

WYCIĄGACZE KAMIENI Z PÓL UPRAWNYCH

Streszczenie

Przeanalizowano rozwiązania konstrukcyjne maszyn do wyciągania kamieni z pól uprawnych. Dokonano analizy parametrów techniczno-eksploatacyjnych pod kątem ich spójności i możliwości zmniejszenia liczby cech. Zamiast pierwotnych dziesięciu parametrów końcowy zbiór kryteriów charakteryzujących wyciągacz kamieni można ograniczyć do trzech: masy kamienia, zapotrzebowania na moc i wydajności agregatu maszynowego. Ograniczenie liczebności zbioru parametrów ułatwi i przyspieszy ocenę maszyny na kolejnych etapach decyzyjnych.

Słowa kluczowe: wyciągacze kamieni, wymagania, parametry techniczno-eksploatacyjne

Wstęp

Szacuje się, że 10-15% (ok. 2 mln ha) ogólnej powierzchni gruntów ornych w Polsce to gleby, na których uzasadnione jest mechaniczne usuwanie kamieni [4, 6]. Ilość i wielkość kamieni znajdujących się w warstwie ornej (30-35 cm) na polu o powierzchni 1 ha w glebach na terenie Polski jest zróżnicowana, a ich masa waha się od 5 do 500 t·ha⁻¹ [5]. Gruczek [3] oraz Czerko i in. [1] wskazują na potrzebę odkamieniania gleb przeznaczonych pod uprawę ziemniaków jadalnych lub przeznaczonych do przetwórstwa spożywczego przy zawartości kamieni w warstwie ornej w zakresie od 200 do 500 t·ha⁻¹.

Kamienie występujące na polach uprawnych i zalegające w warstwie ornej utrudniają mechanizowanie procesów produkcji roślinnej z następujących powodów:

- zwiększają pracochłonność zabiegów agrotechnicznych na skutek obniżenia wydajności maszyn i konieczności wydzielenia kamieni ze zbieranego plonu,
- prowadzą do wzrostu kosztów produkcji rolnej w związku z ponoszonymi nakładami na zbieranie kamieni,
- przyspieszają zużywanie się części maszyn mających kontakt z kamieniami na skutek tarcia i uderzeń,
- ograniczają możliwość stosowania wielu nowoczesnych, wysokowydajnych maszyn,
- zmuszają do stosowania w maszynach elementów i urządzeń zabezpieczających przed uszkodzeniem,
- obniżają jakość zabiegów agrotechnicznych (m.in. uprawa, ochrona chemiczna, zbiór),
- obniżają jakość zbieranych plonów.

Maszyny do usuwania kamieni z pól uprawnych klasyfikuje się według różnych kryteriów. Można wyróżnić maszyny samojezdne i agregaty ciągnikowe. W zależności od sposobu połączenia z ciągnikiem są to maszyny: zawieszane, półzawieszane, przyczepiane.

Biorąc pod uwagę kryterium sposobu przenoszenia napędu z ciągnika na maszynę i w maszynie wyróżnia się systemy: mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne.

W zależności od rodzaju wykonywanych czynności roboczych można wyróżnić:

- wyciągacze kamieni,
- zgarniacze kamieni,
- zbieracze kamieni ze zbiornikami lub przenośnikami rozładowującymi,
- zbieracze ze zgarniaczami kamieni, ze zbiornikami lub przenośnikami rozładowującymi, elementami (układami, zespołami) separującymi kamienie od ziemi i resztek roślinnych,
- maszyny przekopujące ze zbiornikami lub przenośnikami

rozładowującymi, elementami (układami, zespołami) separującymi kamienie od ziemi i resztek roślinnych,

- rozdrabniacze (kruszkarki) kamieni.

Wyżej wymienione maszyny, zależnie od liczby wykonywanych operacji, mogą być jednoczynnościowe lub wieloczynnościowe.

Ze względu na wymiary gabarytowe i ich masę można je zaklasyfikować do grupy maszyn lekkich, średnich (średnio ciężkich) lub ciężkich.

