

FOTOGRAFICZNA METODA REJESTRACJI ZMIAN POZYCJI CIAŁA TRAKTORZYSTY  
PRZY POCHYLENIU CIĄGNIKA

Tadeusz Juliszewski

Instytut Mechanizacji i Energetyki Rolnictwa AR Kraków

Wygodna do pracy pozycja ciała traktorzysty jest opisana, między innymi, tzw. „kątami komfortu” [1], tj. kątami, jakie powinny być zachowane między poszczególnymi częściami ciała. Praca ciągnika na zboczu wymusza - dla zachowania równowagi ciała - zmiany pochylenia, przede wszystkim głowy i tułowia.

Celem przeprowadzonych badań była, między innymi, rejestracja zmian pozycji ciała traktorzysty przy różnych kątach pochylenia ciągnika. Ponieważ zmiany te postanowiono rejestrować metodą fotograficzną, skonstruowano w tym celu specjalne stanowisko badawcze. Niniejsze opracowanie prezentuje jego konstrukcję.

Badania przeprowadzono na ciągniku MF 235, o rozstawie kół 1350 mm, bez kabiny, wyposażonym w siedło typu Grammer.

Rejestrowano zmiany pochylenia ciała traktorzysty w przód, ku tyłowi i na bok - co odpowiada kolejno: jeździe w górę, w dół i w poprzek zbocza. Zdjęcia wykonywano co  $3^{\circ}$  w zakresie  $0-18^{\circ}$ , przy pochyleniu ciągnika w przód i w tył oraz  $0-15^{\circ}$  przy bocznym pochyleniu ciągnika.

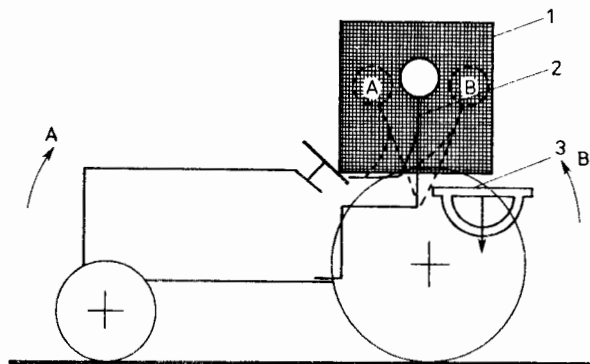
Przyjęto, że przedmiotem obserwacji będą kąty pochylenia: 1) głowy i 2) punktu cervicale [2] (na kręgosłupie).

Koncepcję stanowiska do badań i jego rzeczywisty wygląd przedstawiają rysunki 1-4.

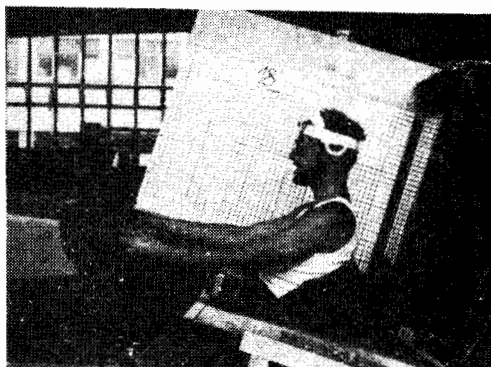
Kątomierze z zamocowanymi pionami przytwierdzone do ciągnika służą do odczytywania kąta pochylenia ciągnika względem jego położenia na terenie płaskim.

Kąt pochylenia głowy wskazuje kątomierz z pionem, zamocowany do specjalnej opaski zakładanej na głowę traktorzysty (rys. 5).

Kątowe odchylenie antropologicznego punktu cervicale - w przód i w tył - od jego położenia, gdy ciągnik stoi na terenie płaskim, obliczono na podstawie odczytanego z siatki kwadratów przemieszczania tego punktu. Ułatwiały to cyfrowe



Rys. 1. Projekt stanowiska badawczego dla obserwacji zmian pozycji ciała traktorzysty przy pochyleniu ciągnika. (Rzut pionowy, boczny): 1 - ekran z naniesioną siatką kwadratów o boku 2 cm, 2 - antropologiczny punkt cervicale, 3 - kątomierz z pionem dla odczytania kąta pochylenia ciągnika; A, B - kierunki pochylenia ciągnika i odpowiadające im zmiany pozycji ciała traktorzysty

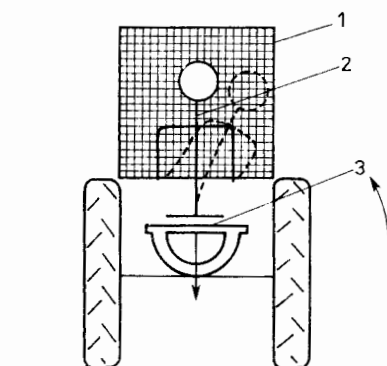


Rys. 2. Rzeczywisty wygląd stanowiska badawczego z boku ciągnika. Na błotniku ciągnika widoczny jest pręt, przez koniec którego „celowano” aparat fotograficzny na zaznaczony na ekranie punkt

oznaczenia pionowych i poziomych linii na ekranie (rys. 2), tworzących kartezjański układ współrzędnych.

