

# Opracowanie widm obciążeń i budowa stanowisk do prowadzenia badań trwałości i niezawodności maszyn do zbioru roślin pastewnych

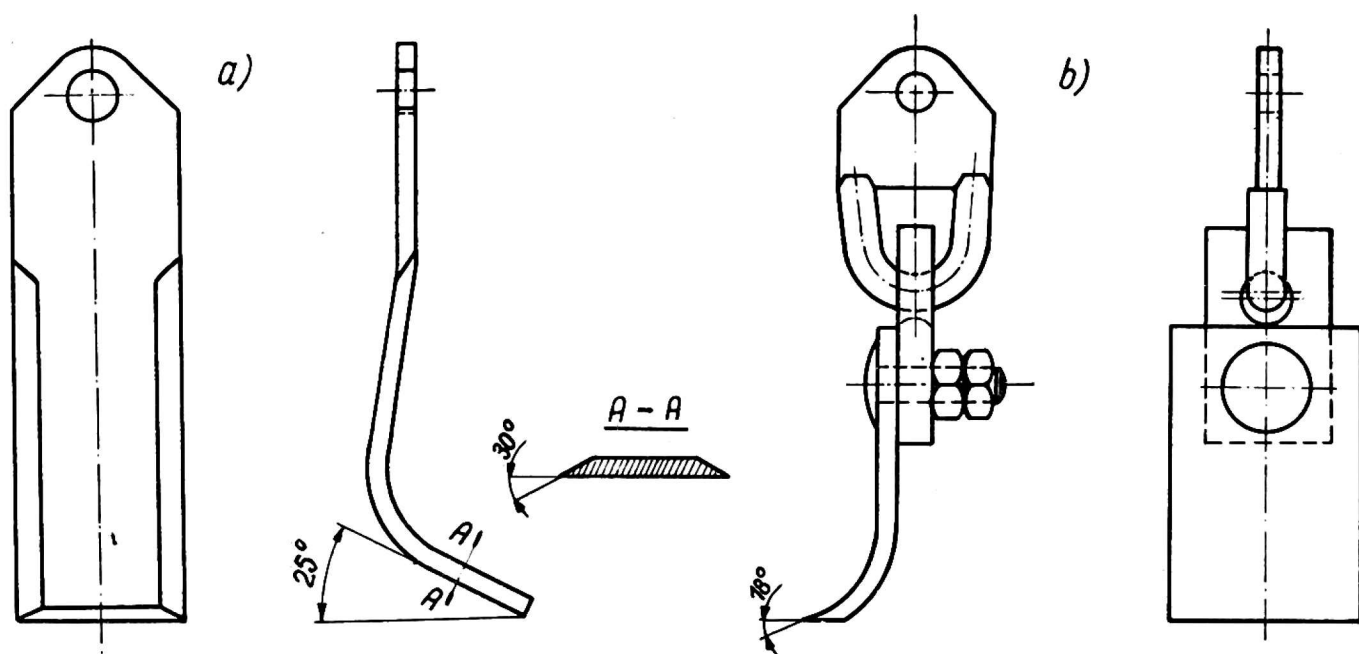
ROMAN FAŁARA

Instytut Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie jako międzynarodowy koordynator prac naukowo-badawczych nad trwałością i niezawodnością maszyn do zbioru roślin pastewnych w r. 1966 rozpoczął kilka prac z tego zakresu.

## 1. BADANIA KOSIAREK

Jako pierwsze należy wymienić badania kosiarek rotacyjnych, w których obok badań funkcjonalnych przeprowadzono tensometryczne pomiary momentu obrotowego na wale przegubowym kosiarek. Badaniom poddano dwa typy noży tnących, a mianowicie tzw. noże skośne, rys. 1a i noże płaskie, rys. 1b, które kolejno były mocowane na wale modelu kosiarki rotacyjnej konstrukcji Przemysłowego Instytutu Maszyn Rolniczych w Poznaniu (rys. 2). Zmiennymi parametrami w badaniach podczas cięcia lucerny o plonie 250 q zielonki/ha i wilgotności  $W = \text{ok. } 77\%$  były:

(a) prędkość jazdy zmieniająca się od  $V = 0,7 \text{ m/sek.}$  do  $2,2 \text{ m/sek.}$ ,