W każdej z wymienionej klasyfikacji pojawiają się charakterystyczne cechy identyfikujące wyciągacz kamieni. Podstawowymi są parametry maszyn, które wykorzystuje się do porównania różnych rozwiązań konstrukcyjnych. Stopień ich uszczegółowienia zależy od komplikacji konstrukcji. Występują tutaj dwie wzajemnie sprzeczne tendencje, gdyż z jednej strony dąży się do ich rozbudowania, ale z drugiej - ze względu na ograniczenia percepcji - do zmniejszenia. Ograniczenie liczebności zbioru parametrów podyktowane jest chęcią ułatwienia i przyspieszenia oceny maszyny na kolejnych etapach decyzyjnych.

Celem pracy było przeanalizowanie rozwiązań konstrukcyjnych wybranych wyciągaczy kamieni i parametrów techniczno-eksploatacyjnych pod kątem ich korelacji i możliwości zmniejszenia liczby cech.

Selekcję parametrów techniczno-eksploatacyjnych wyciągacza kamieni przeprowadzono metodą korelacji cech [2], wykorzystując w tym celu arkusz kalkulacyjny *Excel* i program *Statistica v.12*.

Analiza parametrów eksploatacyjno-technicznych wyciągaczy kamieni

Wyciągacze przeznaczone są do użytkowania w rolnictwie na wszystkich gruntach uprawnych, użytkach zielonych, łąkach, pastwiskach, na terenach zarówno zmeliorowanych, jak i niemeliorowanych. Oprócz tego maszyny tego typu są wykorzystywane również w leśnictwie, mogą być wykorzystywane w gospodarce komunalnej, budownictwie drogowym i infrastrukturalnym. Mogą usuwać kamienie z terenów wokół dróg i pasów pod budowę dróg i infrastruktury, terenów rozbiórkowych i terenów zieleni. Maszyny te wykorzystywane są w rolnictwie do wyciągania kamieni zalegających w warstwie ornej i podglebiu, i sięgające częściowo w warstwę orną [7]. Maszyna może wyciągać kamienie o wymiarach od kilkudziesięciu centymetrów do ponad jednego metra i masie przekraczającej jedną tonę, w zależności od kształtu kamienie (tab. 1) z miejsc oznaczonych po uprzednim zlokalizowaniu.

Tab. 1. Parametry techniczno-eksploatacyjne wyciągaczy kamieni
Table 1. Technical and exploitation parameters of the rock diggers

Producent	Degelman	Bergen	Roadside Ironworks	
Model	RD 320	-	RD 3600	RD 4400
Średnica kamieni d_k [cm]	30-100	30-100	50-120	60-150
Masa maks. kamienia m_k [kg]	1000	1000	1200	1500
Głębokość robocza [cm]	80	85	90	110
Wymiary [mm]:				
- Szerokość m_m	2600	2500	2500	3000
- Długość l_m	3015	4000	4320	4825
- Wysokość h_m	2300	2200	2440	2900
Masa maszyny m_m [kg]	1100	1000	1474	2173
Zapotrzebowanie na moc P [kW]	80-120	60-100	100-150	150-200
Wydajność Q [szt. \cdot h $^{-1}$]	20-40	20-40	20-30	20-30
Wydajność A [ha \cdot h $^{-1}$]	0,4-0,5	0,4-0,5	0,3-0,4	0,3-0,4
Siłowniki hydrauliczne [cal] podnoszenie/wyciąganie	5 x 24	6 x 24	5 x 24	6 x 36
Chwytnie (ramiona przytrzymujące)	3 x 16	3 x 16	3 x 18	4 x 18
Rozmiar ogumienia [cal]	12.5L x 15	12.5 x 15	31x13.5-15	16.5 x 16.1

ródlto: dane katalogowe producentów i dilerów / Source: cataloguing data of producers and dealers

Rozwój konstrukcji wyciągaczy kamieni zmierza w kierunku zwiększenia wymiarów i masy wyciąganych kamieni z większych głębokości (rys. 1, 2). Dąży się do zwiększenia trwałości i wytrzymałości elementów roboczych przez stosowanie zębów o grubości 50 mm, wytwarzanych ze wzbogaconej stali i zabezpieczone wielowarstwowymi powłokami ochronnymi.

