

Metody i urządzenia do przyspieszonej oceny działania podnośników hydraulicznych z regulacją automatyczną

JÓZEF KUCZEWSKI

Metody przyspieszonych badań znajdują dotychczas najszerokie zastosowanie przy badaniach trwałościowych i eksploatacyjnych ciągników i maszyn rolniczych. Jednak również w badaniach funkcjonalnych wprowadzenie metod przyspieszonych może pozwolić na zmniejszenie pracochłonności badań, co umożliwiłoby uzyskanie szerokiego poglądu na jakość działania badanych urządzeń. W szczególności dotyczy to podnośników hydraulicznych, gdzie obok badań trwałości i zużywalności poszczególnych elementów układu duże znaczenie mają również badania funkcjonalne, zwłaszcza przy zastosowaniu automatycznej regulacji narzędzi zawieszanych. Prawidłowy dobór parametrów układów automatycznych wymaga z reguły przeprowadzenia obszernych badań, umożliwiających optymalizację działania regulatora, a przyspieszenie takich badań może prowadzić zarówno do skrócenia czasu opracowania nowych rozwiązań podnośników hydraulicznych, jak również do otrzymania bardziej udoskonalonych systemów regulacyjnych, przez przebadanie większej ilości rozwiązań lub wariantów porównawczych.

Badania podnośników hydraulicznych z regulacją automatyczną mogą być realizowane jako badania polowe i laboratoryjne, obejmując przy tym następujące zagadnienia:

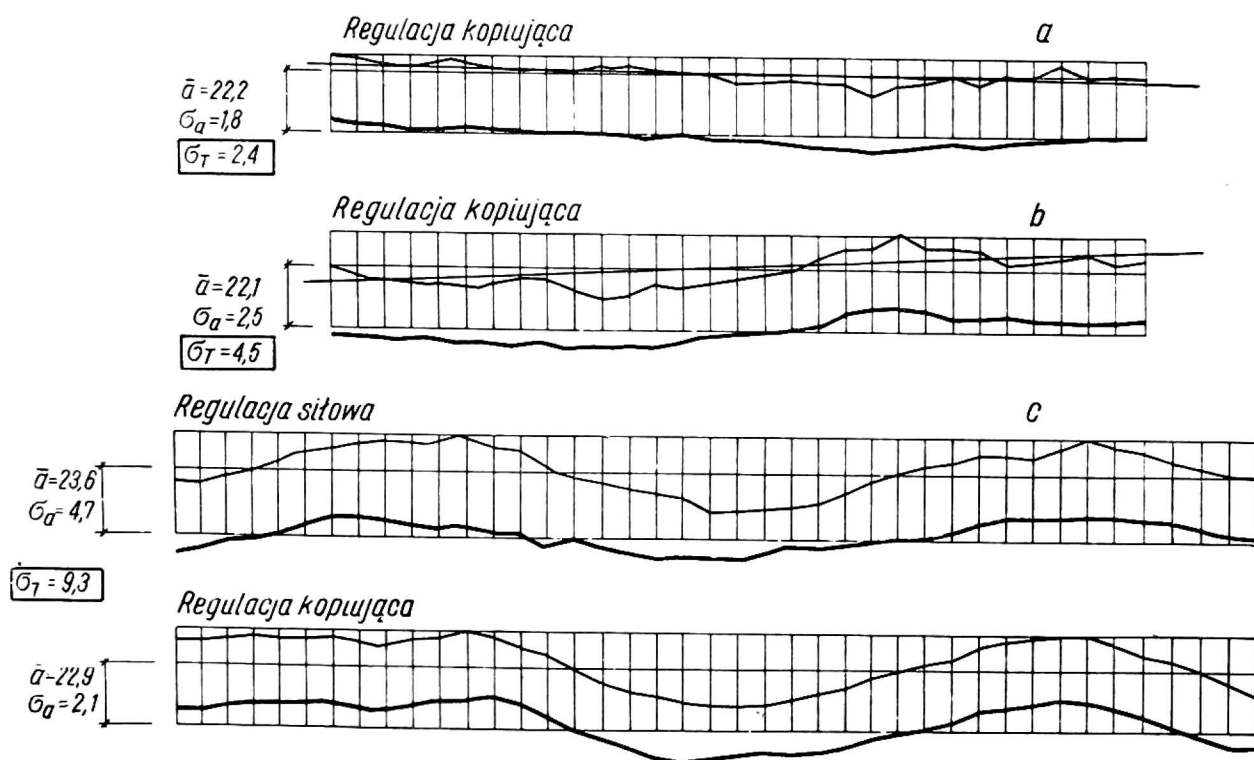
- badania trwałości i zużywalności poszczególnych elementów podnośnika hydraulicznego i układu zawieszenia
- badania wpływu podnośnika i układu zawieszenia na równomierność pracy narzędzi zawieszanych
- badania wpływu podnośnika i układu zawieszenia na dynamiczne właściwości agregatu ciągnikowego
- badania udźwigu i stabilności podniesionego obciążenia.

