

Andrzej **SKOŁOZDRA**
Stanisław **MASŁY**
Jerzy **WIERZBICKI**

EWOLUCJA MANIPULATORÓW ROBOCZYCH

Streszczenie: Do technicznych osiągnięć Ośrodka można zaliczyć inżynieryjne maszyny pola walki. O ile MID jest szerzej znany, chociażby z uwagi na publikacje [4, 5, 7], na temat, IWT wiadomo bardzo niewiele. Interesująca z inżynierskiego punktu widzenia jest ewolucja poglądów zarówno użytkownika, jak i projektanta CO do zasadniczych funkcji urządzeń roboczych, jakimi są manipulatory tych maszyn.

1. WPROWADZENIE

Ostatni konflikt w Iraku udowodnił kolejny raz, jak duże znaczenie w rozwijaniu i stabilizowaniu sytuacji bojowych ma nadal broń pancerna. Zaskoczeniem był natomiast fakt nieprzewidywalnych zmian tempa i kierunków lokalnych uderzeń, spowodowanych niewydolnością zaplecza logistycznego. Do tego rodzaju sprzętu niektórzy specjaliści wojskowi, w tym również wydawnictwo Jane's [6] zaliczają także maszyny technicznego zabezpieczenia działań.

Od chwili powstania OBRUM ukierunkowywał własne działania na rozwój tej niszy sprzętu specjalnego, lokując w tym obszarze poważną część swojego potencjału intelektualnego. Dzisiaj z perspektywy 35 lat możemy już mówić, co najmniej o drugiej generacji: wozach zabezpieczenia technicznego (WZT-2, WZT-3), inżynieryjnych maszynach pola walki (IWT, MID) czy mostach towarzyszących (BLG, MS), w rozwoju, których odnieśliśmy poważne sukcesy.

Dokonania w zakresie WZT-ów omówione zostaną oddzielnie w jednym z kolejnych biuletynów, obecnie zaś przedstawiamy ewolucję manipulatorów pierwszych prototypów inżynieryjnego wozu torującego (IWT) i najnowszej maszyny inżynieryjno-drogowej (MID).

2. WYMAGNIA UŻYTKOWE I OCENA DOKONAŃ

Opracowany przez Ośrodek w połowie lat siedemdziesiątych inżynieryjny wóz torujący popularnie zwany czołgiem saperskim B-72 (rys.1) zgodnie z założeniami taktyczno-technicznymi był przeznaczony do torowania drogi oddziałom pancernym w rejonach masowych zawałów i zniszczeń po uderzeniach jądrowych [1]. Większość prac miała być prowadzona na terenie skażonym radioaktywnie, bez wychodzenia załogi z wnętrza wozu. Jako zadania dodatkowe przewidywano ewakuację uszkodzonego, bądź porzuconego sprzętu poza oś przemarszu wojsk, odsypywanie wejść do schronów i ukryć oraz prowadzenie akcji ratowniczych. Oprócz łamanego dwustronne skośnego lemiesza, najważniejszym urządzeniem roboczym był manipulator, który swymi zdolnościami chwytno-lokacyjnymi miał wypełniać podstawowe przeznaczenie wozu.

Utajnione ówczesnie prace nad tym wyrobem, dopiero teraz - wraz z odejściem pierwszej generacji czołgów T-55 i zmianą doktryny obronnej państwa - publikowane są po raz pierwszy.

Przyjęte dwadzieścia lat później wymagania dla MID (Rys.2), odmiennie akcentowały zadania manipulatora. Co najmniej na równi z manipulacyjnymi potraktowano zdolności czerpakowe przy pracach ziemnych, a pojemność łyżki powiększono ponad dwukrotnie. Wyciągnięto również wnioski z wzajemnej relacji stopnia skomplikowania konstrukcji do osiągniętych efektów w wydajności pracy.



