

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 243090 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **430636**

(22) Data zgłoszenia: **2019.07.17**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2021.01.25 BUP 02/2021**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.06.26 WUP 26/2023**

(51) MKP:

E02F 3/34 (2006.01)

E02F 3/38 (2006.01)

E02F 3/39 (2006.01)

E02F 3/43 (2006.01)

E02F 9/00 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**ŁUKASZ BOŁOZ, Kraków, PL
KRZYSZTOF UCHWAT, Tuchów, PL**

(54) Tytuł:

Ładowarka czołowa zwłaszcza do niskich, podziemnych wyrobisk górniczych

PL 243090 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest nowa konstrukcja mechanizmu podnoszenia i obrotu łyżki, ładowarki czołowej, zwłaszcza ładowarki górniczej, znajdującej zastosowanie w podziemnej eksploatacji złóż surowców mineralnych, zwłaszcza do niskich wyrobisk, będącej najczęściej częścią składową zespołu przegubowego np. ładowarki typu LHD (ang. Load-haul-dump machine).

Ładowarki typu LHD są podobne do konwencjonalnych ładowarek czołowych, ale są przeznaczone do wykorzystania w najtrudniejszych zastosowaniach górnictwa, głównie rud metali. Cechuje je wytrzymałość, zwrotność, wydajność oraz przystosowanie do pracy w ograniczonej przestrzeniach wyrobisk, głównie o ograniczonej wysokości. Ponad 75% podziemnych kopalni na świecie używa LHD do usuwania świeżo pozyskanego urobku z wyrobisk eksploatacyjnych.

Ładowarka typu LHD przeznaczona do prac przy usuwaniu urobku podczas drążenia wyrobisk korytarzowych. Zbudowana jest z dwóch członów ciągnika i platformy roboczej – ładującej. Ciągnik i platforma ładująca połączone są ze sobą przegubem ułożyskowanym tocznie o pionowej osi obrotu. Między ciągnikiem a platformą ładującą wbudowane są dwa siłowniki hydrauliczne, które odpowiadają za skręt maszyny. Układ skrętu pozwala na skręt maszyny w obydwu kierunkach od osi maszyny o kąt 45°. Dzięki takiemu rozwiązaniu ładowarka bezproblemowo porusza się w wąskich wyrobiskach, które przecinają się pod kątem prostym. Na ciągniku znajdują się silnik wysokoprężny oraz zasilany przez niego agregat hydrauliczny oraz elementy układu hydraulicznego, układu pneumatycznego, smarowania oraz przeciwpożarowego a czasami również klimatyzacji.

Na członie platformy ładującej, wyposażonej w most napędowy, znajdują się zabudowany układ roboczy ładowarki – wysięgnik, łyżka, ciągnia ładowarki i cylindry hydrauliczne, tworzące układ zapewniających równoległe prowadzenie łyżki przy podnoszeniu.

Osprzętem roboczym ładowarki przegubowej kołowej określa się układ wysięgnika ramienia z prostowodami i zamontowanym na nich czerpakiem. Jest to najistotniejszy element platformy ładującej dzięki któremu realizowana jest podstawowa funkcja ładowarki. Ramię wysięgnika służy do podnoszenia czerpaka a znajdujący się na ramieniu układ prostowodów odpowiada za prowadzenie czerpaka. W konstrukcji ładowarek stosowane są powszechnie dwa główne rodzaje układów prostowodów nazywane od podobieństwa do liter; układ T i układ Z. Układy T i Z składają się z ramion i przegubów oraz siłowników hydraulicznych, przez co układy te są skomplikowane i charakteryzują się znacznymi gabarytami, które nie mogą zostać zmniejszone. Oś obrotu łyżki zlokalizowana jest poza jej obrysem, co skutkuje znacznym promieniem zewnętrznym podczas obrotu łyżki (ładowanie urobku).

W układach T i Z aby łyżka mogła być zamknięta (zapełniona i obrócona) cały układ kinematyczny musi zostać uniesiony, czyli zwiększa się odległość łyżki od spągu. Zakres roboczy łyżki oraz trajektoria jej ruchu nie pozwalają na ładowanie urobku w przestrzeni ograniczonej na wysokość. W związku z tym nie ma możliwości przystosowania tych ładowarek do efektywnej pracy w niskich wyrobiskach.