Celem trwałościowych badań podnośników jest w pierwszym rzędzie sprawdzenie szczelności elementów układu hydraulicznego, wytrzymałości poszczególnych części oraz sprawdzenie prawidłowości współpracy elementów układu mechanicznego po długotrwałym działaniu. Ma to szczególne znaczenie dla podnośników hydraulicznych zaopatrzonych w regulator automatyczny, pracujących w sposób niemal ciągły, przy czym zmianom podlegają zarówno położenia jak i obciążenia poszczególnych części zespołu. W tym wypadku długotrwała współpraca elementów układu hydraulicznego może prowadzić do zmian szczelności, a współpraca elementów mechanicz-

nego układu przekazywania impulsów może powodować powstawanie zwiększonych luzów — co wraz z pogorszeniem szczelności wpływałoby w sposób istotny na pracę regulatora. Przeprowadzenie badań trwałościowych takich zespołów w warunkach laboratoryjnych na ogół nie nastęca trudności, a odpowiednie stanowiska imitujące są już stosowane w prowadzonych badaniach.

BADANIA POLOWE PODNOŚNIKÓW Z AUTOMATYCZNĄ REGULACJĄ NARZĘDZI ZAWIESZANYCH

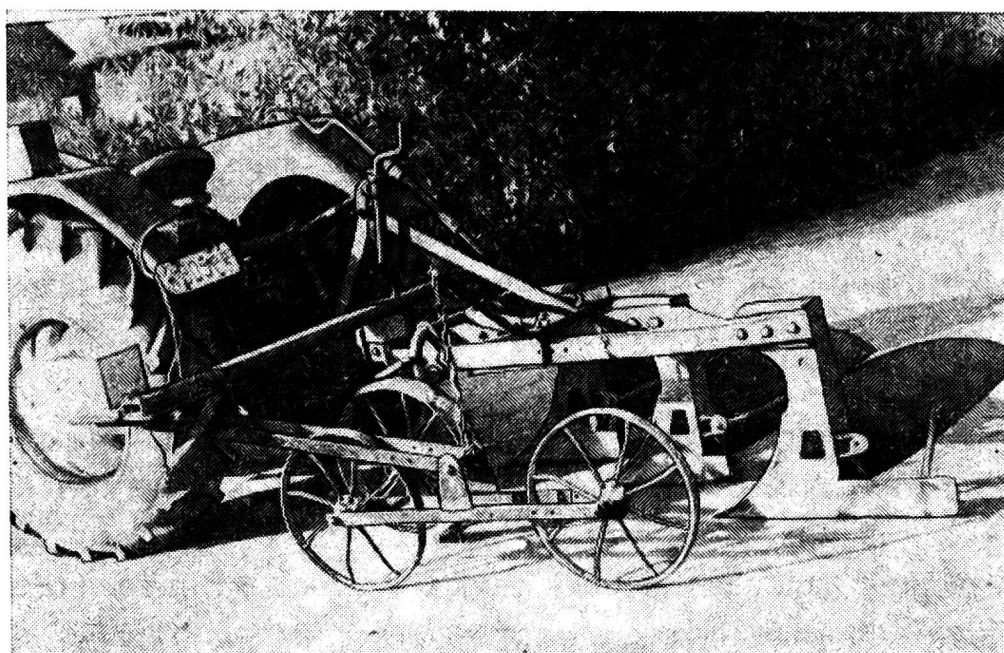
Polowe badania podnośników hydraulicznych mogą wiązać się z przyspieszonymi badaniami trwałościowymi, zmierzając do ustalenia najbardziej odpowiednich programów badań trwałościowych, oraz powiązania wyników z eksploatacyjnymi warunkami pracy podnośnika. W badaniach takich może zostać określony w pierwszym rzędzie przebieg obciążeń układu hydraulicznego przy automatycznej regulacji głębokości pracy. Potrzebne w tym celu pomiary mogłyby być dokonane zarówno przez rejestrację ciśnień, tak w cylindrze roboczym jak i na pompie, bądź też drogą rejestracji mocy pobieranej na wałku napędowym pompy układu. Obok rejestracji obciążeń układu hydraulicznego mogłoby być celowe określenie również przemieszczeń niektórych części mechanicznego układu regulatora w różnych warunkach terenowych.



Rys. 1. Ocena pracy podnośnika hydraulicznego z regulacją automatyczną w warunkach polowych, w nawiązaniu do stopnia nierówności terenu. *a* — teren płaski, *b* — teren nierówny, *c* — sztuczna nierówność

Funkcjonalne badania podnośników hydraulicznych, zaopatrzonych w układy do automatycznej regulacji narzędzi zawieszanych zmierzają w pierwszym rzędzie do określenia równomierności pracy narzędzia, precyzji nastawiania warunków zadanych i zgodności położenia urządzenia nastawczego i organów wykonawczych. Dokładność

utrzymywania głębokości przez automatyczny regulator podnośnika bywa często oceniana przez obliczenie odchylenia standardowego głębokości od głębokości średniej. Jednak działanie układu automatycznej regulacji jest uzależnione od wielu czynników zewnętrznych, a ocena pracy może być różna w różnych warunkach odniesienia. Z tego powodu taka metoda oceny wyników badania równomierności pracy narzędzi zawieszanych nie uwidacznia warunków przeprowadzonych badań i nie wiąże otrzymanych wyników z tymi warunkami. W celu możliwie pełnego uogólnienia wyników, przeprowadzenie badań funkcjonalnych podnośnika z automatyczną regulacją w warunkach eksploatacyjnych wymaga więc dokonania szeregu pomiarów w różnych warunkach glebowych i terenowych, co powoduje dużą pracochłonność takich badań, a potrzeba wiązania się z okresami agrotechnicznymi prowadzi do przedłużenia czasu badań.