Rys.1. Inżynieryjny wóz torujący (B-72)

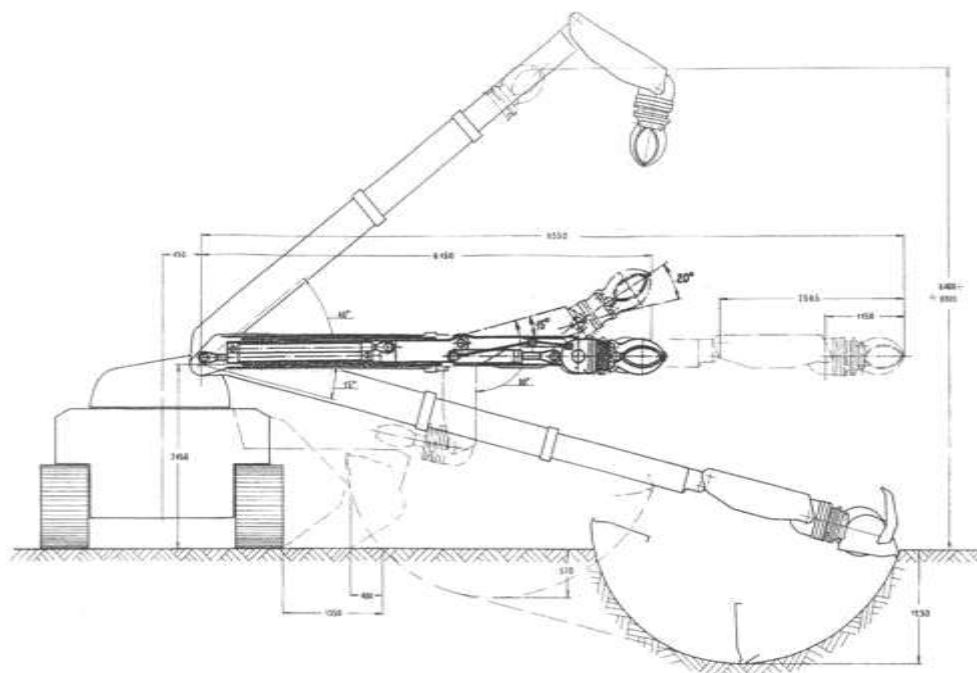


Rys.2. Maszyna inżynieryjno-drogowa MID

Oprócz doświadczeń eksploatacyjnych prototypów oraz kilku spektakularnych akcji w Karlinie i Kowarach bardzo uważnie śledzone i analizowane były analogiczne maszyny zagraniczne, w tym niemiecki Pionierpanzer oraz radziecki IMR, szczególnie, gdy rezultaty użycia tych ostatnich np. w usuwaniu skutków katastrofy w Czarnobylu, okazały się dyskusyjne.

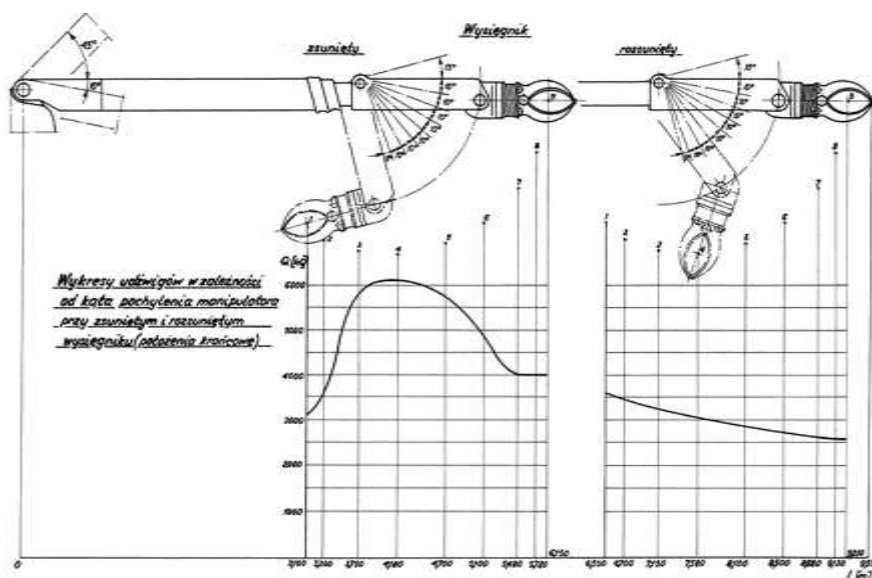
3. KONSTRUKCJA MANIPULATORA IWT

Manipulator inżynierskiego wozu torującego (Rys.3) przedstawia umieszczony na obrotowej wieży, przestrzenny mechanizm wieloczlony typu 3x3 (trzy pary wysuwne i obrotowe) z liniowymi i wahliwymi połączeniami wysięgnika, zakończony wolnoobrotową głowicą z zaciskiem dwuszczkowym.



