

ZABEZPIECZENIA PRZECIĄŻENIOWE ELEMENTÓW ROBOCZYCH NARZĘDZI UPRAWOWYCH

Streszczenie

Przedstawiono zabezpieczenia przeciążeniowe elementów roboczych narzędzi uprawowych. Omówiono różne rodzaje zabezpieczeń zębów kultywatorów i głęboszy, korpusów płuźnych oraz talerzy bron. Przedstawiono najprostsze bezpieczniki, wymieniane po ścięciu lub zerwaniu, oraz automatyczne zabezpieczenia, które umożliwiają wychylenie przeciążonego elementu i ponowne zagłębienie po ominięciu przeszkody.

Słowa kluczowe: narzędzie uprawowe, element roboczy, kamień, zabezpieczenie przeciążeniowe

Wstęp

Narzędzia i maszyny uprawowe, w odróżnieniu od innych maszyn rolniczych, narażone są na trudne warunki pracy, wynikające z zagłębienia ich elementów roboczych w glebie. Najpłycej pracujące narzędzia obrabiają glebę na głębokość do 10 cm, ale zagłębienie pługów i kultywatorów ciężkich może przekraczać 30 cm, a głęboszy nawet 50 cm. Obrabiana gleba stawia opór i powoduje ścierne zużycie elementów roboczych, ale szczególnie trudne warunki występują na glebach zakamienionych. Kamienie powodują przeciążenia, które oprócz chwilowego wzrostu oporów roboczych mogą być przyczyną awaryjnego uszkodzenia lub całkowitego zniszczenia nie tylko elementów roboczych, ale również ich zamocowań [3]. Najbardziej niebezpieczne są duże kamienie, mocno osadzone w zwięzłej glebie, gdyż powodują silne uderzenia i są trudne do przesunięcia wraz ze spulchnianą glebą. Siła uderzenia elementu roboczego w kamień jest tym większa im większa jest prędkość robocza, a obecnie stosowane są zwiększone prędkości robocze, przekraczające coraz częściej 10 km·h⁻¹ [4]. Również coraz większa masa stosowanych maszyn powoduje większe zagrożenia przeciążeniowe. Dla przykładu o ile lekki pług zagonowy z wąskimi korpusami może się odchylić po uderzeniu w kamień, to ciężki pług obracalny z szerokimi korpusami stabilnie utrzymuje pełne zagłębienie. Zagrożenia przeciążeniowe wynikające z zakamienienia pól, to ważny czynnik przy doborze narzędzia. Przyjmuje się, że potencjał eksploatacyjny pługów i pozostałych narzędzi stosowanych do uprawy gleb ciężkich i zakamienionych jest o ok. 25% niższy niż na glebach lekkich i bez kamieni [2]. Nawet na polach pozornie wolnych od kamieni warto stosować najprostsze bezpieczniki elementów roboczych. Natomiast na polach mocno zakamienionych należy stosować zabezpieczenia automatyczne, które co prawda podnoszą cenę maszyny, ale umożliwiają pracę bez kłopotliwych awarii i przestojów.

Rodzaje zabezpieczeń przeciążeniowych

Dodatkowego zabezpieczenia przeciążeniowego nie wymagają sprężynowe elementy robocze, np. lekkie zęby sprężynowe kultywatorów, które skutecznie amortyzują uderzenia kamieni. Podobnie działają półsztywne zęby kultywatorów ciężkich w postaci sprężyn ukształtowanych z pretów płaskich (rys. 1) lub kwadratowych. Zęby sprężynowe i półsztywne wyposażane są głównie w wąskie redliczki lub gęsiostopki,

które dla ominięcia przeszkody nie wymagają dużego wychylenia. Natomiast w przypadku sztywnych elementów roboczych stosuje się różnego rodzaju zabezpieczenia przeciążeniowe, a wśród nich:

- bezpieczniki ścinane lub zrywane,
- zabezpieczenia sprężynowe,
- zabezpieczenia resorowe,
- zabezpieczenia hydrauliczne,
- zabezpieczenia gumowe.