Rys. 2. Głębościomierz rejestrujący

Przyspieszenie i ujednoczenie oceny działania podnośników z automatyczną regulacją głębokości wymaga więc w pierwszym rzędzie ustalenia wskaźników pozwalających na określenie warunków terenowych i na ocenę otrzymanych wyników w nawiązaniu do tych warunków, bądź też na przyjęcie ujednoczonych warunków odniesienia. W metodach przyspieszonych badań trwałościowych, nierówności terenu są określane sposobami częstotliwościowymi, co prowadzi do tzw. widm obciążeń. Metoda ta bywa stosowana również przy badaniach działania automatycznej regulacji, przy czym istnieje możliwość oceny badanego układu na podstawie funkcji korelacyjnych, wiążących rozkład przebiegu na wejściu i na wyjściu regulatora. Dla celów funkcjonalnej oceny podnośników z regulacją automatyczną może być również przydatne wprowadzenie liczbowego wskaźnika nierównomierności terenu, związanego w pierwszym rzędzie z amplitudą występujących odchylenia. W tym celu ocena nierówności terenu może być dokonana przez pomiar szeregu rzędnych od prostoliniowej bazy, a następnie przez porównanie otrzymanych pomiarów z rzędnymi prostej regresji liniowej profilu terenu względem kolejnych punktów odcinka pomiarowego. Odchylenie rzeczywistego profilu od prostej regresji liniowej

stanowić może wskaźnik określający nierówność terenu w jednostkach długościowych. W wyniku szeregu badań stwierdzono, że wskaźnik taki dobrze różnicuje różnego rodzaju nierówności terenu, wynosząc na polach wzrokowo równych ok. 1,5—2,5 cm, na polach ocenianych wzrokowo jako nierówne wskaźnik wynosi ok. 3—5 cm, a na terenach pofalowanych bądź sztucznie wykonanych nierównościach ok. 7—10 cm. Dysponując tak określonym wskaźnikiem nierównomierności terenu można dążyć do otrzymania wskaźników wiążących stwierdzony stopień nierównomierności pracy regulatora ze stopniem nierównomierności terenu, w którym dokonano pomiarów. Dotychczasowe badania w tym zakresie opierają się na metodach statystycznych, przy czym jako wskaźniki do oceny proponowano: stosunek odchylenia standardowego głębokości do odchylenia profilu terenu od prostej regresji liniowej, lub też współczynnik korelacji rzędnych profilu dna bruzdy i profilu terenu. Wskaźniki te obciążone są jednak w dużym stopniu przez wielkość nierównomierności terenu, co może prowadzić do pewnych odchyżeń przy porównawczej ocenie badanych układów w bardzo szerokim zakresie warunków terenowych. Zastosowanie takich wskaźników może natomiast dobrze wyeliminować wpływ drobnych różnic przebiegu terenu w warunkach danego badania, przyczyniając się w ten sposób do uzyskania bardziej obiektywnej oceny porównawczej badanych układów. Najbardziej dogodny i uniwersalny wskaźnik uzyskuje się przypuszczalnie przez poprawienie wyników statystycznych metodą regresji krzywoliniowej, co wymaga jednak jeszcze dalszych opracowań.

Duże ułatwienie i znaczne przyspieszenie oceny równomierności pracy narzędzi zawieszanych można uzyskać przez zastosowanie głębokościomierzy rejestrujących. Wskazania takich głębokościomierzy są jednak uzależnione zarówno od przemieszczeń pługa przy zmianach głębokości, jak również od nierówności pola, powodujących krzywoliniowy przebieg zapisu nawet przy utrzymywaniu stałości płaszczyzny pracy lemieszki pługa. W celu wyeliminowania wpływu drobnych nierówności na przebieg zapisu bywają stosowane układy wieloczuJNIKOWE oraz wprowadza się elementy sprężyste w połączeniu układu czujnikowego z układem rejestrującym. Bywają też stosowane głębokościomierze zdwojone, mierzące osobno głębokość pracy przednich i tylnych korpusów pługa, przy czym wskazania obu czujników mogą być zsumowane w urządzeniu rejestrującym, dając skorygowaną głębokość średnią orki. Z tych powodów oceny pracy układu automatycznego na podstawie zapisów różnego typu głębokościomierzy mogą różnić się między sobą. W celu uzyskania dobrej porównywalności wyników byłoby pożądane ujednoczenie podstawowego schematu głębokościomierza, stosowanego do badań układów automatycznej regulacji głębokości w podnośnikach hydraulicznych.