Rys. 1. Noże rotacyjnej kosiarki bijakowej. *a* — nóż skośny  $G = 345 \text{ g}$ ; *b* — nóż płaski  $G = 695 \text{ g}$

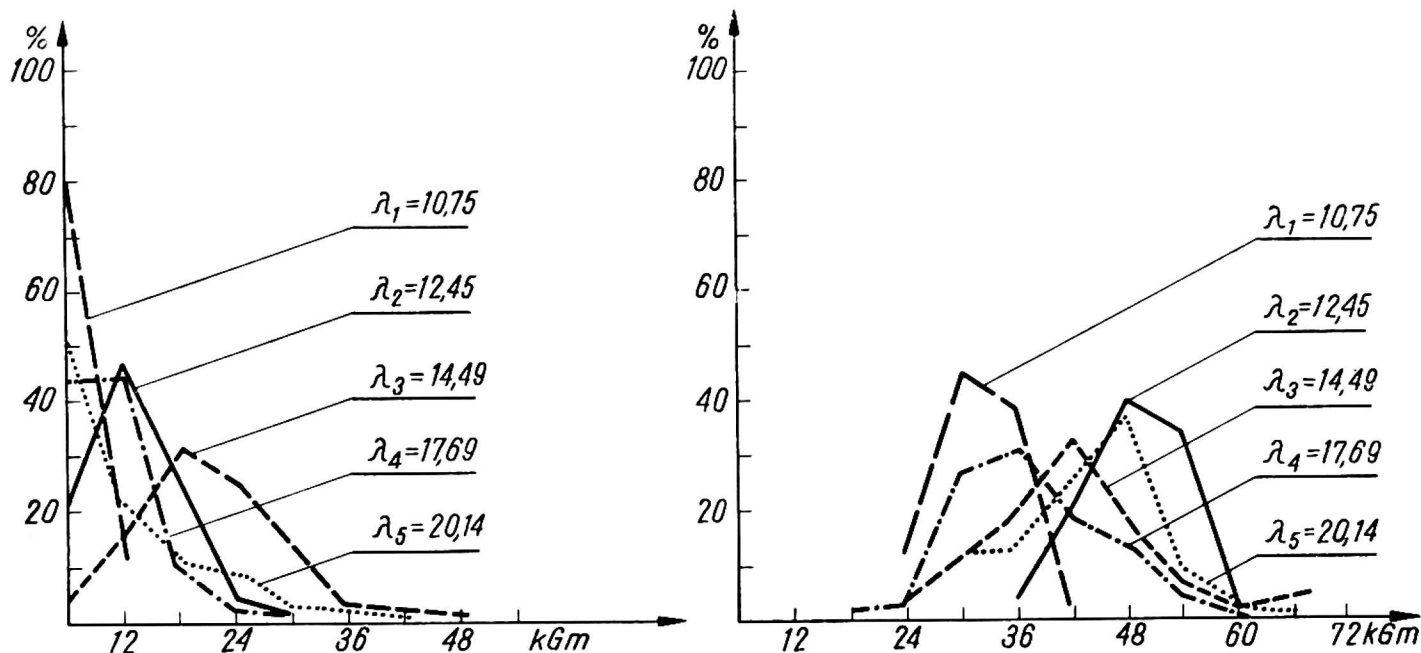
(b) stosunek prędkości obwodowej noży tnących do prędkości jazdy, a więc  $\lambda$  zmieniająca się w granicach od 6—45.

Zmienność momentu na wale przegubowym kosiarki pokazano na rys. 3 i 4. Z rysunków tych wynika, że wielkość momentu zmienia się w dość dużych granicach, i że cięcie nożami skośnymi pochłania mniej energii niż cięcie nożami płaskimi.