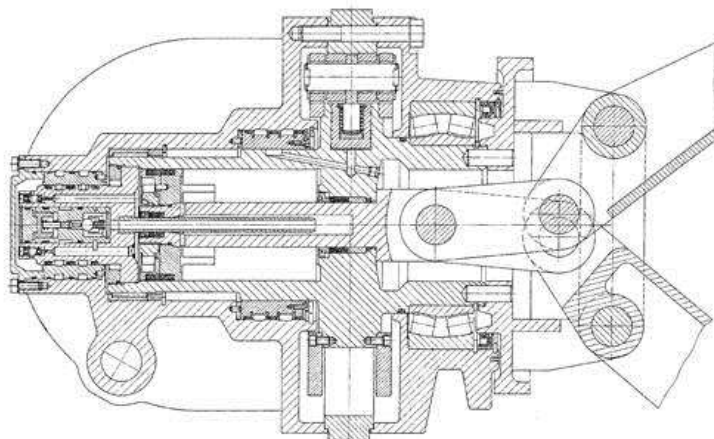
Rys.3. Zasięg i pole pracy manipulatora IWT

Zabudowany na wieży wysięgnik obraca się wraz z nią z prędkością 2,33 obr/min. W płaszczyźnie pionowej wysięgnik wykonuje ruch wokół osi przechodzącej przez ucha wieży, osiągając położenia: do góry o kąt $+45^\circ$ i do dołu o kąt -10° .



Rys.4. Charakterystyka obciążeniowa ramienia z głowicą

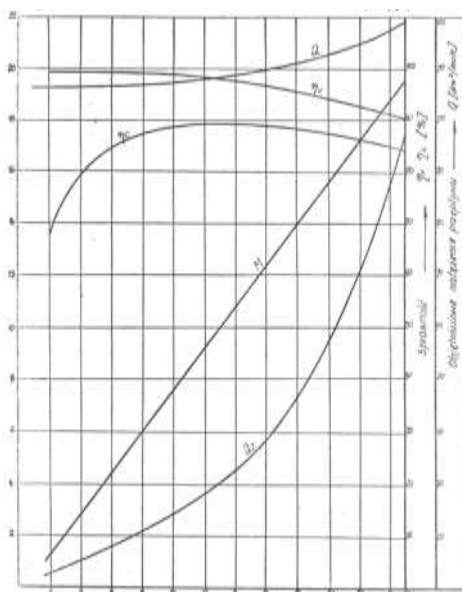
Wysięgnik teleskopowy trójczłonowy wysuwany hydraulicznie jest konstrukcją skrzynkową. Wewnątrz członów wysięgnika zabudowane są cylindry oraz stalowe przewody teleskopowe doprowadzające olej do odbiorników hydraulicznych manipulatora. Na końcu wysięgnika teleskopowego zabudowane jest ramię, którego ruch wymuszony jest przez dwa silowniki hydrauliczne, powodujące także obrót głowicy w płaszczyźnie pionowej. Ruch ten jest przekazywany poprzez dwuczłonowy łącznik z przełożeniem kinematycznym powodującym, że na każdy stopień wychylenia ramienia przypada $1,22^\circ$ odchylenia głowicy. Zasadniczym zespołem manipulacyjnym jest głowica obrotowa (Rys. 5).



Rys.5. Głowica obrotowa IWT

- 1 – stalowy kadłub umocowany wahliwie w ramieniu, 2 – promieniowy wysokomomentowy silnik hydrauliczny,
- 3 – centralny silownik zacisku kleszczy, 4 – tuleja rozrządu silnika i złącze obrotowe cylindra,
- 5 – obrotowy wspornik szczęk

Silnik wysokomomentowy promieniowy – krzywkowy, którego charakterystykę przedstawiono na rysunku 6 dysponował maksymalnym momentem obrotowym $19,7 \text{ kNm}$ przy ciśnieniu oleju $25,0 \text{ MPa}$ oraz wydatku $5,48 \text{ l/obrot}$ [2].