Przyspieszenie polowej oceny działania automatycznego regulatora głębokości może być też uzyskane przez dokonanie pomiarów na specjalnym torze o kształcie sztucznej nierówności terenu. Ze względu na łatwość wykonania tor taki przedstawia często nierówność terenu w kształcie wgłębienia, o głębokości równej w przybliżeniu stosowanej głębokości orki i o rozpiętości ok. 15—25 m. Przy tym tor taki może mieć glebę możliwie ujednoliczoną, co uzyskuje się przez głębokie przeoranie przed rozpoczęciem badań i następne bronowanie i wałowanie powierzchni pola. Znane są

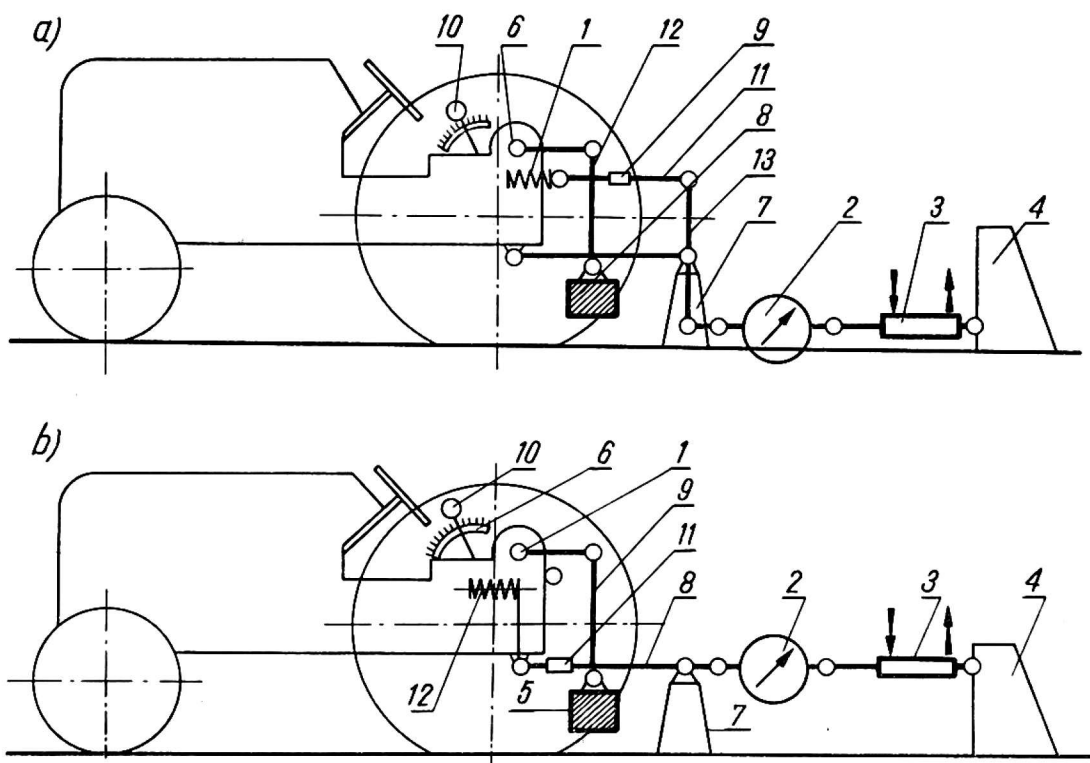
również sztuczne tory do badań automatycznych układów regulacyjnych podnośników hydraulicznych mające inny kształt profilu, lub też posiadające odcinki gleby o różnej zwięzłości.

Wprowadzenie ujednoczonych wskaźników do określenia nierówności terenu i do oceny działania automatycznego regulatora głębokości w podnośnikach hydraulicznych oraz przyjęcie ustalonego toru dla badań porównawczych mogłoby przyczynić się w dużym stopniu do wydatnego skrócenia okresów badania i ułatwienia doboru parametrów w projektowanych podnośnikach z regulacją automatyczną, dzięki umożliwieniu przeliczalności wyników i zmniejszeniu w ten sposób potrzebnej do oceny ilości wariantów badania.

BADANIA LABORATORYJNE PODNOŚNIKÓW HYDRAULICZNYCH Z AUTOMATYCZNĄ REGULACJĄ NARZĘDZI ZAWIESZANYCH

W celu uniezależnienia prowadzonych badań od okresów agrotechnicznych i przyspieszenia w ten sposób oceny funkcjonalnej układów automatycznych podnośnika, czynione są próby badań tych układów w warunkach laboratoryjnych, przy zastosowaniu specjalnych stanowisk lub urządzeń imitujących. W badaniach takich wyznacza się często charakterystykę regulacji pozycyjnej i charakterystykę regulacji siłowej lub mieszanej.

