

RYSZARD TURSKI, HENRYK DOMŻAŁ, JAN HODARA

DEFORMACJA GLEBY JAKO FUNKCJA OBCIĄŻENIA, CZASU JEGO DZIAŁANIA I STANU WYJŚCIOWEGO GLEBY¹

Instytut Gleboznawstwa i Chemii Rolnej Akademii Rolniczej w Lublinie

WSTĘP

Wyniki dotychczasowych badań wskazują na duże zmiany właściwości fizycznych w glebie ugniatanej kołami maszyn i narzędzi rolniczych. W ugniecionych glebach zmniejsza się pojemność powietrzna [1, 3, 5, 8, 15], a działające obciążenie powoduje duże zmiany w strukturze porów [4] zmniejszając znacznie zawartość porów największych. W wyniku zachodzących zmian gorzej rozwija się system korzeniowy [6, 10], powodując hamowanie wzrostu roślin [10, 12] i w efekcie spadek plonów [6]. Stwierdzono, że w glebach silnie ugniecionych rośliny słabiej pobierały azot i składniki pokarmowe [12].

Ogólnie można stwierdzić, że ugniecenie gleby zależy od:

- nacisku jednostkowego [2, 4, 6, 13],
- czasu trwania tego nacisku [1, 2, 8, 9],
- stanu gleby, przy którym następuje ugniecenie [5, 15, 16],
- rodzaju tworzywa glebowego [4].

W miarę wzrostu nacisku jednostkowego rośnie gęstość gleby, przy czym największemu zagęszczeniu ulega wierzchnia warstwa [2, 13]. Naciski powodowane przez maszyny z reguły łamią opór stawiany przez siły wiążące strukturalny układ gleby. Według Cerny'ego [1] nacisk wywierany przez maszyny rolnicze wynosi w zależności od ciężaru maszyny i charakteru jej styku z glebą od 0,2 do 2,5 kG/cm².

Wzrost gęstości gleby zależy również od czasu trwania nacisku. Według niektórych autorów [8] prędkość poruszających się na polu maszyn ma tu niewielki wpływ. Natomiast C u r d t [2] twierdzi, że gleba zostanie tym mocniej ugnieciona, im dłużej trwa przejazd maszyn i na-

¹ Praca finansowana z kredytów PAN.

rzędzi rolniczych po polu. To samo ustalił Karczewski [7], który stwierdził, że prędkość poruszających się narzędzi wpływa w istotny sposób na przyrosty gęstości gleby.

Bardzo duże ugniatanie gleby pociąga za sobą uprawa i sprzęt niektórych roślin. Według Cerny'ego [1] przy uprawie lucerny (3 razy koszenie) gleba może być w tych samych miejscach nawet 4-krotnie zgnieciona kołami narzędzi.

Stanowisko zajmowane przez różnych autorów przy ocenie wpływu początkowego stanu ugniatanej gleby na efekt końcowy jest niejednolite. Weres [16] podaje, że w miarę wzrostu wilgotności rośnie gęstość gleby. Autor przytacza również wyniki badań Söhnego, który ustalił, że na piaszczystych niezależnych glebach wpływ wilgotności na gęstość jest nieznaczny przy wilgotności mniejszej niż 10%, a duży przy wilgotności 10–17%. Feuerlein [5] zaś twierdzi, że wilgotność wyjściowa gleby ma bardzo mały wpływ na wynik ugniatania. Twierdzi on również, że przy jednakowej wilgotności, niezależnie od porowatości wyjściowej, porowatość końcowa będzie taka sama. Według naszych badań [15] ta odmienność wniosków wynika z różnic w stosowanych naciskach jednostkowych i różnic w mechanicznej wytrzymałości gleby.

Celem niniejszej pracy było stwierdzenie wpływu podstawowych właściwości fizycznych gleby (wilgotność, gęstość) w stanie wyjściowym na jej stan końcowy po ugnieceniu.

