sworzni tylnego,
- 3 typy sekcji obudowy z brakiem dostępu do obu sworzni.

Ponadto w przypadku kształtu jednej ze spągnic konieczne byłoby wykonanie specjalnego siłownika wypychacza, a z założenia ma powstać uniwersalne urządzenie. Zatem zgodnie z powyższym wyeliminowano 4 typy sekcji obudowy, a dla pozostałych przeprowadzono analizę możliwości zastosowania wypychacza sworzni ze względu na kryterium dostępu do sworzni lemniskatowych z obszaru pomiędzy spągnicami. Przykładową analizę przedstawiono na rysunku 6.

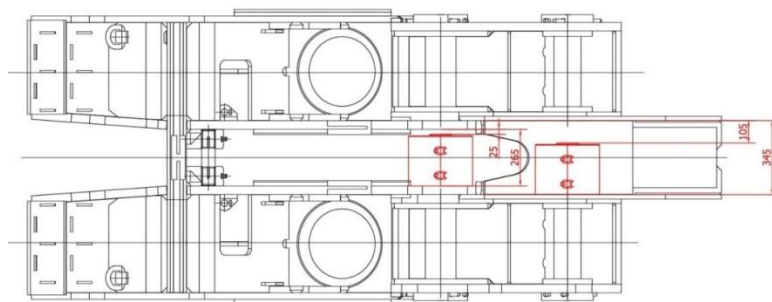


Rys. 6. Przykładowa analiza możliwości zastosowania wypychacza sworzni ze względu na dostęp w obszarze pomiędzy spągnicami [7]

Przeprowadzona analiza postaci konstrukcyjnych 79 spągnic, pozwoliła na wyciągnięcie następujących wniosków:

- 59 typy sekcji obudowy z dostępem do obu sworzni lemniskatowych,
- 10 typów sekcji obudowy z dostępem tylko do sworznia przedniego,
- 9 typów sekcji obudowy z dostępem tylko do sworznia tylnego,
- 1 typ sekcji obudowy, dla którego stwierdzono brak dostępu do obu sworzni.

W kolejnym etapie prac przeprowadzono analizę 78 typów sekcji obudowy, możliwości zabudowania siłownika wypychacza sworzni, pomiędzy burtami wewnętrznymi spągnicy, z uwzględnieniem wystających sworzni lemniskatowych i ewentualnych nakładek. Przykładową analizę przedstawiono na rysunku 7.



Rys. 7. Przykładowa analiza możliwości zastosowania wypychacza sworzni ze względu na luzy pomiędzy wypychaczem, a sworzniem wypychanym [7]

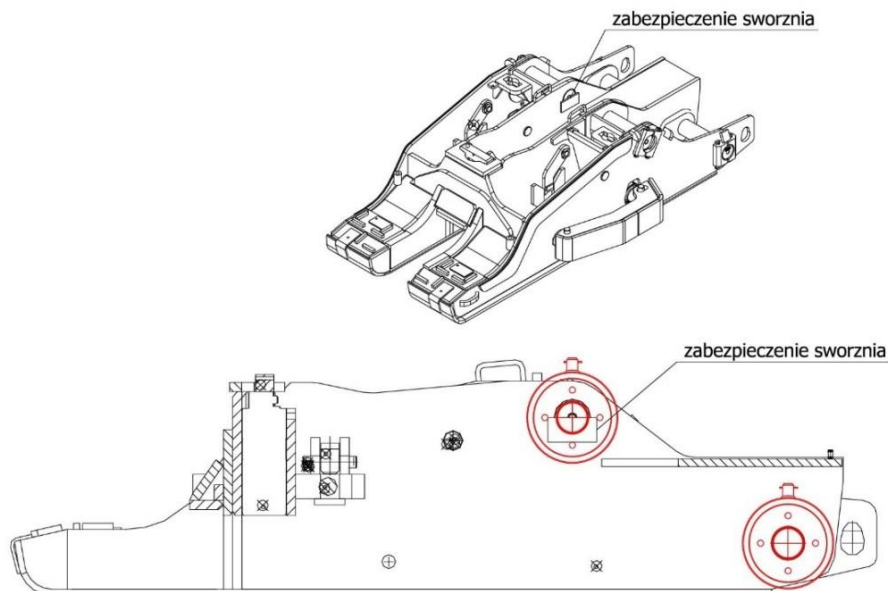
Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że w zależności od konstrukcji spągnicy, luz pomiędzy wypychaczem sworzni, a wypychanym sworzniem może mieścić się w granicach 10÷135 mm. Oznaczało to konieczność opracowania typoszeregu wkładek niwelujących luz, co pozwoli na wykonanie operacji wypychania sworzni lemniskatowych. W tym celu wykonano kolejną analizę wymiarową, grupującą luzy i odpowiadające im długości wkładek dystansowych. Dodatkowo założono, że w procesie wypychania sworzni wykorzystywana będzie co najmniej połowa całkowitego skoku siłownika wypychacza sworzni (25 mm). Wyniki analizy przedstawiono w tabeli 1.