Charakterystyka regulacji pozycyjnej przedstawia zależność pomiędzy położeniem dźwigni nastawczej a położeniem przegubów dolnych cięgieł układu zawie-



Rys. 3. Układ stanowiska do wyznaczania laboratoryjnej charakterystyki regulacji siłowej. *a* — przy regulacji przez łącznik górny, *b* — przy regulacji przez cięgła dolne; 1 — podnośnik badany, 2 — siłomierz, 3 — cylinder obciążający, 4 — wspornik oporowy, 5 — obciążnik, 6 — wskaźnik położenia dźwigni nastawczej, 7 — wspornik cięgieł, 8 — cięgło przekazujące impulsy, 9 — wieszaki, 10 — dźwignia nastawcza, 11 — tensometryczny miernik siły, 12 — sprężyna regulacyjna, 13 — dźwignia dwuramienna

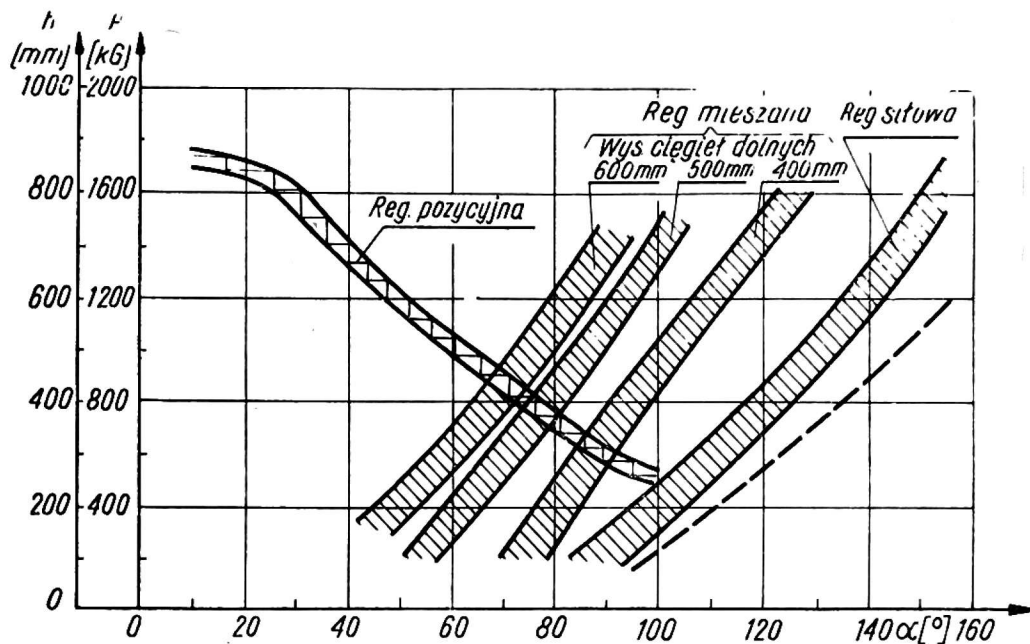
szenia. Przesuwając stopniowo dźwignię nastawczą o minimalne odcinki, wywołując reakcję układu, uzyskuje się na wykresie krzywe dla podnoszenia i opuszczania cięgieł, przy czym zagęszczenie punktów i zbliżone położenie obu krzywych wskazuje na dobrą jakość regulacji. Natomiast charakterystyka regulacji siłowej przedstawia zależność pomiędzy położeniem dźwigni nastawczej a wielkością siły w cięglach przekazujących impulsy, powodującą reakcję układu automatycznego. Postępując jak przy charakterystyce regulacji pozycyjnej, otrzymuje się również dwie krzywe, odpowiadające podnoszeniu i opuszczaniu uzyskiwanemu przez zmianę położenia dźwigni nastawczej przy różnych wielkościach siły. W niektórych wypadkach otrzymuje się również trzecią krzywą, oznaczającą początek opuszczania cięgieł przy zmniejszaniu siły obciążającej. Wystąpienie i pewne oddalenie tej krzywej od pozostałych wskazuje w pewnym sensie na istnienie histerezy w układzie regulacyjnym i świadczy o mniej precyzyjnym przebiegu regulacji.

Charakterystyka regulacji mieszanej jest sporządzana podobnie jak charakterystyka regulacji siłowej, jednak wymaga powiązania wyników z wysokością podniesienia cięgieł, co prowadzi do powstania pęku par krzywych, określonych dla różnych położenia cięgieł. Ocena wyników otrzymanych na podstawie przebiegu charakterystyki dokonywana jest metodą porównawczą, przy czym potrzebne jest przeprowadzenie badań w celu wyjaśnienia związków pomiędzy wskaźnikami badań laboratoryjnych i badań polowych. Sporządzenie omawianych charakterystyk może być zrealizowane przy pomocy prostych stanowisk i urządzeń, obejmujących układ obciążający i urządzenia pomiarowe. Przy zastosowaniu bardziej złożonych stanowisk można otrzymać pełniejszą od omówionych charakterystykę regulacji automatycznej, pozwalającą w zasadzie zarówno na porównawczą jak też na bezwzględną ocenę otrzymanych wyników. Wymaga to zastosowania stanowiska laboratoryjnego zaopatrzonego w układ obciążający dający zmienne obciążenie w funkcji pozorowanej głębokości pracy narzędzia. W wypadku przyjęcia ujednoczonej zależności siły obciążającej od głębokości pracy, wielkość przemieszczenia cięgieł od położenia, w którym spowodowano siłę zakłócającą aż do położenia nowego stanu równowagi, może być przyjęta za wskaźnik jakości procesu regulacyjnego. Wskaźnik ten również wymagałby powiązania z wynikami pracy układu w warunkach polowych. Wprowadzenie do układu obciążającego urządzenia do nastawiania różnej szybkości kolejno następujących po sobie obciążeń i odciążań może pozwolić na uzyskanie pełnych zapisów przebiegu pracy układu automatycznej regulacji w warunkach laboratoryjnych. Umożliwiłoby to niemal pełne uniezależnienie badań od okresów agrotechnicznych, pozwalając na duże skrócenie potrzebnego czasu na przeprowadzenie badań.