Układy T i Z generują ruchy robocze łyżki przez pracę siłowników hydraulicznych.

Duża liczba ruchomych elementów a tym samym przegubów powoduje generowanie dodatkowego zapotrzebowania na energię. Ruch elementów układu oparty jest na pracy siłowników, gdzie konieczne jest wysuwanie się tłoczyska z cylindra, co często skutkuje jego uszkodzeniem przez trudne warunki dołowe, a zwłaszcza spadający na niego materiał skalny.

Możliwości ruchowe układu prostowników umożliwiają opuszczenie łyżki ładującej do położenia, w którym następuje zaczerpnięcie urobku do czerpaka, poprzez uruchomienie podwozia i najazd na pryzmę urobku, z jednoczesnym zamknięciem czerpaka ładowarki do takiej pozycji, aby płaszczyzna otworu czerpaka znajdowała się w poziomie. Przy takim położeniu podnosi się czerpak do góry, bez zagrożenia wysypania urobku znajdującego się w czerpaku.

Oba rozwiązania układów kinematycznych służą do utrzymywania poziomej płaszczyzny otworu czerpaka przy jego podnoszeniu z urobkiem. Układ prostowodów typu T charakteryzuje nieco mniej skomplikowana i prostsza budowa. Ze względu na warunki panujące w górnictwie podziemnym, czyli konieczność radzenia sobie z ekstremalnymi siłami i nieprężeniami najczęściej korzysta się z rozwiązania typu Z.

W literaturze patentowej ujawnione są rozwiązania konstrukcyjne osprzętu roboczego ładowarek czołowych a szczególnie układu wysięgnika i czerpaka odmienne od klasycznych układów typu T i Z.

Z opisu patentowego nr. US4768917 znane jest nowe rozwiązanie układu wysięgnika o innej kinematyce ruchu niż stosowane układy T i Z. Mechanizm wysięgnika z łącznikiem, który łączy ramę ładowarki z ramieniem wysięgnika i łyżką ładowarki. Łącznik zawiera człon w kształcie krzyża mający ramiona rozciągające się do przodu, do tyłu i poprzecznie. Tylne ramię jest obrotowo połączone z cylindrem hydraulicznym, który jest obrotowo połączony z ramą. Przednie ramię jest obrotowo połączone z łyżką. Dwa boczne ramiona są obrotowo połączone z parą popychaczy, które są obrotowo połączone z bokami ramienia wysięgnika.

Wynalazek opisany w opisie WO2018112211 dotyczy w zasadniczej części urządzenia do napełniania kubła w urządzeniu załadowniczym i transportowym jednocześnie jednak realizuje odmienny od układów T lub Z kinematykę wysięgnika. Ładowarka według wynalazku wyposażona jest w ramę teleskopową umożliwiającą podnoszenie łyżki po trajektorii prostoliniowej jedynie w kierunku pionowym, bez przemieszczenia horyzontalnego. Przemieszczenie konstrukcji jest umożliwiające dzięki siłownikom hydraulicznym.

W opisie patentowym US2018340313 ujawniono układ wysięgnika ładowarki oparty na pracy siłowników hydraulicznych z zastosowaniem jednego siłownika do bezpośredniego otwierania i zamykania łyżki. Według wynalazku realizuje odmienną kinematykę od klasycznych układów typu T i Z.

Rozwiązania ujawnione w przytoczonym stanie techniki nie biorą pod uwagę ograniczeń związanych z pracą w niskich wyrobiskach i nie przedstawiają rozwiązań przystosowanych do pracy w wyrobiskach o ograniczonych gabarytach.

Celem wynalazku jest opracowanie nowej konstrukcji układu kinematycznego ładowarki poprzez zastosowanie środków technicznych umożliwiających jego uproszczenie oraz zmniejszenie jego gabarytów dla stworzenia możliwości dostosowania obszaru roboczego ramienia do wysokości wyrobiska, w której znane rozwiązanie po mogą pracować poprawnie i efektywnie.