Analiza wymiarowa wkładek dystansowych

Tabela 1.

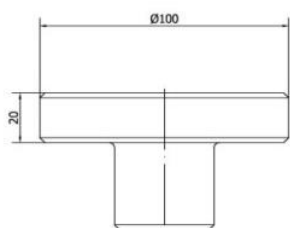
luz [mm]	wypychacz + długość wkładki [mm]						
	0	20	40	60	80	100	125
10							
15							
20							
25							
30							
35							
40							
45							
50							
55							
60							
65							
70							
75							
80							
85							
90							
95							
100							
105							
110							
120							
135							

Zgodnie z wynikami analizy, zestawionymi w tabeli 1, opracowano 6 wkładek dystansowych, które umożliwią zastosowanie siłownika wypychacza sworzni we wszystkich 78 typach sekcji obudowy zmechanizowanej. Jednakże w przypadku 13 analizowanych konstrukcji spągnic, stwierdzono występowanie dodatkowych elementów, umieszczonych po wewnętrznej stronie burt, zabezpieczających sworznie przedni przed wysunięciem, jak przedstawiono na rysunku 8.

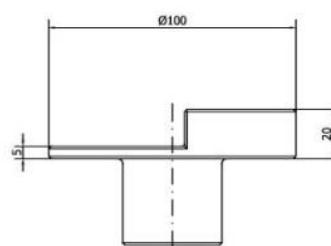


Rys. 8. Przykładowe zabezpieczenie przed wysunięciem sworznia lemniskatowego przedniego [7]

W związku z powyższym dokonano modyfikacji kształtu wkładek dystansowych, która polegała na wykonaniu podebrania, omijającego umieszczone na wewnętrznej burcie elementy zabezpieczenia, zapewniającego nacisk wkładki tylko na sworznie lemniskatowy. Uwzględniając poprzednio wykonywane analizy luzów (tabela 1) opracowano typoszereg 6 wkładek dystansowych, zmodyfikowanych. Na rysunku 9 i 10 przedstawiono przykładowe wkładki dystansowe, przedłużające tłoczysko wypychacza hydraulicznego o 20 mm.

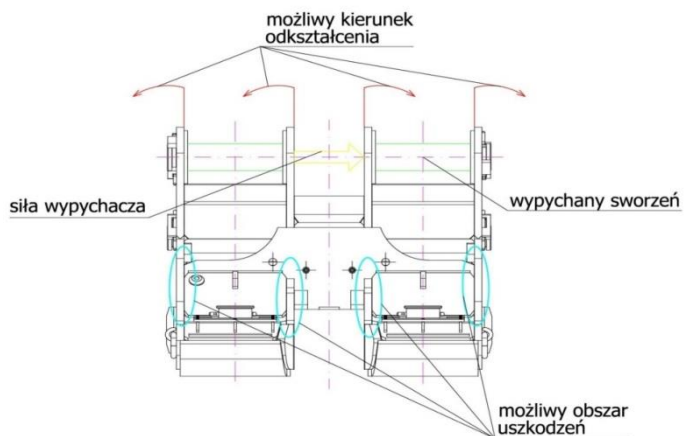


Rys. 9. Wkładka dystansowa [7]