Obok badań konkretnych, wykonanych podnośników i układów zawieszenia, istnieją również próby teoretycznego modelowania procesu regulacji automatycznej narzędzi zawieszanych. Wydaje się, że uproszczenie i przyspieszenie tego rodzaju badań, prowadzonych w oparciu o opis matematyczny procesu i realizowanych przy pomocy urządzeń analogowych, zostałoby uzyskane przez powiązanie metody modelowania procesu z metodą sztucznej nierówności. Wówczas, w wypadku przyjęcia ujednoczonego profilu jako bazy odniesienia, na której porównywano by pracę

różnych układów, można by uzyskać bezpośrednio dane porównawcze dla różnych układów automatycznej regulacji podnośników hydraulicznych.

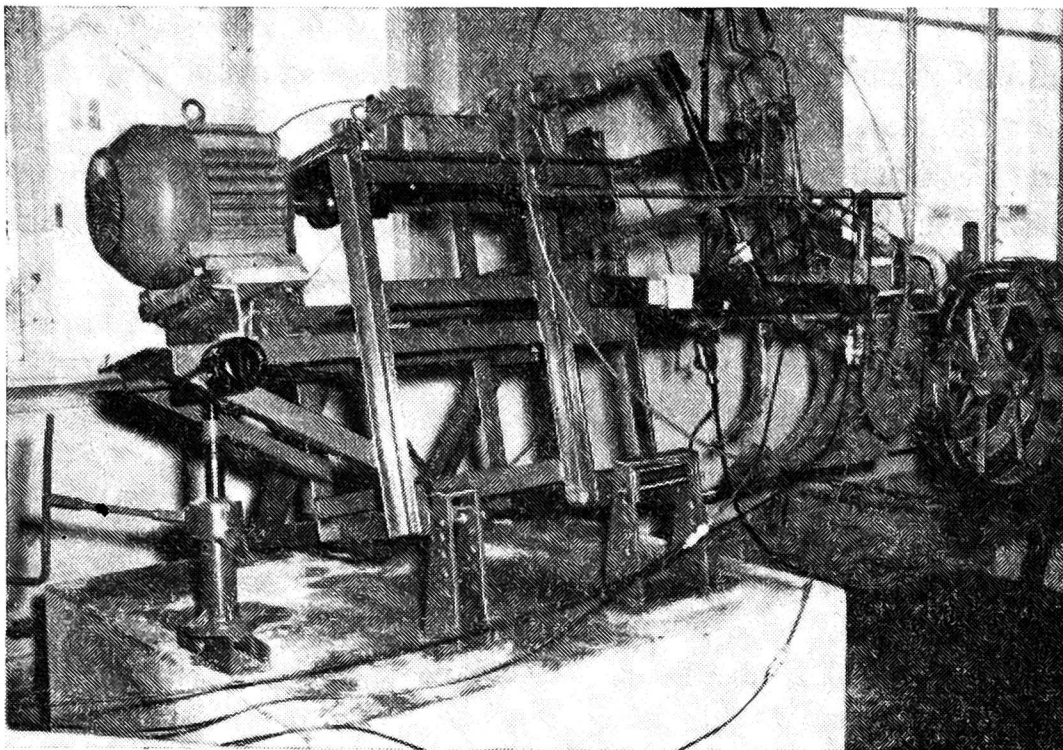
Laboratoryjne stanowiska imitujące mogą też znaleźć zastosowanie do przyspieszonych badań wpływu podnośnika i układu zawieszenia na dynamiczne właściwości agregatu. Wielkości sił działających na ciągnik, przy pracy z narzędziami zawieszanymi, są uzależnione od wielu różnych czynników i są zmienne w dużym zakresie, a stosowane polowe metody pomiaru sił w zawieszeniu są kłopotliwe i pracochłonne,



Rys. 4. Przykładowa charakterystyka laboratoryjna układów automatycznej regulacji w podnośniku hydraulicznym