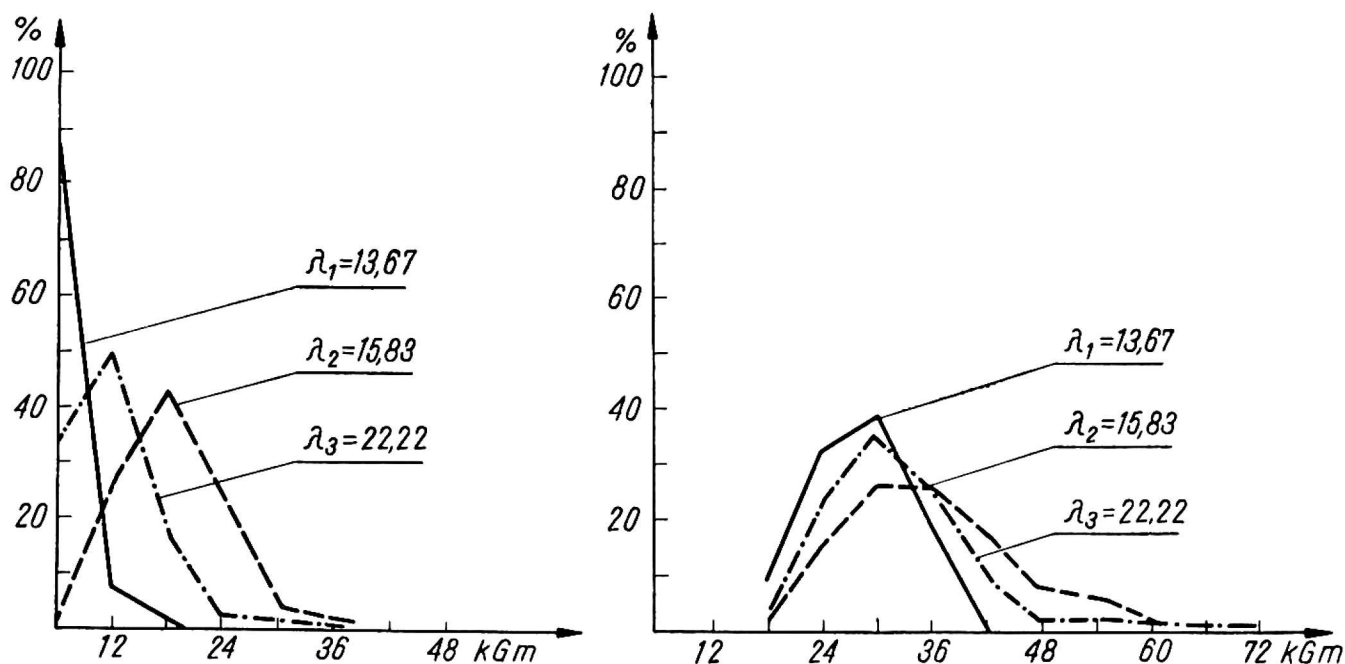


Rys. 2. Kosiarka rotacyjna konstrukcji PIMR w Poznaniu

Przy okazji warto wspomnieć, że badania wykazały stosunkowo małą przydatność tego typu kosiarek do zbioru traw przeznaczonych na siano. Trzeba bowiem stosować bardzo duże prędkości obwodowe ponad 25 m/sek., duży jest pobór mocy, a straty ścierniskowe dopiero przy prędkości około 3 km/godz. mieszczą się w granicach dopuszczalnych wymaganiami agrotechnicznymi. Ten typ kosiarek mógłby znaleźć ewentualne zastosowanie w sadach do koszenia murawy.



Rys. 3. Moment na wale przegubowym kosiarki rotacyjnej (noże płaskie)



Rys. 4. Moment na wale przegubowym kosiarki rotacyjnej (noże skośne)

Oprócz badań kosiarek rotacyjnych badanych w IMER podobne pomiary tensometryczne prowadzone są w PIMR w Poznaniu przy badaniach kosiarek palcowych, jak również opracowuje się stanowisko do przyspieszonych badań trwałości i niezawodności tych maszyn.

## 2. BADANIA PRAS ZBIERAJĄCYCH

W Polsce produkuje się obecnie prasy zbierające niskiego stopnia zgniotu PZS-3. Prasy te są obecnie rekonstruowane. W rekonstrukcji będą uwzględnione przede wszystkim wymagania co do trwałości. W związku z tym na zlecenie fabryki IMER opracował metodykę pomiarów naprężeń i obciążeń w głównych elementach prasy. Dla określenia bilansu mocy i stanu naprężeń w głównych elementach przewidziano dokonanie pomiarów tensometrycznych w punktach wymienionych w tabeli 1 i 2. Oprócz tych pomiarów zostaną również wykonane pomiary przyspieszeń w trzech punktach ramy.