Dla rejestracji bocznych odchyień punktu cervicale - od położenia, gdy ciągnik stoi na terenie płaskim - z tyłu ciągnika zamocowano szybę, również z zaznaczoną siatką kwadratów o boku 2 cm. Jej tłem był biały ekran umieszczony przed kierowcą (rys. 4), co ułatwiało odczytywanie przemieszczenia punktu cervicale, a później obliczenia jego kąta odchylenia.

Zdjęcia wykonywano aparatem fotograficznym EXAKTA na błonie filmowej o czułości 27 DIN, przy oświetleniu naturalnym.



Rys. 3. Projekt stanowiska badawczego dla obserwacji zmian pozycji ciała traktorzysty przy pochyleniu ciągnika. (Rzut pionowy, z tyłu): 1 - szklany ekran z naniesioną siatką kwadratów o boku 2 cm, 2 - antropologiczny punkt cervicale, 3 - kątomierz z pionem dla odczytania kąta pochylenia ciągnika. Strzałką zaznaczono kierunek pochylenia ciągnika, a liniami przerywanymi zmiany pozycji ciała traktorzysty w reakcji na pochylenie ciągnika

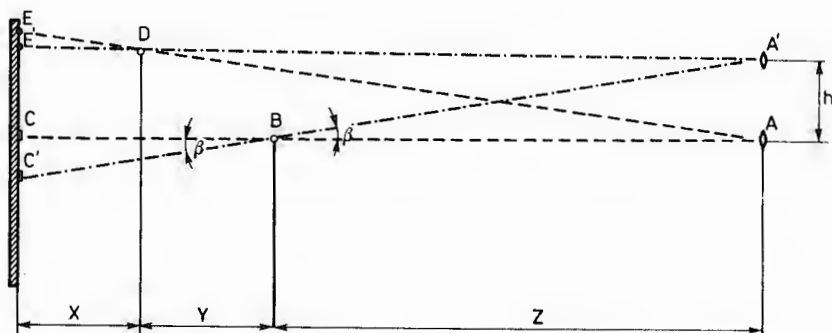


Rys. 4. Rzeczywisty wygląd stanowiska badawczego od tyłu ciągnika. Tło szklanego ekranu stanowi biały ekran umieszczony na masce silnika

Istotnym problemem jest położenie aparatu fotograficznego względem ciągnika. Chcąc bowiem odnosić zmiany kąta pochylenia punktu cervicale względem jego położenia, gdy ciągnik stoi na terenie płaskim, konieczne jest, aby aparat fotograficzny znajdował się zawsze w tym samym położeniu względem fotografowanego obiektu (tj. aby „wędrował” za pochylanym ciągnikiem). Osiągnięto to „celując” aparat na oznaczony na stałe punkt na ekranie przez koniec metalowego pręta umieszczonego na błotniku ciągnika. Linia ustawienia aparatu fotograficznego była więc wyznaczona dwoma wyżej wymienionymi punktami i trzecim, jakim była zaznaczona na matówce aparatu plamka (rys. 6).



Rys. 5. Opaska na głowę z przytwierdzonym kątomierzem i pionem do odczytywania kąta pochylenia głowy w stosunku do pochylenia ciągnika



Rys. 6. Sposób obliczania błędu wynikającego z niewłaściwego umieszczenia (za wysoko) aparatu fotograficznego (opis w tekście): A - prawidłowe położenie aparatu, A' - aparat umieszczony za wysoko, B - celownik, C - punkt na ekranie pokrywający się z końcem celownika przy prawidłowym położeniu aparatu, D - antropologiczny punkt cervicale, E - projekcja punktu cervicale (D), na ekran przy prawidłowym położeniu aparatu, E' - projekcja punktu cervicale (D) przy aparacie umieszczonym za wysoko, y - odległość punktu cervicale (D) od celownika (B), x - odległość punktu cervicale (D) od ekranu, z - odległość aparatu fotograficznego od punktu cervicale (D), h - pionowe przesunięcie aparatu umieszczonego za wysoko

Zdarzało się jednak, że aparat fotograficzny nie był umieszczony dokładnie na właściwej linii. Na zdjęciu widoczne to było w postaci przesunięcia końca metalowego pręta (celownika) względem punktu zaznaczonego na ekranie. Błąd ten eliminowano w sposób następujący (por. rys. 6):

- wartości znane - x, y, z, położenie punktu C w układzie współrzędnych na ekranie, położenie punktu C' w układzie współrzędnych na ekranie (odczytane ze zdjęcia), położenie punktu E' (odczytane ze zdjęcia),

- wartość poszukiwana - położenie punktu E na ekranie,

- kolejność obliczeń:

1) z trójkąta prostokątnego BCC' (bok BC =  $\Sigma(x + y)$ ) obliczamy kąt  $\beta$ ,

2) obliczony kąt  $\beta$  w trójkącie BCC' odpowiada kątowi  $\beta$  trójkąta prostokątnego AA'B,

3) znając kąt  $\beta$  i bok AB (z), obliczamy bok AA', tj. wartość h,

4) przesunięcie punktu E w położenie E' (wynikające z nieprawidłowego ustawienia aparatu fotograficznego) jest proporcjonalne do przesunięcia punktu A w położenie A' (wartość h).