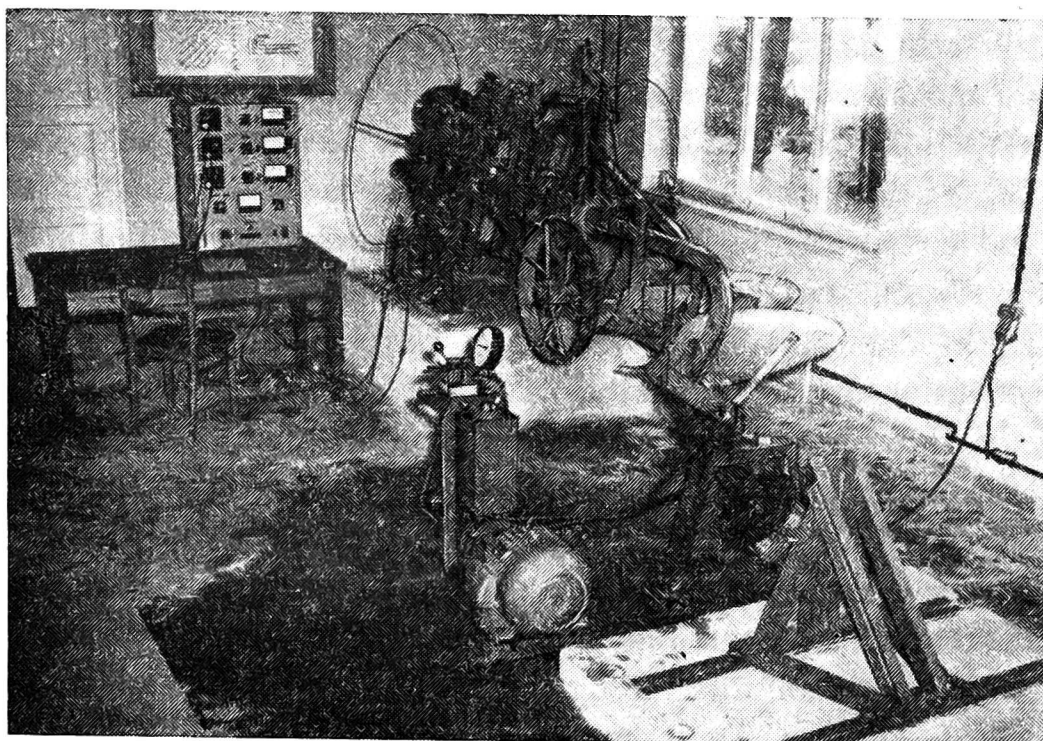
przy czym istnieje zawsze duże prawdopodobieństwo uzyskania przypadkowych wyników. Również wnioskowanie o wpływie narzędzia zawieszanego na ciągnik przy danym podnośniku i układzie zawieszenia przez pomiar poślizgów kół i innych wskaźników eksploatacyjnych jest związane z możliwością wystąpienia wpływów ubocznych. W celu uzyskania porównywalnych warunków odniesienia i przyspieszenia badań, możliwe jest zastosowanie laboratoryjnego stanowiska imitującego, które pozwala na określenie oddziaływań narzędzia na ciągnik dla porównywanych układów w ściśle ustalonych, stałych warunkach odniesienia. Jak wykazały badania, stosowanie takich pomiarów jest celowe, gdyż w wyniku nieuniknionych luzów i odkształceń układu, rzeczywisty układ sił odbiegać może od układu wyznaczonego teoretycznie metodami analitycznymi. Stanowisko imitujące posiada urządzenie umożliwiające ustawienie w położeniach odpowiadających różnym głębokościom orki oraz podnośnik hydrauliczny z układem cięgieł lub sworzni tensometrycznych. Do imitowania oporu roboczego służy dodatkowy cylinder hydrauliczny, zasilany z osobnego źródła i mogący być ustawiany w różnych położeniach. Stanowisko może być dostosowane do pomiarów statycznych lub dynamicznych. Stanowiska takie mogą być też dostosowane do pomiarów na kompletnym ciągniku, co może wpłynąć na zwiększenie uniwersalności.

Ocena właściwości udźwigowych podnośnika bywa dokonywana przez sporządzenie charakterystyki podnoszenia, przedstawiającej zmienność mocy podno-



Rys. 5. Stanowisko imitujące do laboratoryjnych badań wpływu narzędzi zawieszanych na ciągnik

szenia, oddawanej na końcach cięgieł, w funkcji ich obciążenia. Wyznaczenie takiej charakterystyki wymaga dokonania szeregu pomiarów, a stopniowe obciążanie podnośnika przez ciężary nakładane na podwieszoną platformę jest pracochłonne i kłopotliwe, zwłaszcza przy ciągnikach dużej mocy, zaopatrzonych w podnośnik o odpowiednio dużym udźwigu. W miejsce charakterystyki podnoszenia, ocena właściwości udźwigowych podnośnika może być dokonana w sposób bardziej dogodny i szybki przez sporządzenie charakterystyki maksymalnej siły podnoszącej w funkcji wysokości położenia cięgieł. Wyznaczenie takiej charakterystyki może być dokonane w sposób szczególnie dogodny przy użyciu specjalnego stanowiska,



Rys. 6. Widok ogólny laboratoryjnego stanowiska do badania podnośników hydraulicznych

zaopatrzonego w siłomierz, umożliwiającą pomiar maksymalnej siły na końcach cięgieł przy ustawieniu ich w kolejne położenia, od najniższego do najwyższego. Rzeczywisty udźwig podnośnika można określić wówczas jako najmniejszą wielkość siły maksymalnej, występującą w całym zakresie skoku podnośnika. Po sporządzeniu charakterystyki dokonuje się tylko dwukrotnego pomiaru czasu podnoszenia — przy cięgłach nieobciążonych oraz przy obciążeniu wynoszącym 90% rzeczywistego udźwigu podnośnika wyznaczonego z charakterystyki.

WNIOSKI

1. Umożliwienie szerokiej porównywalności wyników laboratoryjnych i polowych badań podnośników hydraulicznych wymaga przyjęcia ujednoczonego układu wskaźników, wiążących wyniki pracy badanego układu z warunkami badania, a w szczególności ze stopniem nierównomierności terenu, na którym przeprowadzono badanie.