Pomiary będą prowadzone w pewnych charakterystycznych reżimach pracy prasy zbierającej, a mianowicie podczas transportu po drodze, przejazdu po polu z wyłączonym WOM, przejazdu po polu z włączonym WOM, prasowania słomy  $\gamma = 65 \text{ kG/m}^3$  i prasowania siana  $\gamma = 45 \text{ kG/m}^3$ .

Dla sporządzenia ogólnego widma obciążeń potrzebne są dane dotyczące struktury czasu pracy prasy zbierającej. Dane takie zestawiono w tabeli 3 na podstawie dotychczasowych badań pras zbierających prowadzonych w PRL w IMER i w Stacjach Oceny Sprzętu Rolniczego.

W tej chwili prasa zbierająca jest przygotowywana do pomiarów i w sezonach agrotechnicznych będą przeprowadzane szczegółowe pomiary. Analiza wyników i opracowanie sprawozdania jest przewidziane na początku 1968 r.

Tabela 1

Wykaz elementów maszyny oraz rodzajów pomiarów służących do określenia bilansu mocy

Nazwa części	Nr rys. części	Wielkość mierzona	Oznaczenie literowe	Nr punktu pomiarowego	Nr szkicu sytuacyjnego czujnika	Uwagi
Wał przegubowy 25 kGM	PZS-3-4-026	Moment skręcający — kGM	$M_S$	1	12	Podany nr rys. odnosi się do maszyn produkowanych
		Liczba obrotów obr./min.	$n_S$			
Wał pędny (główny) prasy	PZS-3-4-26a	Moment skręcający — kGm	$M_{SW}$	2	13	
		Liczba obrotów obr./min.	$n_{SW}$			
Wał nagarniacza	PZS-3-3-1	Moment skręcający — kGm	$M_{SI}$	3	14	
Wał bębna podbieracza	PZS-3-10-44a	Moment skręcający — kGm	$M_{SII}$	4	15	
		Liczba obrotów obr./min.	$n_{II}$			
Wał supłaczy	PZS-3-4-44	Moment skręcający — kGm	$M_{SIII}$	5	16	
		Liczba obrotów obr./min.	$n_{III}$			
Ramię napędu tłoka	PZS-3-4-28	Siła osiowa rozciągania, ściskania w KG	$P_t$	6a	17	
Koło zębate $Z = 100$	PS1-4-28a	Pomiar kąta obrotu $\alpha$	$\alpha$	7	18	
Dyszel kmpl.	PZS3-012-1a	Pomiar siły uciągu w kG	$P_u$	8	19	

Tabela 2

Wykaz elementów maszyny oraz rodzajów pomiarów służących do określenia stanów obciążeń

