

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **224922**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **401093**

(51) Int.Cl.

E21C 41/18 (2006.01)

E21C 35/24 (2006.01)

E21C 31/02 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **08.10.2012**

(54) **Sposób urabiania skał zwłaszcza kombajnem chodnikowym ze zmienną prędkością obrotową głowic urabiających**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
14.04.2014 BUP 08/14

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
28.02.2017 WUP 02/17

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
MARIAN DOLIPSKI, Gliwice, PL
PIOTR CHELUSZKA, Zabrze, PL
PIOTR SOBOTA, Mikołów, PL

(74) Pełnomocnik:
recz. pat. Katarzyna Borkowy

PL 224922 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób urabiania skał zwłaszcza kombajnem chodnikowym ze zmienną prędkością obrotową głowic urabiających.

Urabianie skał głowicami urabiającymi wysięgnikowego kombajnu chodnikowego realizowane jest w trakcie ruchu noży wzdłuż określonej trajektorii wynikającej ze złożenia ruchu obrotowego głowicy urabiającej oraz jej ruchu postępowego. Ruch obrotowy głowicy urabiającej wywołany jest przez napęd w układzie urabiania, przy czym jej prędkość obrotowa zależy od prędkości obrotowej wirnika silnika napędowego oraz przełożenia reduktora. Ruch postępowy głowic urabiających jest z kolei efektem wychylania wysięgnika w kierunku równoległym bądź prostopadłym do spągu, lub przemieszczania w stronę czoła przodku podczas zawrębiania. Podstawowym ruchem roboczym w przypadku wysięgnikowych kombajnów chodnikowych w klasycznej technologii urabiania powierzchni czoła przodku jest przy tym przemieszczanie głowic w kierunku równoległym do spągu. Prędkość przemieszczania głowic urabiających jest zmienna i wynika z:

- obciążenia mechanizmu przemieszczania głowic generowanego oporami skrawania skały, co wynika z właściwości napędu hydraulicznego,
- wartości zadanej przez operatora – w przypadku zastosowania w kombajnie sterowania proporcjonalnego.

Prędkość przemieszczania głowic urabiających jest jednym z istotnych czynników decydujących o wydajności urabiania oraz energochłonność tego procesu.

Znane są rozwiązania, w których kombajn chodnikowy wyposażony jest w napęd głowic urabiających zapewniający możliwość urabiania przy dwóch różnych prędkościach obrotowych głowic: na biegu szybkim – w przypadku skał miękkich oraz na biegu wolnym – w przypadku skał twardych oraz silnie abrazywnych. Zmniejszenie prędkości obrotowej głowic urabiających podczas urabiania skał twardych ma na celu obniżenie prędkości skrawania, co jest korzystne ze względu na ograniczenie zużycia noży.

Zmiana prędkości obrotowej realizowana jest obecnie na dwa sposoby – z wykorzystaniem dwubiegowych silników elektrycznych lub dwubiegowych przekładni zębatych. Stosowane w napędach głowic urabiających kombajnów chodnikowych silniki dwubiegowe umożliwiają zróżnicowanie prędkości obrotowych w stosunku 1 : 2 lub 1 : 3. Z kolei przekładnie wielobiegowe umożliwiają urabianie skał zazwyczaj przy dwóch prędkościach obrotowych głowic, przy czym stosunek prędkości na biegu wolnym oraz biegu szybkim wynosi 1 : 2.