METODYKA

Przeprowadzenie pomiarów zmian fizycznych właściwości gleby, tak aby warunki badań najbardziej odpowiadały warunkom rzeczywistym, jest dość trudne. Doświadczenia prowadzone w polu z udziałem maszyn i narzędzi rolniczych nie pozwalają na dokładne określenie wielkości nacisków jednostkowych. Doświadczenia prowadzone w laboratorium w kanałach glebowych, gdzie gleba jest sztucznie doprowadzona do odpowiedniej gęstości, z góry eliminują wpływ naturalnej (tzn. uzyskanej podczas wykonywania prac polowych) budowy gleby i związanej z tym spójności strukturalnej na wyniki badań. Duże podobieństwo do warunków odkształcenia często spotykanych w rzeczywistości występuje podczas badań edometrycznych [11]. Trudnością pojawiającą się podczas tych badań jest występowanie tarcia bocznego. W celu zmniejszenia jego skutków stosunek grubości próbki do średnicy powinien być jak najmniejszy.

W pracy wykonywano edometryczne badania deformacji gleby na próbkach pobranych z zachowaną strukturą. Pomiaru w warunkach laboratoryjnych pozwoliły na modelowanie wilgotności i nacisku. Próbki gleby brunatnej wytworzonej z lessu pobierano w cylindry pojemności 66 cm³, w których stosunek wysokości próbki do jej średnicy wynosił

1:2,32. Próbkę pobierano przy podobnej wilgotności gleby z poziomu 0–5 cm jako najsilniej narażonego na działanie maszyn i narzędzi rolniczych. Zróżnicowane gęstości wyjściowe gleby uzyskano przez pobieranie próbek w różnych terminach i różnych stanach agrotechnicznych. Do badań pobrano 8 serii (336) próbek. Badana gleba charakteryzowała się typowym składem mechanicznym pyłu lessowego (1% piasku, 61% pyłu, 38% części spławialnych, w tym 11% łu koloidalnego). Zawartość próchnicy wynosiła 1,15%. Glebę ugniatano w edometrach Terzaghiego przy:

- wilgotności aktualnej — 16,7%,
- wilgotności bliskiej początku hamowania wzrostu roślin pF 2,7, która w badanej glebie również wynosiła 16,7%,
- wilgotności gleby powietrznie suchej — 5% (średnie ze 112 próbek).

Mierzono deformację gleby powodowanej obciążeniami 0,15, 0,30, 0,50, 0,70, 1,0, 1,4, 2,1 kG/cm². Maksymalny czas działania obciążeń wynosił 30 min. Wielkość odkształcenia gleby mierzono po upływie 5, 10, 20, 30 s, 1, 2, 5, 10, 20 i 30 min.

Wilgotność gleby w czasie pomiaru przyjęto jako stałą (strata wody spowodowana wyciśnięciem z gleby w sporadycznych przypadkach dochodziła do 2%).

Podstawowe właściwości gleby oznaczono:

— skład mechaniczny — metodą areometryczną Bouyoucosa w modyfikacji Casagrande'a i Prószyńskiego, oznaczając frakcję piasku na sicie;

— gęstość stałej fazy gleby (ciężar właściwy) — metodą piknometryczną;

— gęstość gleby suchej (ciężar objętościowy) — w cylindrach, dla stanów początkowych oraz stanów odpowiadających poszczególnym czasom deformacji. W badaniach edometrycznych odkształcenie osiowe równe jest odkształceniu objętości ze względu na brak odkształceń w kierunku poziomym. Zmiana wysokości powoduje zmianę objętości próbki gleby, a tym samym jej gęstości. Do obliczeń gęstości gleby przyjęto w uproszczeniu, że ściskanie było równomierne w całej próbce. Przy małej wysokości próbki wydaje się to możliwe do przyjęcia.

— wilgotność wyrażoną w procentach wagowych — metodą suszarkową;

— porowatość ogólną — z gęstości fazy stałej gleby (ciężaru właściwego) i gęstości gleby suchej (ciężaru objętościowego).

Wielkość deformacji gleby uzależnioną od gęstości, wilgotności w stanie wyjściowym i nacisku jednostkowego określono przy zastosowaniu metod statystycznych.

W związku z tym, że wyjściowa gęstość gleby wahała się w granicach 1,15–1,43 g/cm³, przy dalszej analizie wyników próbki glebowe

podzielone na dwie grupy, a mianowicie:

— próbki o gęstości 1,15–1,3 g/cm³. Gęstość ta była charakterystyczna dla gleby lessowej w fazie krzewienia się pszenicy, gleby świeżo doprowadzanej do siewu oraz po orce;

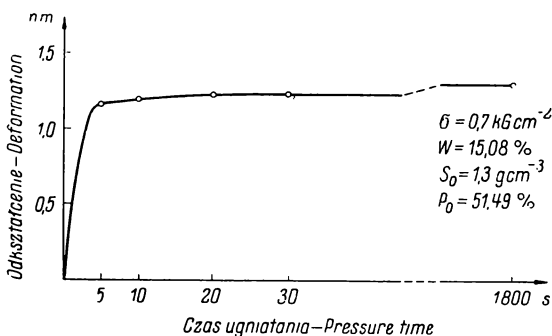
— próbki o gęstości wyjściowej 1,31–1,43 g/cm³. Tą gęstością odznaczała się gleba pod burakami cukrowymi (sierpień), po zbiorze zbóż oraz w początkowym okresie wzrostu.