Istota ładowarki czołowej, zwłaszcza do niskich podziemnych wyrobisk górniczych, według wynalazku, wyposażonej wyposażona w wysięgnik ładowarki w postaci dwóch ramion teleskopowych, których części stałe umocowane są z jednej strony obrotowo do korpusu platformy ładunkowej a zakończenia części wysuwanych ramion teleskopowych połączone są obrotowo z czerpakiem ładowarki charakteryzuje się tym, że części stałe ramion teleskopowych, lewego i prawego, połączone są na stałe odpowiednio z obudowami dwóch sprzężonych siłowników obrotowych ramy, których obudowy połączone są na stałe z korpusem ładowarki w punkcie znajdującym się na przedzie ładowarki i położonym poniżej poziomu osi kół ładowarki, na wysokości płaszczyzny podwozia ładowarki. Czerpak ładowarki przyłączony jest do części wysuwanych ramion teleskopowych za pomocą dwóch sprzężonych siłowników obrotowych. Obudowy każdego z siłowników obrotowych, łączących ramiona wysięgnika ładowarki z czerpakiem, połączone są na stałe odpowiednio z zakończeniami części wysuwanych ramion teleskopowych zaś wały siłowników obrotowych połączone są na stałe z czerpakiem ładowarki. Siłowniki obrotowe łączące ramiona wysięgnika ładowarki z czerpakiem umieszczone są wewnątrz czerpaka, w jego dolnym narożniku i zaopatrzone są w osłony. Oś obrotu czerpaka pokrywa się z osią obrotu wałów siłowników obrotowych, łączących ramiona wysięgnika ładowarki z czerpakiem. Zewnętrzny obrys czerpaka stanowi promień R o środku zgodnym ze środkiem obrotu czerpaka.

W połowie długości korpusu platformy ładunkowej zamontowane są, sterowane indywidualnie, co najmniej dwie hydrauliczne rozpory, górna i dolna.

Korzystnie w połowie długości korpusu platformy ładunkowej zamontowane są symetrycznie, indywidualnie sterowane, dwie hydrauliczne rozpory górne i dwie hydrauliczne rozpory dolne.

Stale oraz ruchome części ramion teleskopowy mają przekrój o dowolnym kształcie, korzystnie o kształcie kołowym.

Korzystnie siłownikami obrotowymi ramy łączącymi części stałe ramion teleskopowych wysięgnika oraz siłownikami obrotowymi łączącymi zakończenia części wysuwanych ramion teleskopowych wysięgnika z czerpakiem są obrotniki hydrauliczne o odpowiednich momentach obrotowych i kątach obrotowych.

W konstrukcji ładowarki czołowej, zwłaszcza do niskich podziemnych wyrobisk górniczych, według wynalazku, zastąpione zostały klasyczne układy kinematycznych, układem opartym jedynie o ruch obrotowy, który może zostać zrealizowany za pomocą obrotników hydraulicznych, hydraulicznych siłowników wahadłowych, silników krokowych, elektrycznych siłowników obrotowym itp. Wprowadzona została zmiana punktów obrotu oraz zastosowano teleskopowe ramiona wysięgnika czerpaka oraz zespół hydraulicznych rozpór ładowarki.

Dzięki zastosowaniu siłowników obrotowych zostało wyeliminowane ekspozowanie siłowników hydraulicznych, a w szczególności ich tłoczysk, które często ulegają zarysowaniu powodując w rezultacie uszkodzenie siłownika.

Przesunięcie osi obrotu ramion wysięgnika w dół oraz osi obrotu czepaka do jego wnętrza poprawia trajektorię ruchu czepaka w aspekcie eksploatacji cienkich pokładów.

Zastosowanie ramion teleskopowych wysięgnika umożliwia zmianę jego długości oraz kinematyki. Dodatkowe zastosowanie rozpór hydraulicznych, umożliwia zwiększenie siły wnikania łyżki w pryzmę materiału. Rozwiązania konstrukcyjne zastosowane w wynalazku oraz jednoczesne obniżenie punktu obrotu łyżki umożliwia sprawne ładowanie urobku w niskich wyrobiskach. Wykorzystanie rozpór hydraulicznych umożliwia stabilizację maszyny i zwiększenie siły wnikania łyżki w urobek, która była ograniczona w klasycznych rozwiązaniach przez poślizg kół.