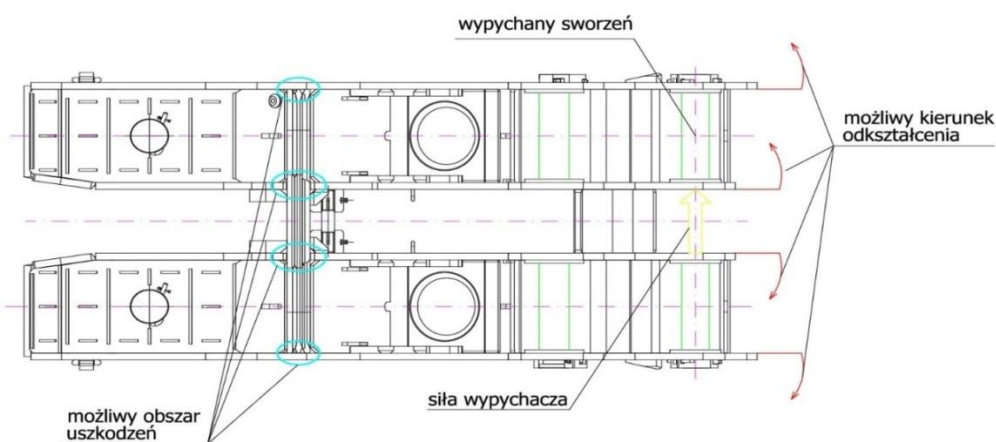


Rys. 10. Zmodyfikowana wkładka dystansowa [7]

Podczas operacji wypychania sworzni, prowadzonej przy użyciu siłownika hydraulicznego, którego koncepcję przedstawiono na rysunku 4, konstrukcja spągnicy typu katamaran, może ulec uszkodzeniu. Szczególnie narażone na uszkodzenia są spoiny i blachy tworzące „most” spągnicy, a także spoiny i blachy spinające części spągnicy w tylnej części. Na rysunkach 11 i 12 przedstawiono schematycznie identyfikację uszkodzeń spągnicy, jakie mogą wystąpić w trakcie operacji wypychania sworzni.

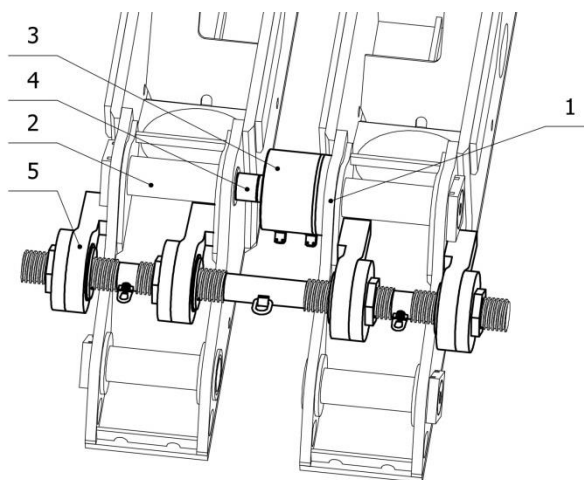


Rys.11. Identyfikacja możliwych uszkodzeń łańcownicy, w operacji wypychania sworzni lemniskatowych przednich [7]



Rys. 12. Identyfikacja możliwych uszkodzeń łańcownicy, w operacji wypychania sworzni lemniskatowych tylnych [7]

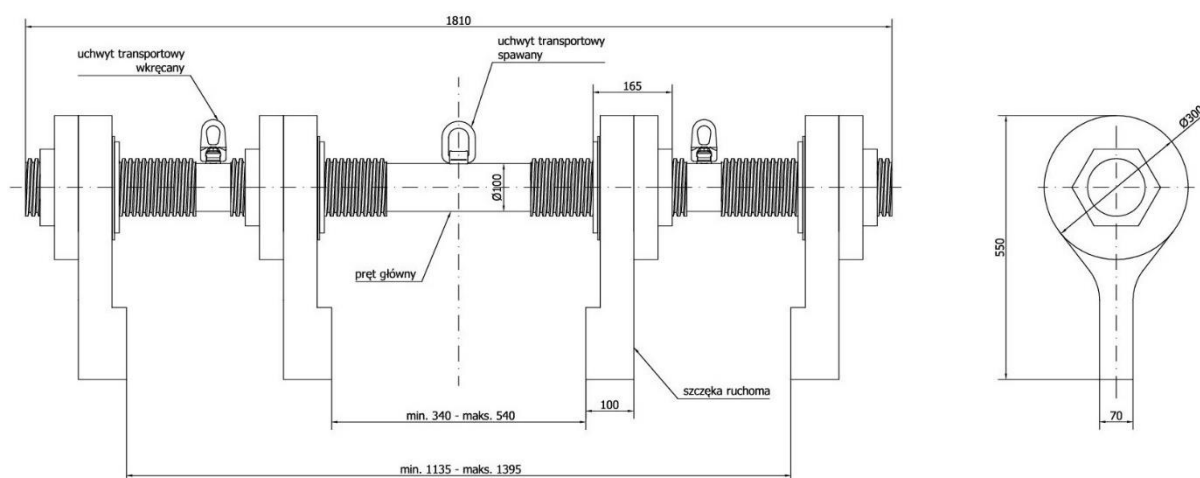
Aby zapobiec możliwym uszkodzeniom łańcownic, podczas wykonywania operacji wypychania sworzni lemniskatowych, opracowano koncepcję zespołu szczęk zakładanych na burty łańcownic. Schemat proponowanego rozwiązania przedstawiono na rysunku 13.