Rys.6. Charakterystyka zewnętrzna silnika głowicy

Z silnikiem zintegrowano cylinder dwustronnego działania z zaworami i hydroakumulatorem zapewniającymi zacisk kleszczy i stałą siłę zabezpieczającą obiekt manipulacji przed wysunięciem się z uchwytu.

Robocze rozwarście kleszczy wynosi 1000 mm, minimalny czas całkowitego rozwarcia kleszczy 4,5 s. Największa siła na końcach kleszczy wynosi 3360 kG przy maksymalnym rozwarciu kleszczy. Jest to cenna cecha, gdyż zwykle im większym gabaryto-ciężarem manipulujemy, tym większą musimy dysponować siłą zacisku. Wymienny osprzęt dodatkowy:

- łyżka o pojemności 0,42 m³, którą operator chwyta kleszczami manipulatora i używa do wykonywania wykopów o głębokości 1,2 m poniżej terenu,
- zrywak o długości czynnej 0,5 m przystosowany do chwytania kleszczami głowicy obrotowej,
- wiertło o długości około 2 m i średnicy 400 mm przystosowane do chwytania w kleszcze głowicy obrotowej.

Obroty głowicy przy pracy wiertłem od 6 do 19,2 obr/min.



Rys.7. Manipulator z łyżką koparkową w pozycji przedsiębiornej

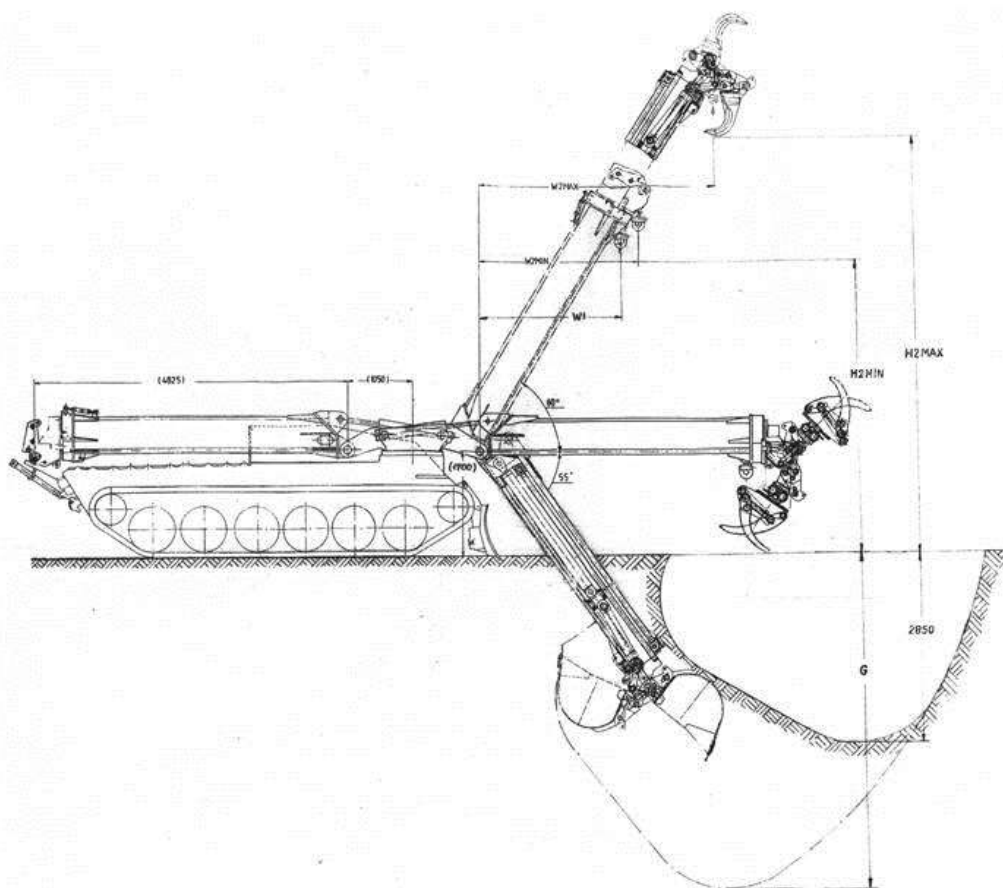
Obracając głowicę o 180° w ciągu 5 sekund z koparki przedsiębiornej otrzymywano do dyspozycji koparkę podsiębierną. Był to pierwszy w pełni uniwersalny (bezobsługowy z zewnątrz) zespół roboczy przygotowany do atomowego pola walki.