W rozwiązaniach dotychczas stosowanych przełączanie prędkości obrotowej głowic urabiających odbywa się ręcznie. Ponieważ zależność mocy układu urabiania od prędkości wychylania wysięgnika charakteryzuje się istnieniem maksimów lokalnych, których występowanie zależne jest od prędkości obrotowej głowic urabiających, obsługa kombajnu nie jest w stanie właściwie wybrać pożądaną prędkość obrotową. Tak więc zmiana biegów dokonywana jest przez obsługę kombajnu w oparciu o subiektywną ocenę właściwości urabianych skał oraz przebiegu procesu urabiania, przy zatrzymanym napędzie głowic urabiających. Ponieważ zmniejszenie prędkości obrotowej głowic urabiających na biegu wolnym prowadzi zazwyczaj do znacznego obniżenia wydajności kombajnu (urabianie realizowane jest wówczas przy niskich prędkościach przemieszczania głowic urabiających), praktyczne wykorzystanie niskich prędkości obrotowych głowic urabiających jest sporadyczne. Urabianie skał twardych oraz o silnych właściwościach ściernych przy dużych prędkościach obrotowych głowic urabiających prowadzić może jednak do nadmiernego obciążenia dynamicznego napędu głowic urabiających, wysokiej energochłonności urabiania oraz intensywnego zużycia noży, a w efekcie – wzrostu awaryjności oraz kosztów eksploatacji kombajnu.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu urabiania skał ze zmienną prędkością obrotową głowic urabiających regulowaną za pomocą automatycznego układu sterowania, zapewniającego możliwość uzyskania dużych wydajności urabiania oraz redukcję obciążenia napędu głowic urabiających.

Sposób według wynalazku polega na tym, że mierzy się moc na urabianie i wyznacza się jej wartość średnią w określonym interwale czasowym, korzystnie na każdy obrót głowicy urabiającej, po czym porównuje się uzyskaną w ten sposób wartość średnią z wartością dopuszczalnego przeciążenia napędu głowic urabiających, tak że gdy moc średnia zużywana na urabianie osiągnie lub przekroczy wartość dopuszczalną zmniejsza się prędkość obrotową głowic urabiających przełączając napęd głowic urabiających na bieg wolny.

Korzystnie mierzy się prędkość przemieszczania głowic urabiających i wyznacza się jej wartość średnią w tym samym interwale czasowym co moc średnią zużywaną na urabianie, tak że przy urabianiu ze zmniejszoną, w stosunku do nominalnej, prędkością obrotową głowic urabiających, jeżeli nastąpi wzrost średniej prędkości przemieszczania głowic urabiających ponad wartość przy której nastąpiło przełączenie napędu głowic urabiających na bieg wolny oraz moc średnia zużywana na urabianie osiągnie lub przekroczy wartość dopuszczalną, zwiększa się prędkość obrotową głowic urabiających.

Dopuszczalny poziom przeciążenia napędu ustala się korzystnie na poziomie 120% mocy nominalnej napędu. Zmiany prędkości obrotowej głowic urabiających dokonuje się w wyniku przełączania biegów w silniku dwubiegowym, regulacji częstotliwości prądu zasilania silnika, względnie przełączania biegów w przekładni wielobiegowej napędu głowic urabiających.

Istota wynalazku polega na tym, że urabianie rozpoczyna się przy nominalnej prędkości obrotowej głowic urabiających (na biegu szybkim), tak jak to ma miejsce dotychczas. W miarę, jak rośnie prędkość przemieszczania głowic urabiających zwiększa się obciążenie ich napędu. Jeżeli jednak wartość średnia tego obciążenia osiągnie lub przekroczy poziom dopuszczalny, co będzie świadczyło o nadmiernym obciążeniu napędu głowic urabiających generowanym procesem urabiania uniemożliwiającym osiągnięcie dużych prędkości przemieszczania głowic, następuje automatyczne obniżenie ich prędkości obrotowej, na przykład w wyniku przełączenia napędu głowic urabiających na bieg wolny. Spadek obciążenia napędu głowic urabiających spowodowany zmniejszeniem ich prędkości obrotowej sprawi, iż prędkość przemieszczania głowic urabiających będzie mogła dalej rosnąć. W efekcie, możliwe będzie uzyskanie dużych wydajności urabiania oraz redukcji energochłonności tego procesu.