Wprowadzone zmiany konstrukcyjne pozwoliły poprzez zastąpienie siłowników hydraulicznych przez siłowniki obrotowe na wyeliminowanie mechanizmu kinematycznego typu T lub Z z budowy wysięgnika.

Zastosowanie teleskopowych ramion wysięgnika pomiędzy siłownikami obrotowymi ramy a siłownikami obrotowymi czepaka o zmiennej długości zastąpiło klasyczną konstrukcję wysięgników o stałej długości.

Zmieniono punktu obrotu czepaka przez takie jego przesunięcie, że jego oś obrotu znajduje się wewnątrz czepaka i jednocześnie zewnętrzny obrys łyżki stanowi promień R o środku zgodnym ze środkiem obrotu czepaka. – Takie rozwiązanie umożliwia obrót czepaka (zamykanie czepaka podczas ładowania) bez zmiany odległości osi obrotu czepaka od spągu, przy czym czepak cały czas jest styczny lub położony bardzo blisko spągu.

Zmieniono punkt obrotu ramienia mocowanego do ładowarki przez jego obniżenie, co pozwala na podniesienie zamkniętego czepaka nawet w cienkich wyrobiskach. Zastosowano dodatkowy osprzęt w postaci rozpór hydraulicznych zamontowanych do platformy ładowarki.

Rozwiązanie według wynalazku umożliwia efektywną pracę ładowarki w niskich wyrobiskach górniczych. Rozwiązanie umożliwia zwiększenia trwałości układu kinematycznego czepaka przez wyeliminowanie elementów newralgicznych, którymi są ekspozowane tłoczyska. Konstrukcja według wynalazku zapewnia zwiększenie siły wnikania czepaka w materiał co powoduje spadek zapotrzebowania mocy układu jezdnego.

W konstrukcji według wynalazku zmniejszona została liczba ruchomych elementów układu kinematycznego czepaka w stosunku do układu T i Z.

Konstrukcja według wynalazku zapewnia korzystniejszą trajektorię ruchu układu oraz obrotu czepaka, co umożliwia sprawniejsze ładowanie i rozładowywanie czepaka ładowarki, zwłaszcza w eksploatacji cienkich pokładów górniczych.

Przedmiot wynalazku uwidocznił, w przykładzie wykonania wynalazku na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przekrój podłużny w płaszczyźnie pionowej prostopadłej do osi prawego teleskopowego ramienia wysięgnika, fig. 2 przedstawia fragment przekroju w płaszczyźnie osi obu teleskopowych ramion wysięgnika, fig. 3 przedstawia rzut aksonometryczny ładowarki w widoku z przodu, zaś fig. 4 przedstawia rzut aksonometryczny ładowarki w widoku z tyłu.

Ładowarka zbudowana jest z połączonych przegubowo ciągnika i platformy (1) na podwoziu kołowo-oponowym. Głównym elementem mechanizmu podnoszenia i obrotu są dwa równoległe ramiona teleskopowe składające się z części stałych, lewej (2) i prawej (3) oraz z części wysuwanych lewej (4) i prawej (5), połączonych siłownikami obrotowymi z korpusem platformy (1), przy czym część stała lewego ramienia teleskopowego (2) połączona jest obrotnikiem hydraulicznymi (8) natomiast część stała prawa ramienia teleskopowego (5) połączona jest obrotnikiem hydraulicznymi (9). Ramiona w przykładzie wykonania mają przekrój kołowy. Ramiona połączone są z jednej strony z platformą (1) za pomocą obrotników hydraulicznych (8) i (9) a z drugiej strony zakończenia części wysuwanych ramion teleskopowych połączone są za pomocą obrotników hydraulicznych (10) i (11) z czepakiem (12). Platforma (1) po obu stronach wyposażona jest w 4 rozpory hydrauliczne, po dwie górne (13) i po dwie dolne (14) i pozwalające na stabilizację maszyny w wyrobisku, zwłaszcza niskim. Obrotniki (10) i (11) umieszczone są wewnątrz czepaka.