Pomimo niewątpliwych zalet i innowacyjności konstrukcji, miała ona też i wady - przede wszystkim skomplikowaną budowę, a co za tym idzie wysoką awaryjność. Również trwałość zespołów takich jak: głowica, przewody teleskopowe, przeguby, wreszcie pompy i silniki hydrauliczne, była niewystarczająca.

4. WYMIENNY I UNIWERSALNY OSPRZĘT ROBOCZY MID

Jak wspomniano we wstępie maszyna inżynieryjno-drogowa (Rys.8) posiada nieco inne przeznaczenie niż IWT. Dla wydajnego wykonywania prac ziemnych, dla skutecznego usuwania zapór maszynę wyposażono w wymienne osprzęty robocze:

- łyżkę podsiębierną o pojemności 0,96 m³,
- chwytnik-manipulator o dopuszczalnym obciążeniu 3000 kg,
- zrywak o sile skrawania na ostrzu 70 kN,
- zawiesie dźwigowe o udźwigu 70 kN dla członu stałego i 35 kN dla członu ruchomego.



Rys.8. Zasięg i pole pracy manipulatora MID

Tablica 1. Charakterystyka wymiarowa i obciążeniowa manipulatora MID

PARAMETR	Wysięgnik zsunięty	Wysięgnik rozsunięty
Długość wysięgnika (L)	4825 mm	6825 mm
Długość wysięgnika z łyżką	7360 mm	9360 mm
Głębokość kopania na skarpie (G)	- 4080 mm	- 5800 mm
Największy prześwit pod łyżką przy załadunku na ciężarówkę (H ₂)	4280 mm	6000 mm
Długość wysięgnika z chwytakiem i podstawą	7630 mm	9630 mm
Wysięg (W ₁) dla udźwigu 70 kN:		
minimalny	3110 mm	-
maksymalny	5170 mm	-
Wysięg (W ₂) dla udźwigu 35 kN:		
minimalny	3300 mm	4420 mm
maksymalny	5550 mm	7750 mm

W konstrukcji osprzętów MID-a zachowano zdolności manipulacyjne głowicy chwytakowej, jednakże bez funkcji wiertniczej. Radykalnie poprawiono parametry pozostałych osprzętów, w tym wydajności kopania, sił skrawania gruntu i zasięgów. W rezultacie maszyna inżynierijno-drogowa MID uzyskała charakter maszyny uniwersalnej o możliwości

wielokierunkowego zastosowania nie tylko w jednostkach saperских, ale również w innych rodzajach wojsk.

Osprzęty robocze montowane są na końcu członu ruchomego wysięgnika za pośrednictwem uchwytu szybko mocującego. Manipulator MID skonstruowano jako mechanizm 2x2 z dwuczłonowym wysięgnikiem i niepełnoobrotowym mechanizmem obrotu, zarówno wysięgnika, jak i głowicy. Człon wysuwny jest łożyskowany tocznie, przy czym rolki toczą się po rurach rozmieszczonych w wierzchołkach trójkąta równobocznego.

Koncepcja przekroju trójkątnego została wybrana ze względu na statykę obciążeń łożyskowania i koszty wykonania. Wysięgnik z osprzętem jest zamontowany na obrotowej podstawie i napędzany mechanizmem obrotu z reduktorem planetarnym i z silnikiem hydraulicznym.

Mechanizm obrotu obsługuje pole pracy o kącie 230° położone z przodu, z prawego boku pojazdu oraz nad skrzynią ładunkową. Mechanizm podnoszenia wysięgnika realizuje podnoszenie wysięgnika do kąta 60° nad poziom i do kąta -55° poniżej poziomu.

Mechanizm ten jest wykorzystywany również przy pracy żurawiem z tonometrażem użytkowym $\max TM = 365 \text{ kNm}$ dla ładunku $Q_{\max} = 70 \text{ kN}$ wiszącego na członie podstawowym i z tonometrażem $\max TM = 264 \text{ kNm}$ dla ładunku $Q_{\max} = 35 \text{ kN}$ wiszącego na wysuniętym członie końcowym.