Jednym z wyróżników konstrukcji zespołów wyciągaczy jest liczba ramion podtrzymujących kamienie. Przykładowo firma Bergen stosuje jedno ramię przytrzymujące [8], a firma Degelman - dwa ramiona przytrzymujące [9].



Rys. 1. Wyciągacz kamieni RD 320 firmy Degelman [9]
Fig. 1. Rock digger RD 320 by Degelman [9]



Rys. 2. Wyciągacz kamieni firmy Bergen [8]
Fig. 2. Rock digger by Bergen [8]

Długość zębów decyduje o głębokości kopania dochodzącej obecnie do 1 m. Zęby podkopujące i wyciągające są w tym celu odpowiednio wyprofilowane, podobnie jak ramiona przytrzymujące. Mają one zapewnić stabilny uchwyt i utrzymanie kamienia, pozwalając na jego transport i odłożenie na skraju pola. Właściwe wyprofilowanie zębów ogranicza poślizg między powierzchniami elementów i kamienia oraz zapobiega jego wypadnięciu z uchwytu. Zęby są ustawione pod odpowiednim kątem, tak aby umożliwić łatwe zagłębienie w podłoże i podebranie kamienia [8, 9, 10]. Zaostrzone końcówki zębów są poprzecznie nacinane (mają karby) dla jeszcze lepszego uchwycenia kamienia, zapobiegającego jego wysłizgnięciu z uchwytu (rys. 3). Stosuje się wymienne końcówki płyt podkopujących (rys. 4). Elementy robocze w postaci płyt przykręcanych do ramy mogą być wykorzystane do głęboszowania. To pozwala na zwiększenie zakresu zastosowania i efektywności oraz poprawę wskaźników eksploatacyjno-ekonomicznych.



Rys. 3. Karbowane zęby chwytające [9]
Fig. 3. Serrated grabbing teeth [9]



Rys. 4. Zęby z wymiennymi, ścierającymi się końcówkami [8]
Fig. 4. Teeth with replaceable wear tips [8]

Aby w pełni wykorzystać cechy funkcjonalne maszyny należy dokonać właściwego doboru ciągnika jako źródła energetycznego spełniającego wymagania w zakresie przeniesienia napędu. Agregat ciągnikowy powinien zachować stateczność wzdłużną i poprzeczną oraz spełniać warunki bezpieczeństwa podczas pracy, transportu i postoju (rys. 5). Ciągnikowe agregaty maszynowe są obsługiwane przez jednego operatora (traktorzystę).

Maszyny powinny spełniać wymagania dopuszczenia do ruchu po drogach publicznych danego kraju (oświetlenie,

sygnalizacja, szerokość i prędkość transportowa, ewentualnie układ hamulcowy) oraz bezpieczeństwa i ergonomii w zakresie obsługi i konserwacji podczas pracy i postoju.

Spośród parametrów techniczno-eksploatacyjnych zestawionych w tab. 1 bardzo dużą spójnością cechują się średnica maksymalna kamienia i jego masa, gdyż wartość współczynnika korelacji cząstkowej jest bliska 1 (tab. 2). Można zatem z jednego z tych parametrów zrezygnować do scharakteryzowania wielkości zbieranego kamienia. Z tego też powodu wszędzie tam, gdzie ujawniły się korelacje między maksymalną średnicą kamienia i innymi zmiennymi, np. głębokością pracy lub parametrami technicznymi maszyny (wysokość maszyny, masa maszyny), bądź zapotrzebowaniem na moc, stwierdzono także korelacje między maksymalną masą kamienia a tymi parametrami.