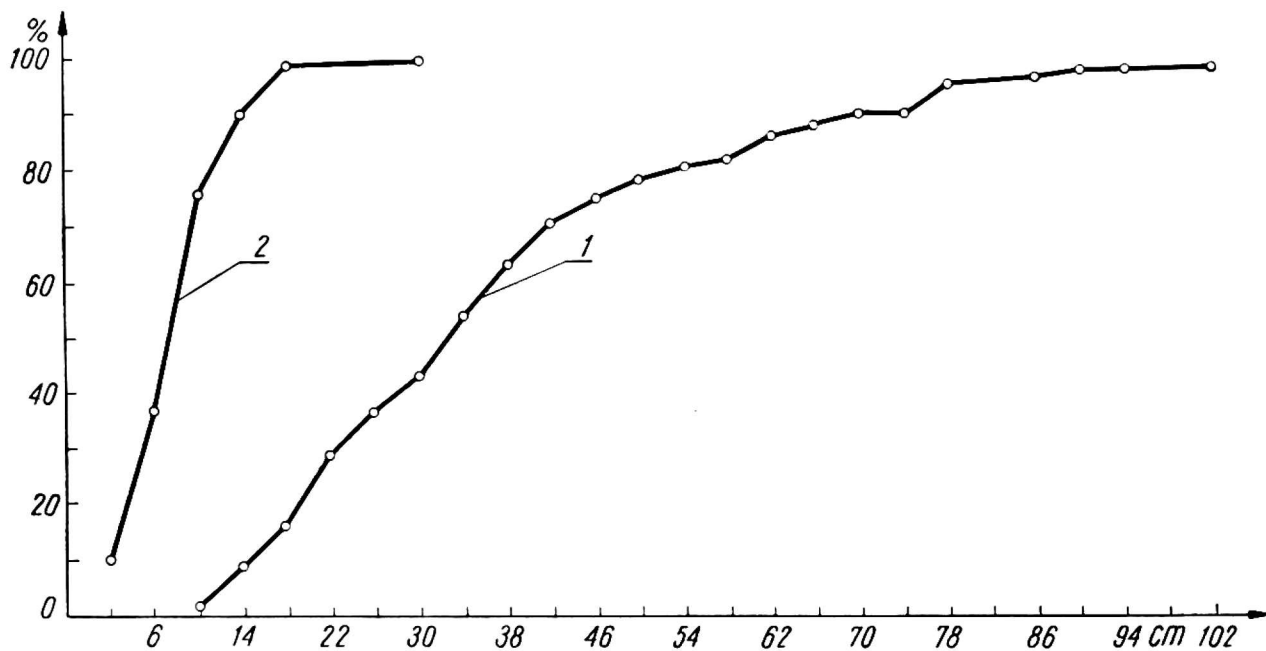
Nazwa części	Nr rys. części	Wielkość mierzona	Oznaczenie literowe	Nr punktu pomiarowego	Nr szkicu sytuacyjnego czujnika	Uwagi
Dyszel kmpl. spaw.	PZS-3-12-01a	Napężenia rozcz., po cechowaniu określ. siłę	$\delta_1$	8	19	Dane te pozwolą na określenie momentu skrecającego ramy
Zaczep przyczepy kmpl. spaw.	PZS-3-14-01a	„	$\delta'_2$ $\delta''_2$	9a 9b	20	
Rama podwoziabelka dystansowa kmpl.	PZS-3-8-09a	Napężenia w dwu kierunkach prostopadłych	$\delta'_3$ $\delta''_3$	10	21	
Ramiona napędu tłoka	PZS-3-4-28	Napężenie rozcz., po cechowaniu określić siłę	$\delta'_4$ $\delta''_4$	6a 6b	17	Napr. rozcz. w ramieniu lewym — w ramieniu prawym
Element wprowadzony między sprężynę a zaczep (Element specj. wykon. do pomiarów)	PZS-3-10-25 i zaczep sprężyny	„	$\delta'_5$ $\delta''_5$	11a 11b	22	Napr. na elemencie lewym — na elemencie prawym
Ramię napędu igieł	PS-1-4-011	„	$\delta_6$	12	23	
Wał pędny główny prasy	PZS-3-4-269	Moment skrecający	$M_{sw}$	2	13	
Koło zębate $Z = 10$	PS-1-4-28a	Pomiar kąta obrotu	$\alpha$	7	18	

Równolegle z tymi pracami były w 1966 r. prowadzone próby przeprowadzenia przyspieszonych badań trwałości i niezawodności pras zbierających. Próbowano np. wielokrotnie podbierać z wału słomę leżącą na polu. Okazało się, że słoma pszena zbierana kombajnami i ułożona w stertę, a następnie wykorzystana do prób z prasą w październiku 1966 r. posiadała wilgotność 18,5%, i że ta właśnie słoma po 26-krotnym sprasowaniu przy stopniu zgniotu równym 50,5 kG/m<sup>3</sup> uległa takiemu rozdrobnieniu (rys. 5), że znaczna jej część pozostawała już na powierzchni pola. Niemniej jednak należy przyjąć, że posługując się tą metodą można by również poza okresem agrotechnicznym przeprowadzić badania trwałościowe pras w warunkach polowych.