Dzięki regulacji prędkości obrotowej głowic urabiających za pomocą automatycznego układu sterowania, możliwe jest dostosowanie bieżącej prędkości obrotowej głowic urabiających do warunków urabiania oraz możliwość realizacji tego procesu przy większych prędkościach ich przemieszczania. Ponadto możliwe jest dzięki temu uzyskanie dużych wydajności nawet w przypadku urabiania skał twardych oraz obniżenie energochłonności urabiania.

Sygnalem sterującym jest średnia moc zużywana w procesie urabiania wyznaczana dla założonego interwału czasowego (na przykład na każdy obrót głowicy urabiającej). Wartość ta jest porównywana w sterowniku układu automatycznej regulacji z zadaną wartością dopuszczalną wyznaczającą poziom dopuszczalnego przeciążenia napędu.

Sposób według wynalazku objaśnia rysunek, który przedstawia wykres zależności mocy zużywanej na urabianie od prędkości przemieszczania głowic urabiających. Przykładem jest urabianie skał o wytrzymałości na ścislenie $R_c=80$ MPa warstwami równoległymi do spągu za pomocą głowic poprzecznych wysięgnikowego kombajnu chodnikowego. Głowice urabiające przemieszczane są w kierunku równoległym do spągu ze zmienną prędkością v_{ow} w zakresie od 0,02 do 0,25 m/s. Wykres przedstawia charakterystyki procesu urabiania w postaci zależności średniej mocy zużywanej do realizacji procesu urabiania N_U w funkcji średniej prędkości przemieszczania głowic urabiających v_{ow} dla dwóch różnych prędkości obrotowych głowic: nominalnej – bieg szybki ($n_f=40$ obr/min) oraz 2-krotnie mniejszej – bieg wolny ($n_w=20$ obr/min).

Dla każdej z prędkości obrotowych głowic urabiających funkcja $N_U f=(f v_{ow})$ posiada obszary występowania wyraźnych maksimów lokalnych. Jak widać, prędkości przemieszczania głowic urabiających, którym odpowiadają te lokalne ekstrema obciążenia zależą od prędkości obrotowej głowic urabiających. Im prędkość ta jest mniejsza, tym ekstrema te są przesunięte w stronę niższych prędkości przemieszczania głowic. Dla nominalnej prędkości obrotowej głowic ($n_f=40$ obr/min) występują one przy prędkości v_{ow} wynoszącej: $-0,13$ oraz $0,18$ m/s (linia ciągła). Moc zużywana na urabianie przekracza w tym przypadku o ponad 50% poziom mocy nominalnej silnika zainstalowanego w układzie urabiania N_n (linia punktowa). Napęd głowic urabiających jest więc znacznie przeciążony. Z kolei przy zmniejszonej o połowę prędkości obrotowej głowic urabiających maksima lokalne obciążenia napędu głowic urabiających odpowiadają wartościom prędkości v_{ow} wynoszącym: $0,07$ i $0,09$ m/s (linia przerywana). Moc zużywana na urabianie jest w tym przypadku znacznie mniejsza i nie przekracza 75% mocy nominalnej napędu.

Podczas urabiania skał o założonej wytrzymałości na ścislenie, przy nominalnej prędkości obrotowej głowic urabiających (na biegu szybkim), w zakresie prędkości v_{ow} od $0,12$ do $0,19$ m/s układ urabiania będzie przeciążony (obszar w kolorze szarym). Średnia moc zużywana w procesie urabiania jest bowiem większa od przyjętego dopuszczalnego poziomu przeciążenia ($N_{max}=1,2 \cdot N_n$) – linia dwupunktowa. Oznacza to, iż nie będzie możliwe uzyskanie wysokich wydajności urabiania, gdyż prę-

kość przemieszczania głowic urabiających ograniczona będzie do wartości mniejszych od $v_{ow} = 0,12$ m/s. W miarę zwiększania się prędkości przemieszczania głowic obciążenie ich napędu dojdzie bowiem do poziomu zadziałania układu zabezpieczającego napęd głowic urabiających przed przeciążeniem.