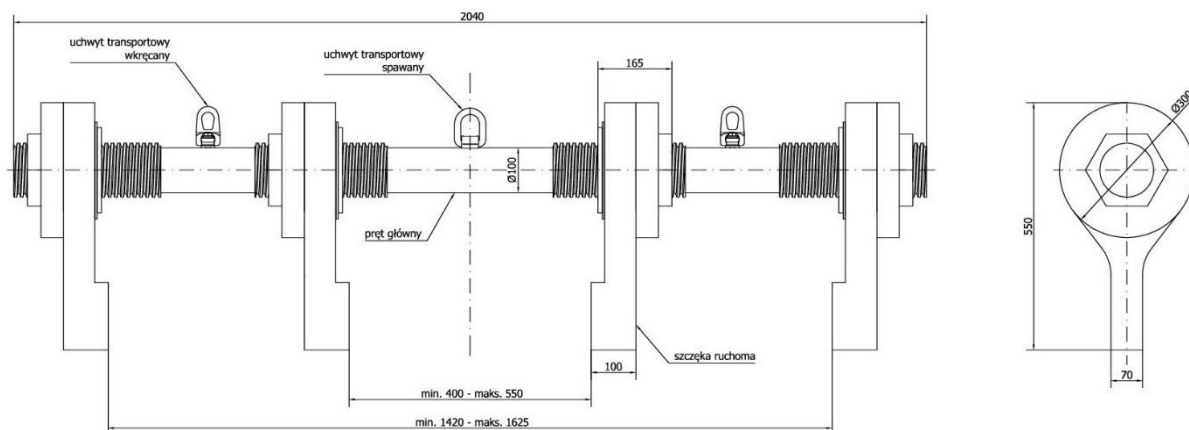
Rys. 13. Schemat działania zespołu szczęk zabezpieczających łańcownicę przed uszkodzeniem

Zespół wypychacza sworzni składa się z siłownika hydraulicznego (3), nakładki dystansowej (4) i zespołu szczęk (5). Zasada jego działania polega na rozparciu siłownika hydraulicznego (3), z nałożoną nakładką dystansową (4), między wewnętrzną burtą spągnicy (1), a wypychanym sworzniem (2). Zasilając siłownik (3), sworzni (2) wypychany jest jego siłą podtłokową, natomiast konstrukcja spągnicy zabezpieczona jest przed rozerwaniem za pomocą zespołu szczęk (5), o regulowanym rozstawie.

Zespół szczęk, schematycznie przedstawiony na rysunkach 14 i 15, składa się z pręta głównego, szczęk o regulowanym rozstawie, nakrętek oraz pierścieni ustalających. Nakrętki i pierścienie ustalające stanowią powierzchnie oporowe dla szczęk, które spinają burty spągnicy od strony przeciwnej do kierunku działania siły, pochodzącej od wypychacza sworzni. Z uwagi na znaczące różnice w rozstawie blach burt spągnic sekcji obudowy zmechanizowanej z podziałką 1,5 m i 1,75 m, dokonano wstępnego podziału wielkości urządzenia na dwie grupy. Dalsze analizy konstrukcji spągnic pozwoliły na opracowanie dwóch koncepcji zespołów szczęk, dedykowanych dla sekcji obudowy o podziałce 1,5 m oraz 1,75 m. Schematy tych zespołów przedstawiono na rysunku 14 i 15.



Rys. 14. Zespół szczęk dedykowanych dla sekcji obudowy z podziałką 1,5 m [7]



Rys. 15. Zespół szczęk dedykowanych dla sekcji obudowy z podziałką 1,75 m [7]