Tabela 3

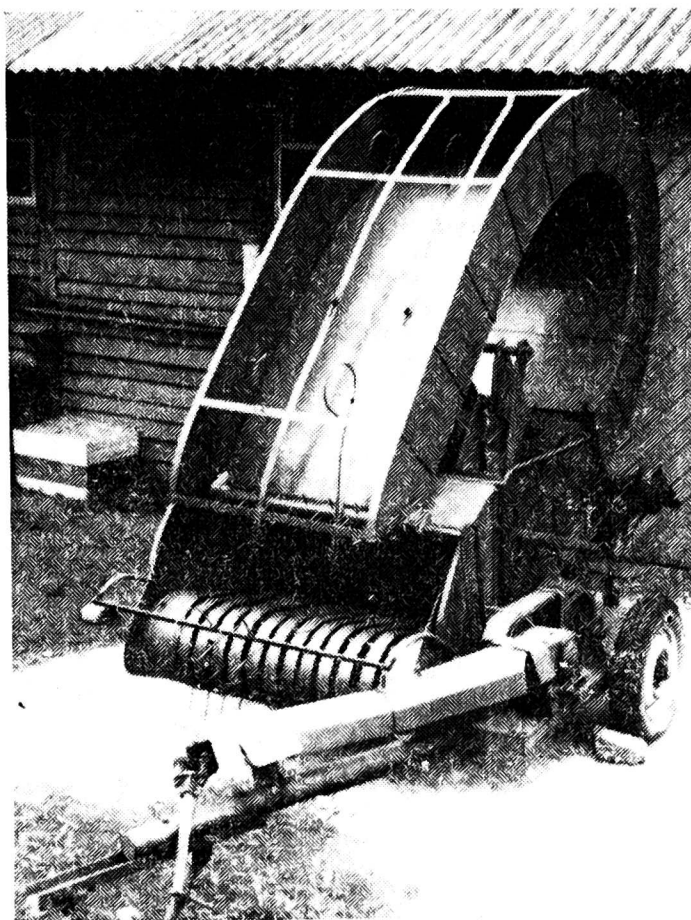
## Procentowy udział czasów w procesie pracy pras

Nazwa prasy	Czasy							
	efektywny		nawrotów		dojazdów		przejazdów	
	godz.	%	godz.	%	godz.	%	godz.	%
New Holland	87,70	60,50	8,95	5,06	10,95	6,07	42,50	28,37
K-442								
Fortschritt	94,00	62,60	10,28	6,85	4,00	2,67	41,72	27,88
PZS-3	70,26	46,85	8,50	5,67	13,18	8,78	58,06	38,70
„	116,8	77,90		20,65	13,75		12,60	8,4
„	110,2	73,40		11,39	7,39		28,95	19,3
„	70,00	46,60		31,20	20,80		48,80	32,60
„	71,00	47,30		29,60	19,70		49,40	33,0
„	96,80	63,55		33,00	22,00		20,20	13,45



Rys. 5. Długość słomy przed (1) i po 26-krotnym sprasowaniu (2) prasą zbierającą PZS-3

Przeprowadzono również próby wielokrotnego prasowania słomy przesuwanej z komory prasowania na podbieracze w specjalnie do tego celu zbudowanym kanale (rys. 6). Obserwacje i wstępne pomiary wykazały, że po dwóch godzinach prasowania słoma uległa znacznemu rozdrobnieniu i na skutek tego, z chwilą znalezienia się na pochylonej w dół części kanału, opadała dużymi porcjami na podbieracz, a stąd dostawała się do komory prasowania i powodowała zapychanie prasy. Dopiero dorobienie obrotowego wyrzutnika zapobiegło powstawaniu tego zjawiska. Wydaje się, że i tą metodą należałoby się zainteresować, zwłaszcza że przy odpowiednio skonstruowanym napędzie obrotowego wyrzutnika będzie można uzyskać zmienne dawkowanie słomy do komory prasowania, a tym samym uzyskać zmienne obciążenie mechanizmów prasy, jak to się właśnie dzieje w rzeczywistych warunkach pracy.



Rys. 6. Prasa PZS-3 z kanałem umożliwiającym pracę ciągłą na stanowisku

### 3. BADANIA SIECZKARŃ POLOWYCH

Szerokie zastosowanie w naszym rolnictwie znajdują w najbliższej przyszłości uniwersalne siewczarnie polowe. W Polsce uruchamia się obecnie produkcję tych maszyn, a w niektórych krajach RWPG maszyny takie są już produkowane. W roku bieżącym i w przyszłym, w IMER Kłudzienko, będą prowadzone pomiary tensometryczne siewczarni polowej produkcji krajowej o szerokości cięcia 1,8 m. W związku z tym opracowano metodykę badań, a także dokonano szczegółowej analizy rodzajów i reżimów pracy siewczarni polowej. Rozróżniono mianowicie cztery rodzaje prac:

- $R_1$  — zbiór zielonek niskołodygowych z pnia,
- $R_2$  — zbiór zielonek wysokołodygowych z pnia,
- $R_3$  — zbiór siana z wałów,
- $R_4$  — zbiór słomy z wałów.