Rys. 1. Kultywator z zębami półsztywnymi bez dodatkowego zabezpieczenia przeciążeniowego [9]

Fig. 1. Cultivator with semi-rigid tines without additional overload protection [9]

Zabezpieczenie przeciążeniowe powinno zapewnić utrzymanie elementu roboczego w największym dopuszczalnym zagłębieniu, a umożliwić jego wychylenie tylko wtedy, gdy siła przeciążeniowa znacznie przekroczy naturalny opór roboczy. Siła, przy której zabezpieczenie przeciążeniowe zaczyna działać, nazywana siłą wyzwania, w przypadku zabezpieczeń zębów kultywatorów ciężkich wynosi najczęściej 400–600 kG, natomiast w przypadku zabezpieczeń korpusów płuźnych może wynosić nawet 3000 kG, przewyższając kilkakrotnie naturalny opór roboczy. Najdroższe, ale najbardziej funkcjonalne są zabezpieczenia automatyczne, które umożliwiają bezawaryjne omijanie kamieni. Oś obrotu takiego mechanizmu zabezpieczającego powinna znajdować się przed elementem roboczym, gdyż to zapewnia jego płynne wychylenie i ponowne zagłębienie po ustąpieniu przeciążenia.

Bezpieczniki ścinane lub zrywane

Bezpiecznik to najprostsze zabezpieczenie przeciążeniowe stosowane powszechnie w pługach, kultywatorach czy głęboszach (rys. 2), a jego funkcję spełnia najczęściej śruba o odpowiedniej średnicy i klasie wytrzymałości. Bezpiecznik nie amortyzuje uderzenia, ale zabezpiecza element roboczy przed kamieniem, który nie ustępuje po uderzeniu. Najczęściej stosuje się poprzecznie ustawione bezpieczniki, ulegające ścięciu w przypadku przeciążenia, ale spotyka się również bezpieczniki ustawione wzdłużnie, które są zrywane. Dobry bezpiecznik powinien ulec ścięciu lub zerwaniu nie ulegając wcześniejszej deformacji, która mogłaby utrudniać jego wymianę. Z tego powodu jako bezpieczniki ścinane, szczególnie w przypadku dużej ich średnicy, stosowane są czasem specjalne śruby lub sworznie z naciętymi korbami, które osłabiają miejsca ścinania. Wadą bezpieczników jest konieczność ich wymiany po ścięciu lub zerwaniu, a zbyt częsta wymiana to nie tylko koszt bezpieczników, ale również strata czasu potrzebnego na wymianę. Bezpieczniki są stosowane również jako dodatkowe zabezpieczenie oprócz automatycznych zabezpieczeń przeciążeniowych. Działanie takiego podwójnego zabezpieczenia polega na ścięciu bezpiecznika w przypadku, gdy maksymalnie wychylony po zadziałaniu zabezpieczenia automatycznego element roboczy nie może ominąć dużej przeszkody.



Rys. 2. Zęby głębosza z bezpiecznikami ścinanymi [11]
Fig. 2. Subsoiler tines with shear fuse [11]