Rys. 5. Wyciągacz kamieni RD 320 firmy Degelman: a) transport po drodze, b) łańcuch zabezpieczający z karabińczykami [9]
Fig. 5. Degelman's rock digger RD 320: a) transport on the road, b) safety chain with snap hook [9]

Tab. 2. Macierz korelacji między parametrami techniczno-eksploatacyjnymi wyciągaczy kamieni oraz ich wartości średnie wraz z odchyleniami standardowymi

Table 2. The correlation matrix between the technical and exploitation parameters of the rock diggers and their average values with standard deviations

Parametr	Wartość średnia	Odch. std	d_k	m_k	a	b_m	l_m	h_m	m_m	P	Q	A
d_k	118	24	1,000									
m_k	1175	236	0,999 ^a	1,000								
a	91	13	0,979 ^a	0,979 ^a	1,000							
b_m	2650	238	0,859	0,859	0,879	1,000						
l_m	4040	763	0,829	0,829	0,869	0,532	1,000					
h_m	2460	309	0,985 ^a	0,985 ^a	0,959 ^a	0,923	0,726	1,000				
m_m	1437	532	0,997 ^a	0,997 ^a	0,967 ^a	0,881	0,782	0,994 ^a	1,000			
P	143	43	0,981 ^a	0,981 ^a	0,925	0,853	0,723	0,986 ^a	0,991 ^a	1,000		
Q	35,0	5,8	-0,855	-0,855	-0,768	-0,485	-0,806	-0,784	-0,840	-0,863	1,000	
A	0,45	0,06	-0,855	-0,855	-0,768	-0,485	-0,806	-0,784	-0,840	-0,863	0,999 ^a	1,000

^a - statystycznie istotna korelacja Pearsona. Przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ wartość krytyczna cząstkowa współczynnika korelacji Pearsona wynosi 0,950.

Ponadto, głębokość pracy bardzo dobrze koreluje z wysokością i masą maszyny, gdyż wartości współczynników korelacji cząstkowej wynoszą odpowiednio 0,959 i 0,967.

Interesujące jest to, że zapotrzebowanie na moc, oprócz korelacji z maksymalną średnicą i masą kamienia, jest wysoce spójne z masą maszyny i na granicy istotności z głębokością pracy ($r=0,925$).

Wydajność maszyny wyrażana w sztukach zbieranych kamieni na godzinę jest równoważna z wydajnością wyrażoną w $ha \cdot h^{-1}$. W tym przypadku można również uwzględnić tylko jeden z tych parametrów. Wydajność maszyny wyrażona w sztukach kamieni zbieranych w jednostce czasu umożliwia określenie średniego czasu cyklu pracy związanego z wyciąganiem i transportem kamieni. Podawanie obu parametrów pozwala natomiast wyznaczyć liczbę kamieni znajdujących się na powierzchni jednego hektara.

Po kolejnych działaniach związanych z eliminacją najbardziej skorelowanych parametrów, obliczeniu wartości determinantów macierzy kwadratowych współczynników korelacji, utworzeniu macierzy odwrotnych oraz uwzględnieniu warunku, że wartości diagonalnych macierzy odwrotnej do macierzy korelacji są większe od 10, ostatecznie wyznaczono końcowy zbiór parametrów charakteryzujących wyciągacze kamieni. Może to być zbiór składający się z masy kamieni, zapotrzebowania na moc i wydajności.

Przeprowadzona analiza korelacji parametrów wskazuje na możliwość zmniejszenia ich liczby do scharakteryzowania cech konstrukcyjnych maszyny i eksploatacyjnych agregatu.

Podsumowanie

Usuwanie (wyciąganie) największych kamieni jest pierwszą czynnością roboczą w każdej technologii oczyszczania pól z kamieni. Maszyna może tworzyć z ciągnikiem jedynie agregat jednoczynnościowy. Czynniki determinującymi stosowanie wyciągaczy są terminy agrotechniczne związane

z uprawą roślin i warunki glebowo-klimatyczne (nachylenie terenu, wilgotność, zwięzłość gleby).