Gęstość 1,30 g/cm³ przyjęto jako graniczną, gdyż zgodnie z zalecaną klasyfikacją stanów zbitości wartość ta oddziela stan normalnie porowaty od słabo zbitego [14].

Następnie określono zależność gęstości gleby od działającego nacisku dla obu grup wyjściowych przy poszczególnych poziomach wilgotności.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Wyraźnie widocznym zjawiskiem występującym podczas działania siły zewnętrznej jest odkształcenie pionowe gleby. Głównymi czynnikami procesu ugniatania gleby są: nacisk jednostkowy i czas jego działania oraz właściwości gleby, a między innymi gęstość i wilgotność. Bardzo istotne jest określenie wielkości udziału w tym procesie wymie-



Rys. 1. Odkształcenie gleby o zachowanej strukturze w funkcji czasu działania nacisku. Próbką wybrana losowo z 336 próbek użytych do badań.

Deformation of soil with preserved structure in the function of the pressure action time. The sample was selected at random among 336 samples used in investigations

nionych czynników, a szczególnie ich wpływu na końcowe odkształcenie gleby. Charakter odkształcenia w funkcji czasu pod działaniem obciążeń jest najbardziej zbliżony do funkcji typu arc tg. Przyjęto je zatem jako podstawę przy analizie wpływu pozostałych wyników, takich jak nacisk jednostkowy, wilgotność początkowa gleby i porowatość wyjściowa na wielkość końcową deformacji gleby.

Na rys. 1 przedstawiono przykład deformacji jednej próbki (wilgotność stabilizowana na 16,08%, porowatość 51,49%, gęstość 1,3 g/cm³, nacisk 0,7 kG/cm²). Podobny typ zależności ma miejsce we wszystkich badanych próbkach.

Do analizy statystycznej wyodrębniono następujące zmienne:

$$w_w \text{ arc tg } t, P_o \text{ arc tg } t, \sigma \text{ arc tg } t$$

gdzie:

- w_w — wilgotność w procentach wagowych,
- P_o — porowatość ogólna,
- σ — nacisk jednostkowy,
- t — czas działania nacisku.

Wyrażenie zmiennych w ten sposób wydaje się celowe dlatego, że czas jako oddzielny czynnik nie powoduje deformacji, lecz tylko w związku z którymś z czynników bądź ze wszystkimi czynnikami jednocześnie.

Równanie regresji przybierze więc następującą formę:

$$\Delta h = a_{w_w} \text{ arc tg } t + b P_o \text{ arc tg } t + c \sigma \text{ arc tg } t + d$$

gdzie:

- Δh — wielkość deformacji,
- a, b, c, d — współczynniki.

Przekształcenie równania pozwoliło wyodrębnić wpływ poszczególnych czynników na wielkość deformacji gleby:

$$\Delta h = \text{arc tg } t (a_{w_w} + b P_o + c \sigma) + d$$

W tabeli 1 przedstawiono współczynniki regresji. Stwierdzono, że czynnikiem w największym stopniu wpływającym na wielkość defor-