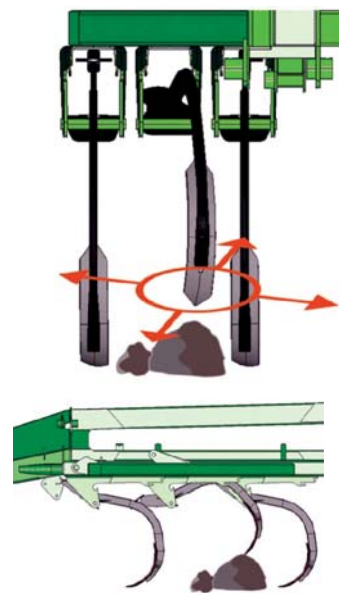
Zabezpieczenia sprężynowe

Klasyczne sprężynowe zabezpieczenia przeciążeniowe stosowane są głównie w kultywatorach ciężkich, ale występują również w głęboszach (rys. 3) i bronach talerzowych oraz coraz rzadziej w pługach. Z reguły są to sprężyny ściskane, a dla zapewnienia odpowiedniej siły wstępnej oprócz silnych sprężyn pojedynczych stosowane są również sprężyny podwójne ustawione obok siebie lub jedna w drugiej. Sprężyny osadzone są na trzpieniach prowadzących, które umożliwiają regulację napięcia wstępnego. Producenci oferują różne wersje takich zabezpieczeń różniące się charakterystyką wynikającą między innymi z długości oraz ustawienia sprężyn, które może być zbliżone do pionowego lub poziomego. Siła wyzwalamąca może rosnać wraz z wychyleniem elementu roboczego, co przyspiesza jego ponowne zagłębienie, ale może też maleć, co ogranicza wyciąganie kamieni na powierzchnię. O trwałości takich zabezpieczeń oprócz sprężyn decydują również pozostałe elementy mechanizmów, a zwłaszcza przeguby, które mogą być smarowane, choć niektórzy producenci oferują również mechanizmy bezobsługowe



Rys. 3. Zęby głębosza zabezpieczone sprężynami [12]
Fig. 3. Subsoiler tines secured with springs [12]

Większość zabezpieczeń przeciążeniowych w kultywatorach zapewnia tłumienie uderzeń kamieni i unoszenie zębów na wysokość umożliwiającą omijanie przeszkód, ale niektórzy producenci oferują również zabezpieczenia określone jako 3D. Specyfika takiego zabezpieczenia polega na możliwości wychylenia przeciążonego zęba nie tylko w górę, ale również na boki, co zapewniają odpowiednie przeguby. Zaletą zębów z zabezpieczeniem 3D jest możliwość bocznej omijania przeszkód, a więc bez zmniejszania zagłębienia. Takie rozwiązanie stosuje np. firma Amazone w kultywatorach Cenius (rys. 4).



Rys. 4. Schemat działania zębów kultywatora z zabezpieczeniem sprężynowym 3D [6]
Fig. 4. Diagram of cultivator tine with 3D spring protection [6]

Zabezpieczenia resorowe

Resory jako zabezpieczenie przeciążeniowe stosowane są głównie w pługach zarówno zagonowych, jak i obracalnych, ale występują również w kultywatorach do głębokiej uprawy czy głęboszach. Siła wyzwalamąca resoru zależy od jego napięcia wstępnego i liczbie zastosowanych piór. Do zabezpieczenia korpusów o małej szerokości skib wystarczające są resory 5-piórowe, ale korpusy o dużej szerokości, wynoszącej nawet

50 cm, zabezpieczane są resorami 7-piórowymi, a do zabezpieczenia zębów głęboszy stosuje się również resory podwójne (rys. 5). Konstrukcja mechanizmu resorowego zabezpieczającego korpus pługą zagonowego lub zęb kultywatora czy głębosza nie jest skomplikowana i oprócz resoru ustawionego nad elementem roboczym jest wyposażona w napinacz. Natomiast konstrukcja mechanizmu zabezpieczającego parę korpusów w pług obracalnym (rys. 6) jest bardziej skomplikowana, gdyż oprócz resoru ustawionego obok grządzieli oraz napinacza ma również układ łączników umożliwiających wychylenie korpusu prawego lub lewego. Różnice pomiędzy zabezpieczeniami resorowymi oferowanymi przez producentów pługów obracalnych wynikają głównie ze sposobu połączenia grządzieli korpusu z uchwytem ramy. Łącznik znajdujący się wewnątrz grządzieli połączony jest z uchwytem za pomocą sworznia, a grządziel jest tylko podparta za pomocą czterech kulek lub wałków osadzonych w odpowiednio ukształtowanych gniazdach uchwytu. Podczas przeciążenia grządziel wychyla się na dwóch punktach podparcia, a łącznik napina resor.