Zastosowanie metody korelacji cech pozwoliło na skuteczne ograniczenie liczby parametrów wyciągacza kamieni z dziesięciu do trzech: masy kamienia, zapotrzebowania na moc silnika ciągnika współpracującego z maszyną i wydajności agregatu maszynowego. Ograniczenie liczebności zbioru parametrów ułatwi i przyspieszy ocenę maszyny na kolejnych etapach decyzyjnych.

Bibliografia

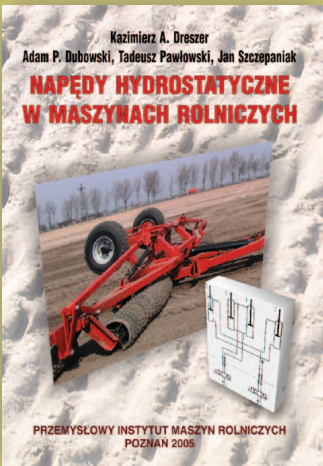
- [1] Czerko Z., Goliszewski W., Jankowska J., Lutomirska B., Nowacki W., Trawczyński C., Zarzyńska K.: *Metodyka integrowanej produkcji ziemniaków*. Rozdz. 4.2.1. Odkamienianie pól. Warszawa, 2014. [dostęp 10.10.2016]: https://piorin.gov.pl/download/gfx/piorin/pl/.../1328/1/1/ip_ziemniaka_3_ed.pdf.
- [2] Durczak K., Rybacki P.: Selekcja kryteriów oceny jakości maszyn rolniczych metoda korelacji cech. *Inż. Rol.*, 2012, 2(136), 43-52.
- [3] Gruczek T.: Efektywność produkcji ziemniaka na glebach zaka-mienionych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2002, 489, 137-146.
- [4] Kuczewski J., Waszkiewicz Cz.: *Mechanizacja rolnictwa: maszyny i urządzenia do produkcji roślinnej i zwierzęcej*. Warszawa: Wyd. SGGW, 2007.
- [5] Mitrus J.: *Usuwanie kamieni z pól*. Prace PIMR, 1979, 7.
- [6] Mitrus J.: *Technologia usuwania kamieni z pól*. IBMER, Warszawa, 1985.
- [7] Ptaszyński S.: *System Maszyn Rolniczych*. Cz. 4. Uprawa gleby. IBMER Warszawa, 1988.
- [8] www.bergenindustries.com/rock-digger.
- [9] http://www.degelman.com/products/agricultural_equipment/rock_pickers_rakes/rock_digger/.
- [10] <http://roadsideironworks.ca/products.html>.

ROCK DIGGERS FROM FARMLANDS

Summary

The paper presents design solutions used in machines for digging the stones from farmlands. Analysis of the technical and exploitation parameters as regards their coherence and the possibility of reducing the number of features was conducted. Instead of primary 10 parameters the final set of criteria for characterizing can be reduced to three: weight of the stone, power requirement and efficiency of the machine. Limiting the number of parameters will facilitate and accelerate the evaluation of the machine on the next stages of decision-making.

Key words: rock diggers, requirements, technical and exploitation parameters



NAPĘDY HYDROSTATYCZNE W MASZYNACH ROLNICZYCH
ISBN 83-921598-2-9

Książka adresowana jest do studentów uczelni rolniczych oraz użytkowników maszyn rolniczych. Zawiera wybrane zagadnienia z mechaniki płynów i właściwości cieczy roboczych, opis budowy oraz działania poszczególnych maszyn hydraulicznych. Ponadto przedstawia przykładowe urządzenia hydrauliczne w wybranych maszynach rolniczych, a także diagnostykę układów hydraulicznych.

Wydawca: Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych
60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31
tel. +48 61 87 12 200; fax + 48 61 879 32 62;
e-mail: office@pimr.poznan.pl; Internet: <http://www.pimr.poznan.pl>