Ładowarka została zrealizowana w postaci prototypu w którym zastosowany został czepak o pojemności $1,5 \text{ m}^3$. Wysięgnik w postaci dwóch ramion teleskopowych, które wyposażone zostały w siłowniki liniowe umieszczone wewnątrz części stałych o sile równej $77,324 \text{ N}$ każdy oraz o skoku $0,8 \text{ m}$. Części stałe ramion teleskopowych wysięgnika zostały zamontowane obrotowo poprzez dwa

hydrauliczne obrotniki ramy typu L30 380 firmy Helac o maksymalnym momencie obrotowym każdy równym 42 940 Nm przy ciśnieniu 20,7 MPa. Maksymalny moment trzymania obrotników ramy wynosi 105 768 Nm. Części wysuwane ramion teleskopowych wysięgnika połączony są obrotowo z czerpakiem poprzez dwa hydrauliczne obrotniki czerpaka typu L90 95 firmy Helac o maksymalnym momencie obrotowym każdy równym 110 735 Nm przy ciśnieniu 20,7 MPa. Maksymalny moment trzymania obrotników czerpaka wynosi 26 216 Nm.

Badania przeprowadzone na pracującym prototypie w pełni potwierdziły jego walory i przydatność do pracy w niskich pokładach eksploatacyjnych.

Przez znaczące zmodyfikowanie oraz uproszczenie układu kinematycznego możliwe jest zmniejszenie jego gabarytów, co skutkuje możliwością dostosowania obszaru roboczego ramienia do wysokości wyrobiska. Zmniejszenie wymiarów jest szczególnie istotne dla ładowarek przeznaczonych do pracy w niskich wyrobiskach, które obecnie występują powszechnie w wielu kopalniach przede wszystkim w kopalniach rud metali.

Wykaz oznaczeń

1. Korpus platformy
2. Część stała lewego ramienia teleskopowego
3. Część stała prawego ramienia teleskopowego
4. Część wysuwana lewego ramienia teleskopowego
5. Część wysuwana prawego ramienia teleskopowego
6. Siłownik lewego ramienia teleskopowego
7. Siłownik prawego ramienia teleskopowego
8. Lewy obrotnik hydrauliczny ramy
9. Prawy obrotnik hydrauliczny ramy
10. Lewy obrotnik hydrauliczny czerpaka
11. Prawy obrotnik hydrauliczny czerpaka
12. Czerpak
13. Górna rozpora hydrauliczna
14. Dolna rozpora hydrauliczna

Zastrzeżenia patentowe

1. Ładowarka czołowa zwłaszcza do niskich podziemnych wyrobisk górniczych, wyposażona w wysięgnik ładowarki w postaci dwóch ramion teleskopowych, których części stałe umocowane są z jednej strony obrotowo do korpusu platformy ładunkowej a zakończenia części wysuwanych ramion teleskopowych połączone są obrotowo z czerpakiem ładowarki **znamienna tym**, że części stałe ramion teleskopowych lewego (2) i prawego (3) połączone są na stałe odpowiednio z obudowami dwóch sprzężonych słowników obrotowych ramy (8) i (9), których obudowy połączone są na stałe z korpusem ładowarki (1) w punkcie znajdującym się na przedzie ładowarki i położonym poniżej poziomu osi kół ładowarki, na wysokości płaszczyzny podwozia ładowarki, zaś czerpak ładowarki (12) przyłączony jest do części wysuwanych ramion teleskopowych (4) i (5) za pomocą dwóch sprzężonych siłowników obrotowych (10) i (11) przy czym obudowy każdego z siłowników obrotowych (10) i (11) połączone są na stałe odpowiednio z zakończeniami części wysuwanych ramion teleskopowych (4) i (5) zaś wały siłowników obrotowych (10) i (11) połączone są na stałe z czerpakiem ładowarki (7), przy czym siłowniki obrotowe (10) i (11) umieszczone są wewnątrz czerpaka (1) w jego dolnym narożniku i zaopatrzone w osłony, a oś obrotu czerpaka (1) pokrywa się z osią obrotu wałów siłowników obrotowych (10) i (11) a zewnętrzny obrys czerpaka stanowi promień R o środku zgodnym ze środkiem obrotu czerpaka a ponadto w połowie długości korpusu platformy ładunkowej (1) zamontowane są, sterowne indywidualnie, co najmniej dwie hydrauliczne rozpory, górna (13) i dolna (14).
2. Ładowarka czołowa według zastrz. 1, **znamienna tym**, że ramiona teleskopowe stałe (2) i (3) oraz ruchome (4) i (5) mają przekrój o dowolnym kształcie, korzystnie kołowym.