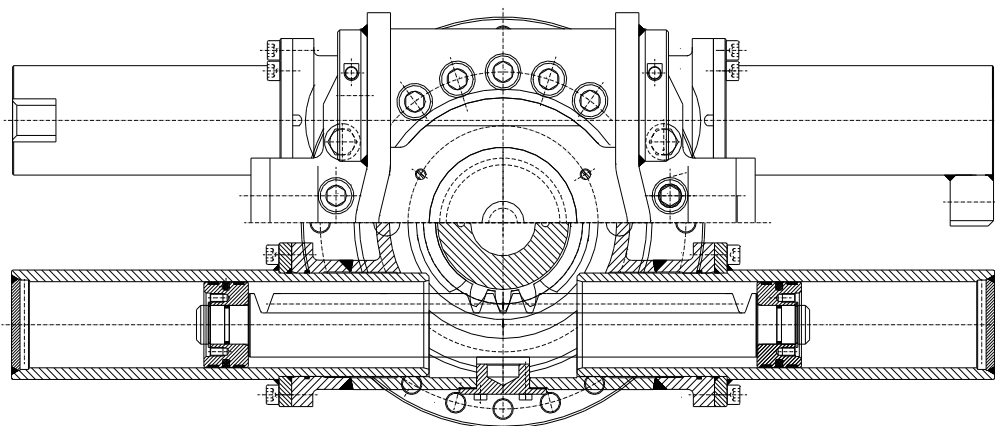
Siłownikowy napęd obrotu łyżki jest podstawowym napędem dla łyżki, chwytaka i zrywaka. Parametry siłownika w tym napędzie definiują wielkość sił skrawających na zębach łyżki, zrywaka i definiują masę ładunków manipulowanych chwytakiem. Skok siłownika jest przetwarzany w czworoboku przegubowym na kąt obrotu osprzętu roboczego wynoszący ok. 163° . Siłownik ten wytwarza siły, które w maksimum charakterystyki wynoszą od 6 do 7 kN na zębach łyżki i ostrza zrywaka.

Wewnątrz chwytaka-manipulatora wbudowano napędy:

- dwusilownikowy napęd zaciskania szczęk chwytaka,
- dwusilownikowy napęd obrotu chwytaka.

Konstrukcje szczęk chwytaka i napędu siłownikowego umożliwiają chwywanie i zaciskanie przedmiotów o średnicach od 150 mm do 1000 mm i o masie do 3000 kg. Dwie szczęki realizują trójpunktowy zacisk przedmiotów.

Napęd obrotu chwytaka jest zbudowany z dwóch siłowników i z koła zazębianego z zębami naciętymi na tłoczysskach siłowników. Skok siłowników jest przetworzony na kąt obrotu chwytaka wynoszący 90° . Dwa siłowniki wytwarzają moment obrotowy 8700 Nm.



Rys.9. Mechanizm obrotu chwytaka MID

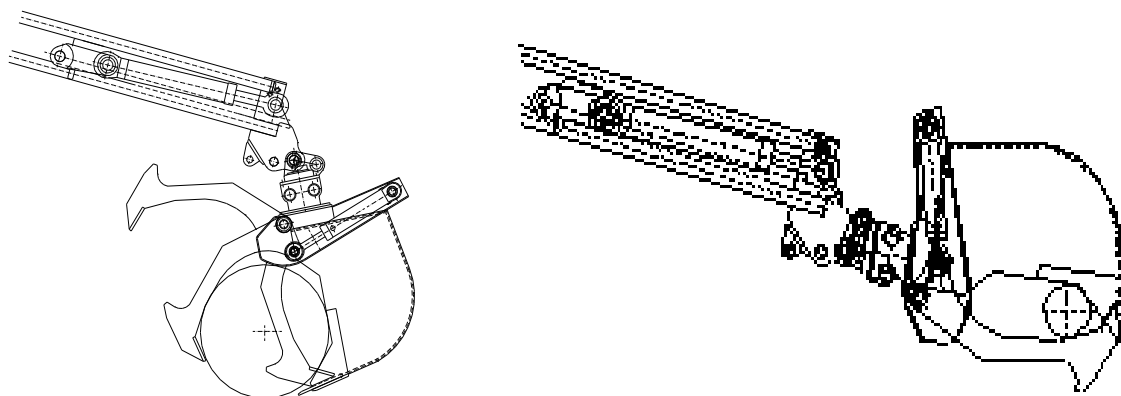
Mechanizm obrotu (Rys. 9) posiada dwa główne elementy, część obrotową-wał i część nieobrotową-kadłub. Wewnątrz wału ulokowano tłokowy akumulator hydrauliczny i złącze obrotowe. Wał jest łożyskowany na dwóch łożyskach stożkowych osadzonych w kadłubie, między którymi znajduje się zębniak odbierający moment obrotowy od zębátky napędzanej dwoma przeciwsobnymi siłownikami.