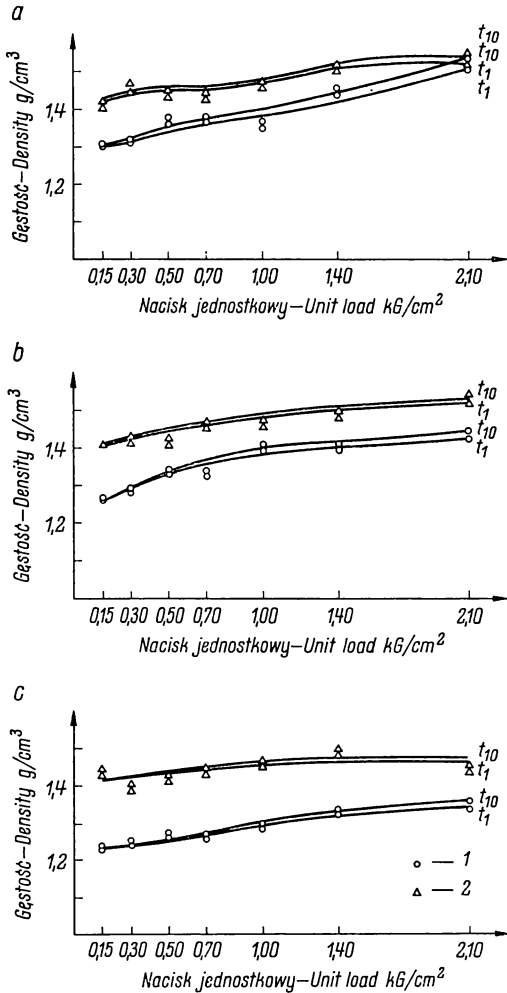
T a b e l a 1

Wartość współczynnika regresji i współczynnika korelacji wielorakiej równania deformacji gleby
Regression coefficient and multiple correlation values in the soil deformation equation

Wilgotność gleby Soil moisture	Współczynnik regresji Regression coefficient				Współczynnik korelacji wielorakiej Multiple correlation coefficient
	a	b	c	d	
Aktualna - Actual 16,7%	-0,0284	0,0875	0,793	-5,157	0,76
Odpowiadająca pF 2,7 - 16,7% Corresponding with pF 2.7 - 16.7%	0,0049	0,0597	0,682	-3,971	0,85
Powietrznie sucha - Air dry 5%	0,0403	0,0314	0,368	-2,384	0,73
Dla wszystkich prób łącznie Total for all samples	0,0455	0,0482	0,616	-3,951	0,78

macji jest obciążenie, następnie w kolejności malejącej właściwości fizyczne gleby: porowatość ogólna wyjściowa i wilgotność.

Deformacja budowy gleby pociąga za sobą zmianę jej fizycznych właściwości. Wobec tego uzyskany pod wpływem ugniatania stan gleby charakteryzowano za pomocą gęstości oraz porowatości ogólnej. Za-



Rys. 2. Wpływ nacisku na końcową gęstość gleby

a — przy wilgotności aktualnej 16,7%, b — przy wilgotności odpowiadającej potencjałowi pF 2,7 — również 16,7%, c — przy wilgotności 5%; 1 — gleba luźna, wyjściowa gęstość ok. 1,2 g/cm³, 2 — gleba odleżała, wyjściowa gęstość ok. 1,4 g/cm³; t₁ gęstość gleby uzyskana po 5 s działania nacisków, t₁₀ gęstość uzyskana po 30 min działania nacisków (ze względu na czytelność rysunku nie rysowano krzywych pośrednich między t₁ i t₁₀)

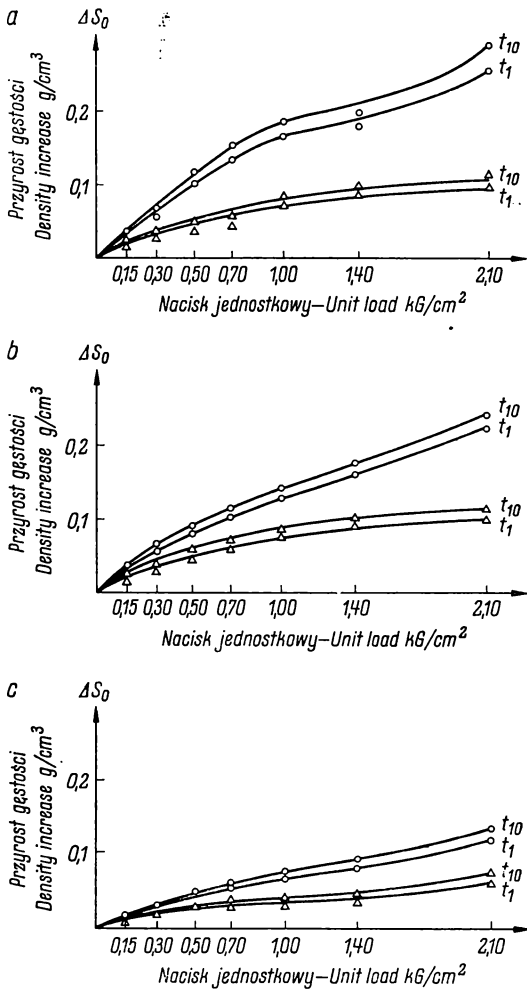
Pressure effect on the final soil density