Następnie określono charakterystyczne z punktu widzenia obciążeń maszyny, reżimy eksploatacji. Dla siewczarni polowej będą nimi:

$R_{m1}$  — Praca efektywna maszyny, podczas której wszystkie mechanizmy robocze maszyny, jak i podwozie, są obciążone zmiennymi siłami i momentami, wywołanymi przebiegiem procesu roboczego i ruchu postępowego maszyny.

$R_{m2}$  — Transport maszyny. Ten reżim eksploatacji charakteryzuje się wystąpieniem obciążeń, przede wszystkim w częściach podwozia i elementów nośnych, powstałych z powodu drgań maszyny, wywołanych nierównościami terenu, po którym porusza się maszyna.

$R_{m3}$  — Postoje maszyny. W tym reżimie należy rozróżnić przechowywanie na otwartej przestrzeni i pod dachem.

Wszystkie wymienione reżimy eksploatacji mają istotny wpływ na trwałość i niezawodność. Dane o rodzajach pracy i reżimach zestawiono w tabelach 4, 5, 6, w których podano oprócz godzin eksploatacji w danym reżimie również inne dane, ściśle związane z charakterystyką danego reżimu. Uwzględniono więc plony zbieranych roślin, wydajności efektywne i prędkości jazdy oraz okresy odpowiadające

Tabela 4

Charakterystyka reżimu  $R_{m1}$ 

Symbol oraz wymiar jednostki miary	Rodzaj pracy					
	$R_1$	$R_2$	$R_3$		$R_4$	
	plon t/ha					
	12	50	8,3	6,0	5,0	3,0
$W_1$ $\frac{t}{h}$	14,0	19,6	15,3	16,5	16,2	7,8
$V$ $\frac{km}{h}$	6,5	2,2	3,7	5,5	6,5	6,5
$T_1$ $\frac{godz.}{rok}$	125	15	79	25	45	96
$T_1$ $\frac{godz.}{3 \text{ lata}}$	375	45	237	75	135	288
$T_1$ $\frac{godz.}{6 \text{ lat}}$	750	90	474	150	270	576
$T_1$ $\frac{godz.}{8 \text{ lat}}$	1000	120	632	200	360	768

Tabela 5

Charakterystyka reżimu  $R_{m2}$ 

Symbol czasu	Godzin rok	Godzin 3 lata	Godzin 6 lat	Godzin 8 lat	Prędkość transportowa km/h	Uwagi
$T_{21}$	82	246	492	656	5,0	Transport maszyny po polu z przyczepą pełną
$T_{23}$	10	30	60	80	7,0	
$T_6$	40	120	240	320	8,0	Jw. po drodze polnej z przyczepą
$T_{61}$	1,5	4,5	9	12	20,0	Ewentualne przerzuty do innego gospodarstwa. Droga utwardzona



eksploatacji w ciągu pierwszego roku pracy, do pierwszej i drugiej naprawy głównej oraz okres amortyzacji.

Charakterystyki są rezultatem zestawienia danych z wymagań agrotechnicznych KSM i MSM oraz szczegółowej analizy wyników badań laboratoryjnych i laboratoryjno-polowych oraz eksploatacyjnych podobnych maszyn. Na przykład dla wyliczenia poszczególnych czasów, wchodzących w charakterystykę reżimów, korzystano z wyników badań sieczkarni K-066 produkcji NRD. Natomiast ogólny czas eksploatacji przy poszczególnych rodzajach prac wyliczono dla maszyny pracującej w gospodarstwie o powierzchni 700 ha użytków rolnych i o przeciętnej strukturze upraw.