Rys. 5. Głębosz z zębami zabezpieczonymi podwójnymi resorami [13]

Fig. 5. Subsoiler with tines protected by double springs [13]



Rys. 6. Zabezpieczenie resorowe pary korpusów w pług obracalnym [8]

Fig. 6. Spring protection of a pair of bodies in a reversible plow [8]

Zabezpieczenia hydrauliczne

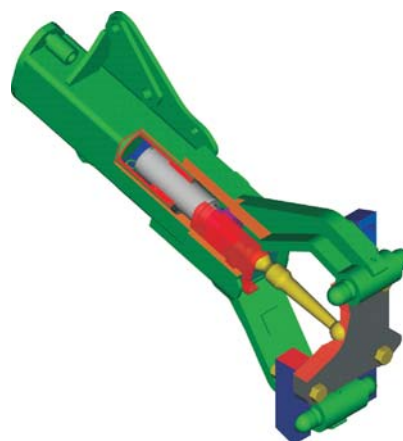
Hydrauliczne zabezpieczenia przeciążeniowe, podobnie jak resorowe, stosowane są głównie do zabezpieczenia narzędzi o dużych oporach roboczych, czyli głęboszy (rys. 7) i pługów. Hydrauliczny układ zabezpieczający oprócz siłowników

hydraulicznych wyposażony jest w akumulator hydrauliczno-gazowy. Może to być jeden akumulator obsługujący cały układ lub oddzielne akumulatory dla każdego siłownika. W momencie uderzenia elementu roboczego w kamień olej z siłownika jest wypychany do akumulatora i wzrasta ciśnienie w układzie, a po ustąpieniu przeciążenia akumulator wypycha olej ponownie do siłownika powodując zagłębienie elementu. W przypadku pługów obracalnych konstrukcja mechanizmu zabezpieczającego podwójne korpusy może być podobna jak mechanizmu z resorem, tyle że obok grządzieli zamiast resoru zamocowany jest siłownik. Niektórzy producenci oferują również rozwiązanie z siłownikiem umieszczonym na końcu lub w środku rurowej grządzieli (rys. 8). Zaletą zabezpieczeń hydraulicznych jest możliwość płynnej regulacji siły zabezpieczającej z ciągnika, przez zmianę ciśnienia w układzie hydraulicznym. Pod tym względem sprawniejsze są układy z indywidualnymi akumulatorami, gdyż wychylenie jednego elementu roboczego nie powoduje wzrostu ciśnienia w akumulatorach zabezpieczających pozostałe elementy. Wadą zabezpieczeń hydraulicznych jest skomplikowany układ, podnoszący cenę maszyny, wymagający okresowej kontroli stanu technicznego elementów hydrauliki, a zwłaszcza akumulatorów i wymiany co 5 lat przewodów hydraulicznych.



Rys. 7. Zęby głębosza z hydraulicznym zabezpieczeniem przeciążeniowym [7]

Fig. 7. Subsoiler tines with hydraulic overload protection [7]



Rys. 8. Mechanizm przeciążeniowy pług obracalnego z siłownikiem hydraulicznym [10]

Fig. 8. Overload mechanism of a reversible plow with a hydraulic actuator [10]

Talerze na gumach lub sprężynach

Talerze brony łatwiej omijają kamienie niż zęby kultywatora czy korpusy pługą, gdyż mogą przetaczać się po nich i łatwiej przesuwają je w bok. Możliwe są jednak uszkodzenia

talerzy w wyniku uderzeń kamieni, które w przypadku bron są szczególnie niebezpieczne z uwagi na ich duże prędkości robocze. W klasycznych talerzówkach możliwe było zabezpieczenie tylko całej sekcji talerzy osadzonych na wspólnej osi, ale w nowoczesnych bronach kompaktowych zabezpieczony może być każdy talerz, np. przez powszechnie stosowane amortyzatory gumowe (rys. 9). Konstrukcja takiego zabezpieczenia polega na połączeniu wspornika talerza z belką ramy poprzez gumowe wałki. Siła wyzwalająca takiego zabezpieczenia zależy od średnicy, długości i twardości gumowych wałków oraz od wstępnego ściśnięcia ich w objęciu wspornika. Po uderzeniu talerza w kamień następuje większe ściśnięcie wałków i obrót obejmy względem belki ramy, a tym samym wychylenie wspornika z talerzem. Gumowe wałki ustalają nacisk talerzy na glebę, co zapewnia zabezpieczenie nie tylko przed przeciążeniami powodowanymi uderzeniami kamieni, ale również nierównościami pola.