a — at actual moisture — 16.7%, b — at the moisture content corresponding with the potential of pF 2.7 — also 16.7%, c — at the moisture content of 5%; 1 — loose soil, initial density after 5 sec. of the pressure action, t₁₀ — soil density after 30 sec. of the pressure action (to ensure better legibility of the graph, there are omitted intermediate curves between t₁ and t₁₀)

leżność końcowej gęstości od nacisku wywieranego na glebę przedstawiono na rys. 2a, b, c. Zwiększeniu nacisków z 0,15 do 2,1 kG/cm² towarzyszy wzrost gęstości z 1,25 do 1,53 g/cm³ przy wyjściowej około 1,2 g/cm³ i z 1,42 do 1,53 g/cm³ przy wyjściowej około 1,4 g/cm³.

Stwierdzono również, że w większości przypadków wyjściowa gęstość decyduje o jej wartości końcowej (rys. 2). Ugniatania gleba o większej gęstości wyjściowej uzyskuje większe wartości końcowe niż ta sama gleba o mniejszej gęstości wyjściowej. Prawdliwość ta jest słuszna w zakresie obciążeń do 2 kG/cm².

Największy stosowany nacisk, tj. 2,1 kG/cm² (rys. 2a), niezależnie



Rys. 3. Wpływ nacisku na zmianę (przyrost) gęstości oznaczania jak w rys. 2

Load effect on the soil density change (increase) explanations — see Fig. 2

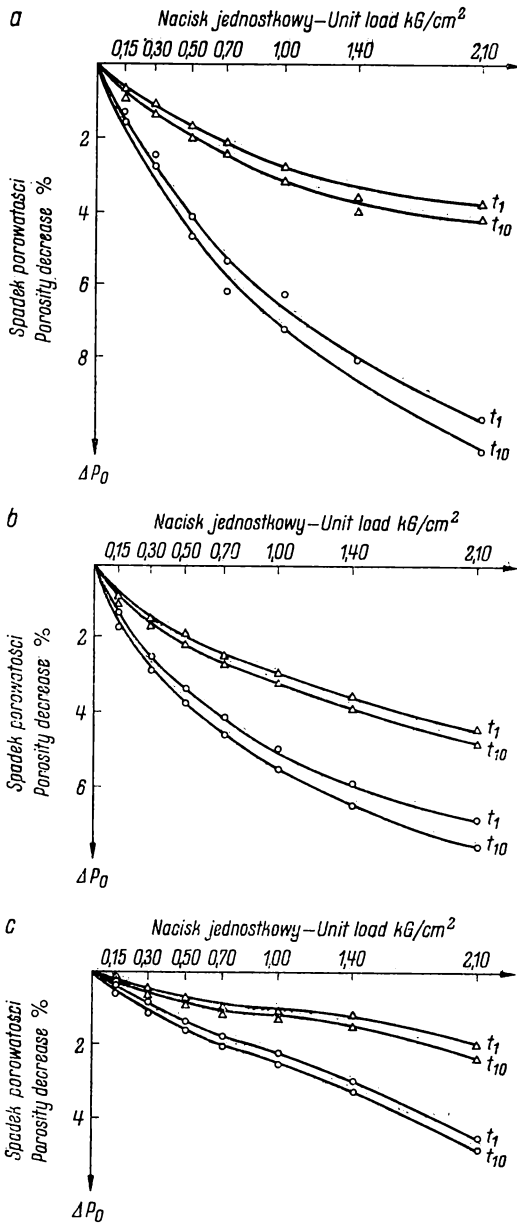
od wyjściowej gęstości doprowadza badaną glebę do takiego samego efektu końcowego (gęstość 1,53 g/cm³). Nacisk jednostkowy tej wielkości, działający na glebę o wilgotności aktualnej optymalnej do uprawy, przewyższa jej mechaniczną wytrzymałość, doprowadzając do takiego samego stanu niezależnie od warunków wyjściowych. Otrzymane w pracy wyniki potwierdzają zarówno pogląd, że stan wyjściowy wpływa na końcowy efekt ugniatania, jak również pogląd, że stan końcowy podczas ugniatania nie zależy od warunków początkowych. Potwierdza się więc teza zawarta w poprzedniej naszej pracy [15], że odmienność wniosków jest pozorna i wynika z różnic w stosowanych naciskach jednostkowych oraz różnic wytrzymałości gleby. Jeżeli koła ciągników będą wywierały nacisk większy od mechanicznej wytrzymałości gleby, wówczas mimo różnic w gęstości wyjściowej stan końcowy będzie podobny. Mniejszy nacisk może bardziej zagęścić glebę pulchną i nieznacznie glebę odleżałą. Uzyskany wtedy stan końcowy będzie różny.