3. Ładowarka czołowa według zastrz. 1, **znamienna tym**, że słownikami obrotowymi ramy (8) i (9) oraz czepaka (10) i (11) są korzystnie obrotniki hydrauliczne o odpowiednich momentach obrotowych i kątach obrotowych.
4. Ładowarka czołowa według zastrz. 1, **znamienna tym**, że w połowie długości korpusu platformy ładunkowej (1) zamontowane są symetrycznie, indywidualnie sterowane, dwie hydrauliczne rozpory górne (13) i dwie hydrauliczne rozpory dolne (14).

Rysunki

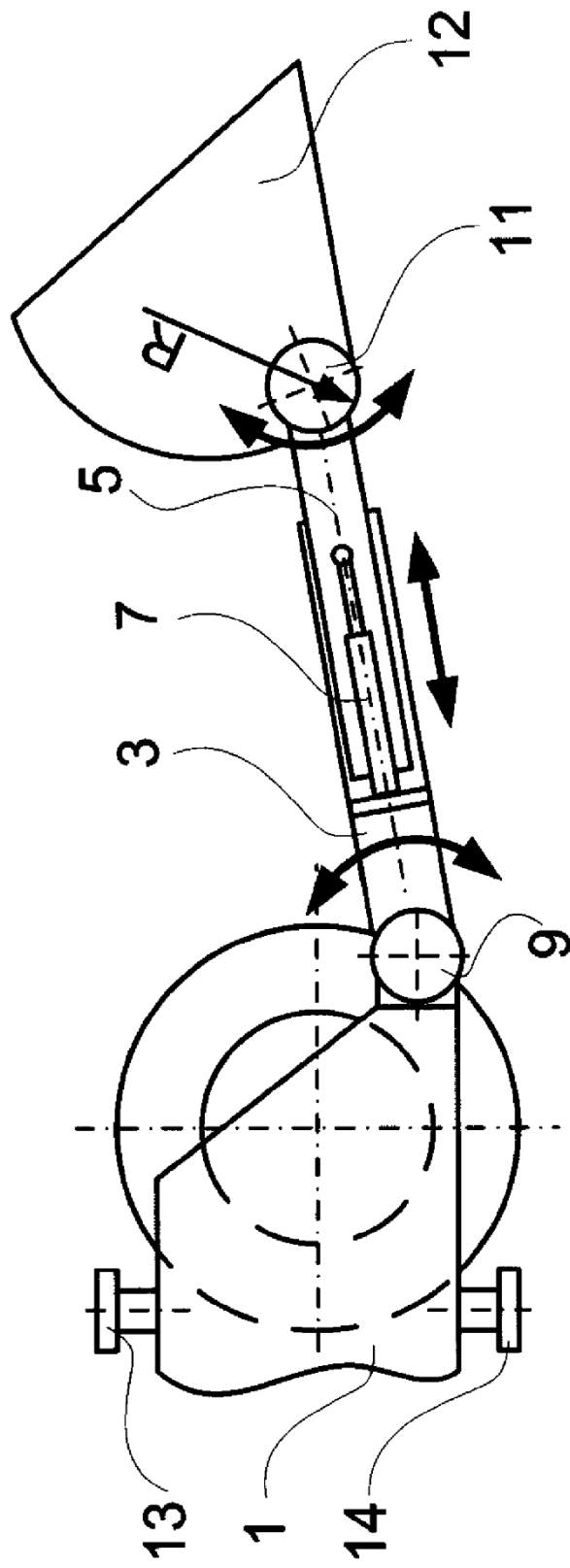


Fig. 1

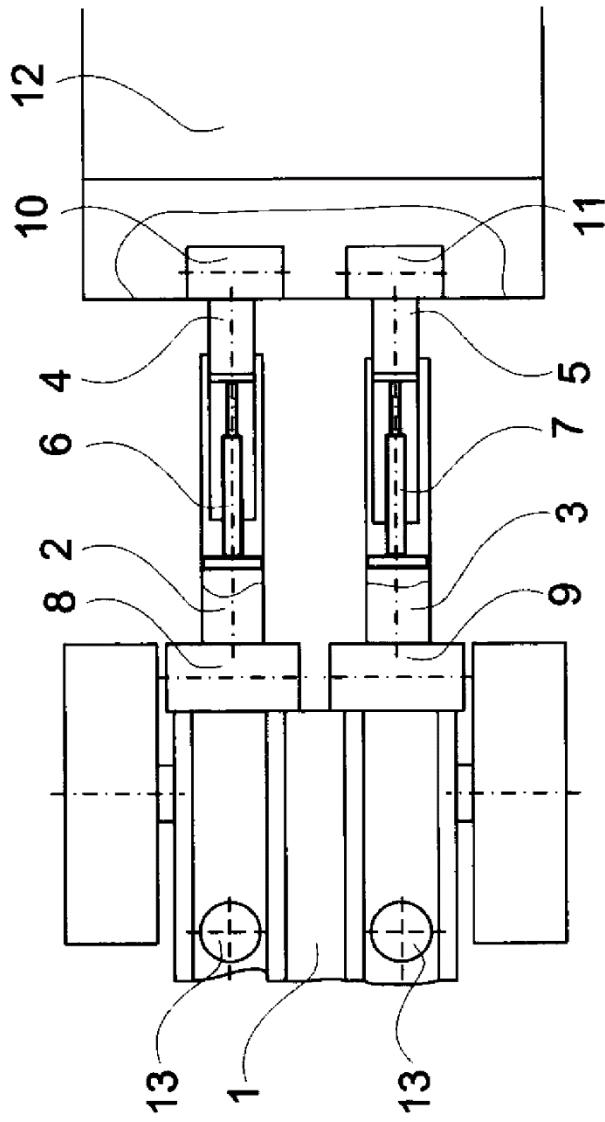


Fig. 2

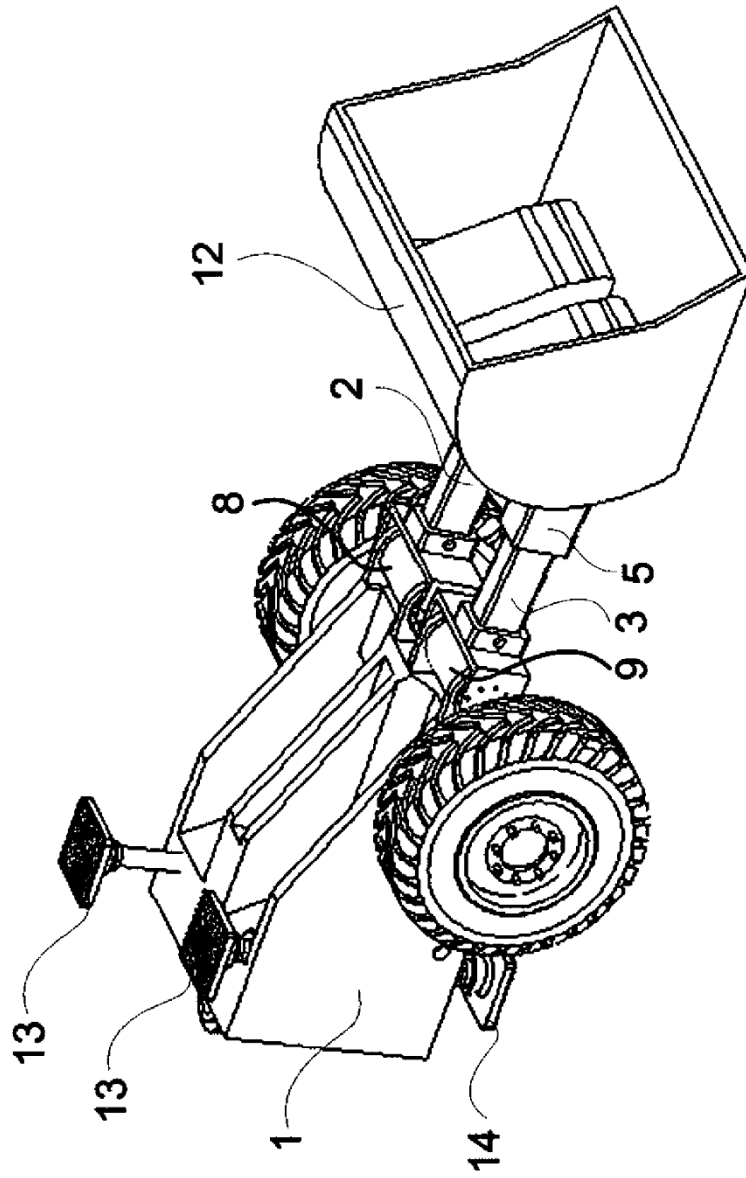


Fig. 3

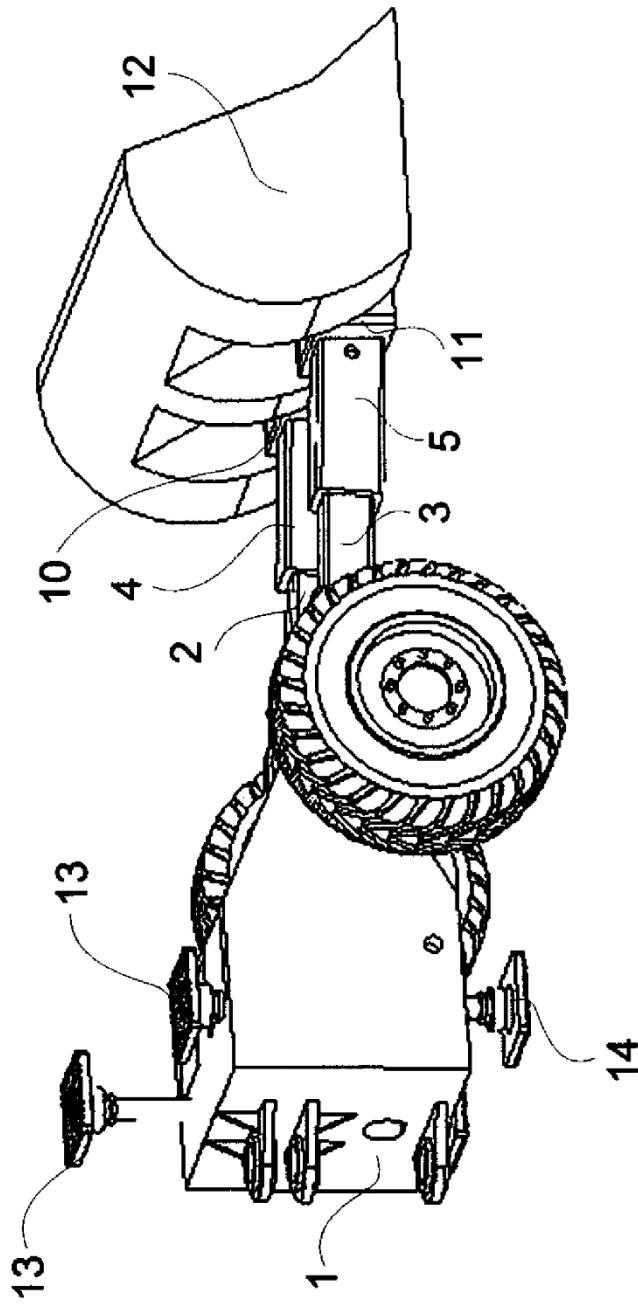


Fig. 4