Tabela 6

Charakterystyka reżimu  $R_{m3}$ 

W okresie do lat	Czas przechowywania maszyny na otwartej przestrzeni (doba)	Czas przechowywania maszyny pod dachem (doba)
0—1	166	199
0—3	498	597
0—6	996	1194
0—8	1328	1592

W ten sposób uwzględniono przeciętne warunki pracy maszyny. Wydaje się, że długotrwale badania maszyn rolniczych za granicą i u nas w kraju, dostarczyły wiele danych liczbowych, które należy jedynie odpowiednio zestawić, aby były one przydatne dla badań trwałości i niezawodności. Zasób tego rodzaju danych będzie można oczywiście zwiększać przez dalsze badania eksploatacyjne, a szczególnie przez zastosowanie tzw. reżimomierzy, tzn. urządzeń pomiarowych, które automatycznie rejestrują np. w ciągu dłuższego okresu czasu dane o czasie pracy, prędkości jazdy, liczbie włączania i wyłączania sprzęgła, pracy na danej przekładni ciągnika itp. Reżimomierze będą mogły być instalowane na kilkunastu a nawet kilkudziesięciu maszynach jednego typu, tak że zebrane w ten sposób dane będą reprezentatywne dla całej zbiorowości danego typu maszyny.

Wydaje się, że byłoby celowe wprowadzenie do wymagań agrotechnicznych Krajowego i Międzynarodowego Systemu Maszyn Rolniczych takich właśnie szczegółowych, uzgodnionych danych, obok informacji o okresie amortyzacji maszyny.

## STRESZCZENIE

IMER, jako koordynator, przeprowadził w 1966 r. badania kosiarek rotacyjnych bijakowych, w których zmierzono zmienność momentu na wale przegubowym. Okazało się, że stosunek maksymalnej wartości momentu do minimalnej ma się tak jak 3:1. Najczęściej jednak różnica między ekstremami wynosi 6 kGm.

Opracowano również metodykę pomiarów obciążeń, naprężeń i przyspieszeń w charakterystycznych punktach prasy zbierającej PZS-3, produkcji krajowej. Wybór punktów pomiarowych poprze-

dziła szczegółowa analiza kinematyczna i dynamiczna. Wytypowano również podstawowe reżimy pracy, podczas których będą wykonywane pomiary.

Oprócz tego przeprowadzono próby wielokrotnego prasowania słomy zbieranej z wałka lub prasowanej w tzw. układzie zamkniętym. Wstępne obserwacje wykazały przydatność tych metod badawczych, w których skraca się czas badań i zmniejsza się zużycie obrabianego materiału.

Dalsze prace dotyczą pomiarów tensometrycznych siewczarni polowych KS-1p o szerokości cięcia 1,8 m. Opracowano metodykę pomiarów obciążeń i naprężeń, wytypowano charakterystyczne reżimy pracy.

Na zakończenie zgłoszono propozycje, aby w WAT — KSMR i MSMR obok okresu amortyzacji zamieszczać szczegółowe dane o długości okresów pracy w poszczególnych reżimach. Będzie to podstawą do prowadzenia badań eksploatacyjnych i przyspieszonych.

РОМАН ФОНФАРА

## УСКОРЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ МАШИН ДЛЯ УБОРКИ КОРМОВЫХ

### Р е з ю м е

Институтом механизации и электрификации сельского хозяйства в Клузденко проводились в 1966 году испытания косилок роторного типа, в которых измерялся крутящий момент на шарнирном приводном вале. Получено, что отношение максимальной величины этого момента к минимальной его величине равно 3 : 1. Однако чаще всего разница величины экстремумов получалась равной 6 кгм.

Разработаны также методика исследований нагрузок, напряжений и ускорений в характеристических точках прессподборщика PZS-3, польского производства. Выбор точек измерений произошло после подробного кинематического и динамического анализа. Определены также основные режимы, при которых будут проводиться замеры.

Кроме того проведены опыты по многократному прессованию соломы, подбираемой с валка или подаваемой в прескамеру т. н. замкнутой системой. Предварительные наблюдения свидетельствуют о пригодности таких методов, так как при этом значительно сокращается период испытаний и уменьшается расход обрабатываемого материала.

Для тензометрических измерений полевых сечкорезок марки KS-1p, с шириной захвата 1,8 м польского производства, разработаны методика измерения нагрузок и напряжений и определены показательные режимы их работы.

В заключении предлагается, чтобы в агротехнических требованиях национальной и международной систем сельскохозяйственных машин наряду с периодом амортизации указывать данные определяющие периоды работы машины на отдельных режимах. Такие показатели будут использоваться во время проведения эксплуатационных и ускоренных испытаний.