Przedstawione trzy osprzęty są wzajemnie zamienne za pośrednictwem uchwytu szybko mocującego. Podczas przejazdów MID-a dwa osprzęty są przewożone na skrzyni ładunkowej, a trzeci jest zamontowany na końcu wysięgnika.

Konstrukcja wysięgnika, wszystkich osprzętów jest przystosowana do wymiany na podłożu poziomym i pochyłym. W tym drugim wypadku osprzęty są zawieszane na linie i w tej pozycji są przyłączane do uchwytu szybko mocującego.

Mankamentem przedstawionych osprzętów jest fakt, że ich wymiana musi się odbywać z udziałem załogi, a zatem nie może być przeprowadzana na terenie skażonym. Poprawę tego stanu może przynieść:

- wprowadzenie urządzeń zatraskowych w uchwycie szybko mocującym, co pozwoli na maksymalne skrócenie czasu przyłączania osprzętu do uchwytu i ograniczy czynności załogi do naprowadzania zaczepów na osprzęcie do współpracujących zaczepów na uchwycie szybko mocującym,
- lub wprowadzenie uniwersalnego zespołu roboczego zawierającego w sobie zespoły spełniające funkcję łyżki, chwytaka i zrywaka; ponieważ zespół uniwersalny jest na stałe zamocowany do wysięgnika, problem wymiany osprzętów w ogóle nie występuje.



Rys.10. Uniwersalny zespół roboczy

Uniwersalny zespół roboczy (UZR), pokazany (Rys.10) jest urządzeniem zablokowanym, montowanym na wysięgniku maszyny. Zespół może spełniać te same funkcje jak osprzęt wymienny. Kwestią oceny użytkowej pozostaje odpowiedź na ile skutecznie i jak wydajnie?

Zasadniczą i korzystną cechą UZR, nie występującą w poprzedniej konstrukcji, jest zabudowa narzędzi roboczych na głowicy obrotowej, co umożliwia pracę łyżki, chwytaka i zrywaka w zakresie kątów $\pm 135^\circ$.

5. LITERATURA

- [1] Sprawozdanie z badań wyrobu B72, 1976, 1977.
- [2] Sprawozdanie z badań silników hydraulicznych głowic chwytakowych, KOMAG, Katowice 1980 r.
- [3] SKOŁOZDRA A.: Inżynieryjne wozy torujące. Wojskowy Przegląd techniczny, nr 9/1982.
- [4] KNAPCZYK H., ZAJLER W., HOLOTA M.: Maszyna inżynieryjno-drogowa MID. Materiały konferencyjne. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe nr 4, 1993.
- [5] MAZURKIEWICZ W., SKOŁOZDRA A., GRZYBALSKI J.: System elektrohydraulicznego sterowania MID, Materiały konferencyjne. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe nr 4, 1993.
- [6] FOSS F., GANDER J.: Jane's Military Vehicles and Logistics. Eighteenth Edition 1997-98.
- [7] KIKLAISZ E., ŻUK T.: Maszyna inżynieryjno-drogowa MID. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (16) nr 2, 2002.

WORKING MANIPULATOR EVOLUTION

Abstract: We can rate battlefield engineering machine among OBRUM's achievement. As far as MID is known very well, even in publications [4,5,7], about IWT is not to much known.

User's as well as designer's view evolution of engineering point of view is interested exactly to main function of working devices which are the manipulator of these machines.