Spowoduje on ograniczenie prędkości przemieszczania głowic urabiających, na przykład w wyniku zmniejszenia ilości cieczy hydraulicznej doprowadzanej do siłowników mechanizmu ich przemieszczania.

Przełączenie napędu głowic urabiających na bieg wolny przy prędkości $v_{ow}=0,12$ m/s (punkt 1) spowoduje obniżenie mocy zużywanej w procesie urabiania. Punkt pracy napędu głowic urabiających znajduje się teraz na charakterystyce odpowiadającej prędkości obrotowej głowic na biegu wolnym (linia przerywana). Obciążenie napędu spadło tym samym do poziomu ~40% mocy nominalnej. W efekcie, prędkość przemieszczania głowic urabiających może być dalej zwiększana, czego skutkiem będzie wzrost wydajności urabiania oraz spadek energochłonności tego procesu. Punkt pracy napędu po przełączeniu na bieg wolny leży przy tym poza obszarem występowania wymienionych wcześniej maksimum lokalnych obciążenia.

Ponieważ w zakresie dużych prędkości v_{ow} podczas urabiania na biegu wolnym obciążenie napędu będzie intensywnie rosło, średnia moc na urabianie może osiągnąć ponownie poziom dopuszczalny ($N_U=N_{max}$). Dla sytuacji pokazanej na rysunku odpowiada to prędkości $v_{ow}=0,24$ m/s. W zakresie prędkości przemieszczania głowic urabiających większych od 0,19 m/s, przy urabianiu na biegu szybkim obciążenie napędu jest mniejsze od dopuszczalnego i wykazuje tendencję malejącą. Dalsze zwiększanie prędkości przemieszczania głowic urabiających będzie zatem możliwe po ponownym przełączeniu napędu głowic urabiających na bieg szybki (punkt 2). W efekcie moc na urabianie spada do poziomu 80% mocy nominalnej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób urabiania skał zwłaszcza kombajnem chodnikowym ze zmienną prędkości obrotową głowic urabiających regulowaną za pomocą automatycznego układu sterowania, w którym urabianie realizuje się przy nominalnej prędkości obrotowej głowic urabiających, **znamienny tym**, że mierzy się moc na urabianie i wyznacza się jej wartość średnią w określonym interwale czasowym, korzystnie na każdy obrót głowicy urabiającej, po czym porównuje się uzyskaną w ten sposób wartość średnią z wartością dopuszczalnego przeciążenia napędu głowic urabiających, tak że gdy moc średnia zużywana na urabianie osiągnie lub przekroczy wartość dopuszczalną zmniejsza się prędkość obrotową głowic urabiających przełączając napęd głowic urabiających na bieg wolny.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że mierzy się prędkość przemieszczania głowic urabiających i wyznacza się jej wartość średnią w tym samym interwale czasowym co moc średnią zużywaną na urabianie, tak że przy urabianiu ze zmniejszoną, w stosunku do nominalnej, prędkością obrotową głowic urabiających, jeżeli nastąpi wzrost średniej prędkości przemieszczania głowic urabiających ponad wartość przy której nastąpiło przełączenie napędu głowic urabiających na bieg wolny oraz moc średnia zużywana na urabianie osiągnie lub przekroczy wartość dopuszczalną, zwiększa się prędkość obrotową głowic urabiających.

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że dopuszczalny poziom przeciążenia napędu ustala się korzystnie na poziomie 120% mocy nominalnej napędu.

4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zmiany prędkości obrotowej głowic urabiających dokonuje się w wyniku przełączania biegów w silniku dwubiegowym, regulacji częstotliwości prądu zasilania silnika, względnie przełączania biegów w przekładni wielobiegowej napędu głowic urabiających.

Rysunek