Innym czynnikiem w istotny sposób wpływającym na zmiany fizycznych właściwości gleby pod wpływem ugniatania jest wilgotność, przy której następuje ugniecenie. Gleba dość pulchna (rys. 2a, b) o wilgotności 16,7% uzyskuje większą gęstość (1,25–1,53 g/cm³) niż ta sama gleba o wilgotności 5% (1,25–1,36 g/cm³) (rys. 2c). Podobnie zachowuje się gleba zwięzlejsza, uzyskując przy wilgotności 16,7% gęstość 1,42–1,43 g/cm³, a przy wilgotności 5% — 1,43–1,52 g/cm³. Ugniatana gleba o większej wilgotności przy innych niezmiennych warunkach uzyskuje większą gęstość. Efekt ten jest tym silniejszy, im większe jest obciążenie działające na glebę.

Rozbieżność wyników i ocen otrzymanych przez różnych autorów w badaniach zmian gęstości zachodzących pod wpływem obciążeń gleby mogą mieć swe źródło w różnych stanach wilgotności, przy jakich wykonywano doświadczenia. Ważnym czynnikiem może być również sposób, w jaki został osiągnięty stan wilgotności, gdyż przy tej samej procentowej zawartości wody może ona wypełniać różnej wielkości kanałiki, co z kolei odbija się na wytrzymałości gleby na deformację. Wskazują na to wyniki uzyskane w przedstawionej pracy.

Zauważono, przy takiej samej wilgotności (16,7%) w glebie pulchnej uzyskiwane przyrosty są większe dla wilgotności aktualnej, natomiast w glebie o większej gęstości wyjściowej dla stabilizowanej (rys. 3). Wydaje się, że gdy gleba jest dość pulchna, podczas stabilizacji wilgotności w komorach ciśnieniowych wytwarzają się nowe więzi strukturalne, przez co uzyskuje ona większą odporność na ugniatanie niż gleba o tej samej wilgotności, lecz uzyskanej w warunkach naturalnych. Natomiast gdy gleba jest zwięzła, stabilizacja wilgotności powoduje jej rozluźnienie i tym samym zmniejszenie wytrzymałości na deformację.

Zmiany gęstości gleby pociągają za sobą zmiany porowatości ogólnej. Wraz ze wzrostem gęstości maleje porowatość ogólna. W badanej



Rys. 4. Wpływ nacisku na zmianę (spadek) porowatości ogólnej oznaczenia jak na rys. 2

Pressure effect on the total porosity change (decrease) explanations — see Fig. 2

glebie luźnej (wyściowa porowatość 53,5–54%) pod wpływem ugniata-
nia porowatość zmalała do 53–49% przy wilgotności 5%, do 53–46%
przy wilgotności 16,7% (stabilizowana) i do 51–42% przy wilgotności

16,7% (nie stabilizowana). Natomiast w glebie zwięźlejszej (wyjściowa porowatość rzędu 45,8–47%) zmniejszyła się odpowiednio do 45,5–43%, 46,5–41,5% i 45,5–42%.

Wielkość zmian porowatości ogólnej i gęstości gleby zachodzących pod wpływem ugniatania przedstawiono na rys. 3 i 4. W glebie zwięźlej (gęstość wyjściowa około 1,4 g/cm³) uzyskano wzrost gęstości (ΔS_0) o 0,012–0,12 g/cm³ i spadek porowatości (ΔP_0) o 0,5–4,9% w zależności od nacisku jednostkowego oraz wilgotności. W glebie luźnej przyrosty gęstości i spadku porowatości były prawie 2-krotnie większe. Wyniki te potwierdzają badania Feuerleina [5], który stwierdził, że w glebach luźnych następuje większy spadek porowatości. Według uprzednich naszych badań [15] jest to spowodowane tym, że wytrzymałość gleby pulchnej zależy tylko od tarcia wewnętrznego. Mniejszy nacisk w dużo mniejszym stopniu zagęszcza glebę odleżałą, gdyż jej wytrzymałość zależy w głównej mierze od spójności.