Rys. 9. Talerze brony zamocowane poprzez amortyzatory gumowe [12]

Fig. 9. Harrow discs mounted by rubber shock absorbers [12]

Talerze w bronach kompaktowych są też często mocowane na sprężynach o konstrukcji podobnej do półsztywnych zębów kultywatorów, a więc zwiniętych z szerokich prętów płaskich (rys. 10) lub prętów kwadratowych. Takie sprężyny, w przypad-



Rys. 10. Talerze brony zamocowane na sprężynach
Fig. 10. Harrow discs mounted on springs

Źródło: opracowanie własne / Source: own work

ku bron przeznaczonych do płytkiej uprawy poźniwej, mogą być jednak elastyczniejsze niż w przypadku półsztywnych zębów kultywatora, gdyż ich wstępne ugięcie pod naporem obrabianej gleby nie zmienia kątów ustawienia talerzy, a może zapewnić korzystne drgania dające tzw. efekt uderowy poprawiający zagłębienie talerzy i kruszenie gleby.

Podsumowanie

Zabezpieczenia przeciążeniowe w narzędziach uprawowych ochraniają przed uszkodzeniem nie tylko same elementy robocze, ale również ich zamocowania i ramy nośne, eliminując kosztowne naprawy awarii. Stosowane są zarówno w przypadku elementów o dużym zagłębieniu i oporach roboczych (np. korpusy płuźne i zęby głęboszy), jak i w przypadku elementów (np. talerze brony), w których narażenie na przeciążenia wynika przede wszystkim z dużej prędkości roboczej. Różnorodność zabezpieczeń przeciążeniowych, różniących się charakterystyką działania, umożliwia ich właściwy dobór do warunków eksploatacji. Na glebach o małym zakamienianiu można stosować bezpieczniki ścinane lub zrywane, gdyż ich sporadyczna wymiana nie jest zbyt czasochłonna i droga. Najlepszą ochronę elementów roboczych na glebach mocno zakamienionych zapewniają zabezpieczenia automatyczne, które umożliwiają wychylenie przeciążonego elementu i ponowne jego zagłębienie po ominięciu przeszkody.

Bibliografia

- [1] Bujak T.: Pięć razy non stop. Rolniczy Przegląd Techniczny, 2010, 10.
- [2] Muzalewski A.: Zasady doboru maszyn rolniczych w ramach PROW na lata 2014-2020. Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, Oddział w Warszawie, 2015.
- [3] Talarczyk W.: Zużycie elementów roboczych w procesie uprawy gleby. Prace Przemysłowego Instytutu Maszyn Rolniczych, 1993, 2.
- [4] Weymann S.: Przystosowanie mobilnych maszyn rolniczych do zwiększonych prędkości roboczych. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 2009, 3.
- [5] Wilkowski A.: Niegroźne kamienie. Agromechanika, 2014, 2.
- [6] www.amazone.pl.
- [7] www.bednar-machinery.com.
- [8] www.bomet.pl.
- [9] www.kongskilde.com.
- [10] www.langner-maszyny.pl.
- [11] www.roltech.eu.
- [12] www.roltechagro.pl.
- [13] www.uniamachines.com.

Źródło finansowania: działalność statutowa

OVERLOAD PROTECTION OF WORKING ELEMENTS OF CULTIVATION TOOLS

Summary

Overload protection of working elements of cultivation tools is presented. Various types of tines for cultivators and subsoilers, plow bodies and harrow discs are discussed. The simplest fuses, replaced after cutting or cracking, as well as automatic protections that allow the deflection of the overloaded element and digging after omitting the obstacle are presented.

Key words: cultivation tool, working element, stone, overload protection