Odcinek EE' ma się tak do (znanego) odcinka AA', jak odległość x do  $\Sigma(y + z)$ :

$$\frac{EE'}{AA'} = \frac{x}{y + z} .$$

Na podstawie powyższej proporcji obliczano położenie punktu E na ekranie, tj. projekcję punktu D na ekran przy prawidłowo ustawionym aparacie fotograficznym.

Oczywiście podobny sposób rozumowania - i obliczeń - można przeprowadzić, gdy aparat fotograficzny jest przesunięty w bok (ku przodowi lub ku tyłowi ciągnika względem miejsca, w którym powinien się znajdować).

Ogólnie - najistotniejsze spostrzeżenia, które wynikają z przeprowadzonych pomiarów, są następujące:

1) występuje ścisła zależność między kątem pochylenia ciągnika a kątem pochylenia głowy i punktu cervicale. Współczynnik korelacji wyrażający tę zależność wynosi 0,8-0,9;

2) pochylenie głowy i tułowia w reakcji na pochylenie ciągnika ma charakter indywidualny. Oznacza to, że różne osoby w różnym stopniu odchylają się od pozycji przyjmowanej na terenie płaskim - przy pochylaniu ciągnika;

3) największe odchylenia głowy i tułowia - w reakcji na pochylenie ciągnika - występują przy jego bocznym pochyleniu;

4) głowa - na ogół - przechyla się bardziej niż tułów w reakcji na pochylenie ciągnika.

Wobec braku absolutnych kryteriów oceny postawy ciała operatora podczas pracy proponuje się [3] ocenę względną, polegającą na porównaniu postawy ciała podczas pracy z postawą wzorcową. Przyjmując to jako punkt wyjścia i uznając za postawę wzorcową traktorzysty opisaną „kątami komfortu”, obliczony współczynnik korelacji (por. pkt. 1) sugeruje proporcjonalny wzrost dyskomfortu przyjmowanej pozycji przy pracy na zboczu w stosunku do kąta pochylenia tego zbocza. Sugestia ta wymaga jednak bardziej wnikliwych badań - natury fizjologicznej - wybiegających poza obręb niniejszego opracowania.

## Literatura

1. Zalewski P., Pleszczyński W.: Ergonomia dla mechanizatorów rolnictwa, s. 33-34. PWRiL, Warszawa 1979.
2. Wolański N., Nimiec S., Pyżuk M.: Antropometria inżynierska, s. 327-328. KiW, Warszawa 1975.
3. Welon Z.: Metoda określania i oceny postawy ciała operatora podczas pracy. Ergonomia 2, 1, 59, 1979.

Т. Юлишевски

ФОТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД РЕГИСТРИРОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ  
ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛА ТРАКТОРИСТА ПРИ НАКЛОНАХ ТРАКТОРА

## Р е з ю м е

Сконструирован испытательный стенд для фотографической регистрации изменений наклона туловища и головы тракториста в соответствии с наклонами трактора. Симулировали наклон трактора при работе на склоне или при вспашке (одно колесо в борозде). Трактор наклоняли вперед (до  $18^{\circ}$ ), назад (до  $18^{\circ}$ ) и вбок (до  $15^{\circ}$ ) делая съемки через каждые  $3^{\circ}$ .

После элиминирования погрешностей в соответствии с разработанным способом расчетов и установкой фотоаппарата в соответствии с наклоном трактора определяли связь принимаемого трактористом положения тела с углом наклона склона.

T. Juliszewski

PHOTOGRAPHIC METHOD OF REGISTRATION OF CHANGES  
OF THE TRACTOR OPERATOR'S BODY AT THE TRACTOR INCLINATIONS

## S u m m a r y

An observation stand for the photographic registration of changes in trunk and head inclinations of the tractor operator in reaction to inclinations of the tractor has been constructed. Tractor inclinations at its work on slope or at ploughing (one wheel running in the furrow) were simulated. The tractor was inclined forwards (to  $18^{\circ}$ ), backwards (to  $18^{\circ}$ ) and sideways (to  $15^{\circ}$ ) and the respective photographs were taken at every  $3^{\circ}$ .

Upon eliminating errors in accordance with the worked out calculation way, at setting the camera in relation to the inclined tractor, the relationship between the operator's body position assumed and the slope inclination angle was determined.