3. Podsumowanie

Transport sekcji obudowy zmechanizowanej w całości zależy m.in. od wymiarów gabarytowych podziemnych dróg transportowych, które w polskim górnictwie najczęściej są niewystarczające. Zatem relokacja sekcji do nowej ściany wymaga rozłożenia sekcji na zespoły główne, połączone ze sobą za pomocą sworzni. O ile demontaż sworzni węzłów stropnica-osłona odzawałowa i osłona odzawałowa-łączniki lemniskatowe, zwykle nie nastręcza większych problemów, to w przypadku

sworzni łączących łączniki lemniskatowe ze spągnicą lub nadstawki spągnicy ze spągnicą, demontaż sprawia największą trudność. Jest to konsekwencją pracy spągnic w środowisku mocno zanieczyszczonym, która często prowadzi do zapieczenia lub wręcz „zabetonowania” połączenia sworzniowego. Oprócz inwazyjnych i kosztownych metod demontażu sworzni, polegających na wypalaniu lub wycinaniu sworzni, stosowane są również hydrauliczne wyciągacze lub wypychacze sworzni. Jednakże wadą dotychczas stosowanych dedykowanych urządzeń jest za mała siła wyciągania/wypychania sworzni oraz brak elementów zabezpieczających spągnice przed „rozerwaniem”. Rozwiązaniem tego problemu jest omówiona w niniejszym rozdziale koncepcja zespołu wypychacza sworzni, który składa się z wypychacza hydraulicznego (o dużej sile wypychania, wynoszącej 1,23 MN, przy ciśnieniu zasilania 25 MPa), wkładek dystansowych stanowiących przedłużacz mechaniczny wypychacza oraz zespołu szczęk, spinających burty spągnic od strony przeciwnej do kierunku działania siły, pochodzącej od wypychacza sworzni. Proponowane rozwiązanie powstało na podstawie przeprowadzonej analizy dostępnych na polskim rynku konstrukcji spągnic 136 typów sekcji obudowy zmechanizowanej. Efektem tych analiz było opracowanie koncepcji 2 zespołów wypychacza sworzni, dla sekcji o podziałce 1,5 m i 1,75 m, które pozwolą na wykonanie operacji wypychania sworzni w spągnicach 78 typów sekcji obudowy zmechanizowanej.

W celu prawidłowego doboru materiałów, jak i optymalizacji cech konstrukcyjnych zaproponowanego rozwiązania (optymalizacja pod kątem minimalizacji masy i gabarytów objęmych), przewidziano kolejny etap prac badawczych, mający na celu weryfikację wytrzymałościową elementów zespołu wypychacza sworzni.

Literatura

1. Dudek M., Wądrzyk Z.: Badanie kolizyjności na trasach transportowych kolejek spągowych i podwieszonych. KOMTECH 2010, Innowacyjne techniki i technologie dla górnictwa. Bezpieczeństwo - Efektywność - niezawodność, Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Gliwice 2010 s. 193-202
2. Szymiczek K.: Kolejki spągowe zębate spalinowe, a bezpieczeństwo pracy w czasie transportu ciężkich elementów. Materiały I Międzynarodowej Konferencji Bezpieczeństwo pracy urządzeń transportowych w górnictwie - diagnostyka, naprawy i remonty, Szczyrk 30.05 – 01.06.2005, CBiDGP, s.162-167
3. Szyguła M.: Rozwój konstrukcji sekcji obudowy zmechanizowanej w górnictwie węgla kamiennego w Polsce. Maszyny Górnicze 2013 nr 2 s. 30-38, ISSN 0209-3693
4. Szweda S., Szyguła M., Mazurek K.: Czynniki wpływające na postać konstrukcyjną i parametry techniczne sekcji ścianowej obudowy zmechanizowanej. Część 1. Czynniki naturalne, techniczne i konstrukcyjne, ITG KOMAG, Gliwice 2016, ISBN 978-83-65593-01
5. Kania J., Szweda S., Szyguła M.: Analiza procesu wybudowy sekcji obudowy zmechanizowanej z wyrobiska ścianowego w aspekcie bezpieczeństwa. Maszyny Górnicze Nr 3 (2018), s. 24-34
6. Instrukcja nr W31.263IOR i W31.264IOR Obudowa ścianowa zmechanizowana HYDROMEL-16/35-POz HYDROMEL-16/35-POz/BSN, Gliwice, 04.2016 r.
7. Mazurek K.: Urządzenie do wypychania sworzni lemniskatowych spągnicy. Opracowanie koncepcji urządzenia do wypychania sworzni. Sprawozdanie ITG KOMAG E/BDO-28057/OR. Gliwice, 03.2021. (materiały niepublikowane)
8. Szyguła M., Chlebek D., Cieślak Z., Gerlich J., Jenczmyk D., Mazurek K., Stępor J., Turczyński K.: Stan techniczny sekcji obudowy zmechanizowanej na podstawie przeprowadzonych przy udziale Instytutu Techniki Górniczej KOMAG ocen stopnia zużycia. Masz. Gór. 2010 nr 3-4 s. 45-50