2. Przyspieszenie badań funkcjonalnych układu automatycznej regulacji podnośników hydraulicznych może być uzyskane przez zastosowanie głębokościomierzy rejestrujących oraz przez wprowadzenie badań na sztucznym torze terenowym. Pożądane przy tym może być zarówno ujednoczenie podstawowego schematu działania głębokościomierza, jak też przyjęcie jednolitego profilu i układu podłoża sztucznej nierówności terenu.

3. W celu uniezależnienia badań podnośnika hydraulicznego od okresów agrotechnicznych istnieje możliwość dokonywania badań laboratoryjnych przy użyciu stanowisk i urządzeń imitujących. Badania laboratoryjne mogą pozwolić zarówno na ocenę układów automatycznej regulacji podnośnika, jak też na określenie siłowych oddziaływań narzędzia zawieszanego na ciągnik oraz na określenie właściwości udźwigowych podnośnika. W związku z tym może być potrzebne przeprowadzenie dalszych badań w celu powiązania wskaźników z badań laboratoryjnych z wynikami pracy badanego układu w warunkach polowych.

STRESZCZENIE

Metody przyspieszone mogą znajdować zastosowanie zarówno w badaniach trwałościowych i eksploatacyjnych, jak też w badaniach funkcjonalnych, co jest szczególnie ważne przy ocenie działania podnośników hydraulicznych z regulacją automatyczną. Przyspieszone badania takich podnośników mogą być prowadzone zarówno w warunkach polowych jak i laboratoryjnych. W badaniach laboratoryjnych mogą być wyznaczane statyczne lub dynamiczne charakterystyki układów automatycznych podnośnika, pozwalające na porównawczą ocenę różnych systemów regulacyjnych. W warunkach laboratoryjnych można również określić wpływ narzędzi zawieszanych na ciągnik, przy różnych układach regulacyjnych, co pozwala na dokonanie porównań w ściśle utrzymanych warunkach odniesienia.

Przeprowadzenie badań laboratoryjnych podnośników z regulacją automatyczną wymaga zastosowania odpowiednich stanowisk imitujących. W badaniach polowych podnośników z regulacją automatyczną wyznacza się nierównomierność pracy narzędzi zawieszanych. Przyspieszenie

takich badań wymaga określenia wskaźników dla oceny nierównomierności terenu i wprowadzenia wskaźników charakteryzujących pracę narzędzi zawieszanych, w powiązaniu ze stopniem nierównomierności terenu. Dla przyspieszenia badań celowe jest prowadzenie pomiarów na sztucznym torze, o określonym kształcie oraz stosowanie głębokościomierzy rejestrujących. W celu zapewnienia porównywalności otrzymywanych wyników potrzebne jest ujednoczenie laboratoryjnych i polowych wskaźników dla oceny badanych układów oraz przyjęcie ujednoczonego kształtu sztucznej nierówności i ustalonego schematu działania dla głębokościomierza rejestrującego. Zastosowanie tak rozumianych metod przyspieszonej oceny podnośników hydraulicznych, z regulacją automatyczną, może pozwolić na skrócenie terminów badań oraz na uzyskanie bardziej dogodnych układów automatycznej regulacji przez umożliwienie przebadania większej liczby wariantów porównawczych.

ЮЗЕФ КУЧЕВСКИ

МЕТОДЫ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ УСКОРЕННОЙ ОЦЕНКИ
ДЕЙСТВИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПОДЪЕМНИКОВ
С АВТОМАТИЧЕСКОЙ РЕГУЛИРОВКОЙ

Р е з ю м е

Методы ускоренных испытаний находят широкое применение так в эксплуатационных испытаниях и в испытаниях на долговечность, как и в функциональных испытаниях, которые являются особенно важные при оценке действия гидравлических подъемников с автоматической регулировкой. Испытания такие можно проводить так в полевых условиях, как и в лабораторных. Во время лабораторных испытаний можно определить статические и динамические характеристики автоматических систем подъемника, на основании которых можно провести сравнительную оценку различных регулировочных систем. В лабораторных условиях можно также определить воздействие навесных орудий на трактор для различных регулировочных систем и тем самым получить возможность проведения сравнения в точно установленных условиях.

Проведение лабораторных испытаний подъемников с автоматической регулировкой требует применения имитирующих установок. При полевых испытаниях подъемников с автоматической регулировкой определяется неравномерность работы навесных орудий. Ускорение таких испытаний требует определения показателей для оценки рельефа местности и введения показателей характеризующих работу навесных орудий. Для ускорения испытаний необходимо для этой цели ввести измерения на искусственном треке определенного рельефа а также применение регистрирующих глубиномеров. Для получения хорошего сравнения результатов необходимо было бы унифицировать лабораторные и полевые показатели для оценки испытываемых систем а также унифицировать вид искусственной неравномерности и основной схемы регистрирующего глубиномера.

Применение метод ускоренной оценки действия гидравлических подъемников с автоматической регулировкой допускает уменьшение срока испытаний, а также получения более выгодных систем автоматической регулировки путем проведения большого количества сравнительных вариантов.