Na podstawie uzyskanych wyników (rys. 3, 4) można stwierdzić, że w badanej glebie 2-krotnie większe przyrosty gęstości (ΔS_0) i spadki porowatości (ΔP_0) występują przy wilgotności 16,7% w stosunku do wilgotności 5%. Przy wilgotności 16,7% gęstość gleby (nacisk 2,1 kG/cm²) wzrosła o 0,12–0,28 g/cm³, zaś przy wilgotności 5% o 0,07–0,13 g/cm³. Porowatość ogólna przy tym samym nacisku spadła o 4,5–10,7% przy wilgotności 16,7% i o 2,4–4,9% przy wilgotności 5%.

Czynnikiem wpływającym istotnie na zmiany zagęszczenia gleby jest czas działania obciążenia. Jak widać z rys. 2, gęstość uzyskana po 5 s działania nacisku (krzywe t_1) różni się od gęstości po 30 min (krzywe t_{10}). Jednak różnice te są minimalne. Największe przyrosty gęstości gleby zachodzą w czasie 0–5 s. Wpływ czasu nie jest więc wprost proporcjonalny. Jeżeli np. w ciągu 30 min gęstość zwiększa się o 0,07–0,28 g/cm³ (rys. 3), to w ciągu 5 s o 0,06–0,26 g/cm³.

Stwierdzono, że większość zmian w gęstości i porowatości ogólnej zachodzi w glebie w ciągu 5 s działania nacisków. Zmiany te sięgają 80–90%, jeżeli za 100% przyjmiemy różnicę między stanem wyjściowym a uzyskanym po 30 min działania obciążeń.

Przedstawione wyniki pozwalają na sformułowanie wniosków.

1. Nacisk jednostkowy ma najsilniejszy wpływ na wielkość deformacji gleby. Jest ona uzależniona również od gęstości wyjściowej przy niskich naciskach jednostkowych oraz od wilgotności początkowej gleby.
2. Gęstość gleby jest tym większa, im dłuższy jest czas działania nacisku, przy czym największe zmiany występują w czasie pierwszych 5 s (80–90% zmian zachodzących w ciągu 30 min).
3. W zakresie nacisków do 2 kG/cm² i wilgotności około 16% wyjściowa gęstość gleby decyduje o jej wartościach końcowych. Ugniatanie wilgotnej gleby o większej gęstości wyjściowej powoduje uzyski-

wanie większych końcowych wartości niż ugniatanie tej samej gleby o niższej gęstości.

4. Przyrost zagęszczenia mierzony zmianami porowatości ogólnej i gęstości gleby jest w każdym przypadku większy dla gleby pulchnej.

5. Przy podobnej gęstości wyjściowej gleba o większej wilgotności poddana ugniataniu jest mocniej ubita.

LITERATURA

- [1] Cerny V.: Wpływ nowoczesnych technologii na glebę i jej uprawę. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 1971, 112, 35-40.
- [2] Curdt G.: Die Abhängigkeit der mechanischen Bodenverdichtung von der Dauer der Druckenwirkung. Deutsche Agrartechnik 1958, 12.
- [3] Domżał H.: The influence of the solid phase density on the air and water capacities of brown loess soils. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 1977, 197, 135-150.
- [4] Domżał H., Słowińska-Jurkiewicz A.: Wpływ nacisku na strukturę porów i pojemność wodną gleby. Roczn. glebozn. 26, 1975, 1, 49-58.
- [5] Feuerlein W.: Zum Einfluss des Schleppeerrads auf den Acker. Landbau-forschung Volkenrode, 1961, 3, 69-71.
- [6] Górski P.: Z badań nad wpływem kół ciągnika na właściwości fizyczne gleby i plony roślin uprawowych. Masz. i Ciągn. rol. 11, 1964, 4, 105-108.
- [7] Karczewski T.: The influence of deformation speed on soil compaction. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 1977, 197, 99-112.
- [8] Khan D. H., Engen R., Popp R.: Effect of tractor trafficking on soil compaction and yield of maize. Z. Acker u. Pflanz. 138, 1973, 2, 85-26.
- [9] Kouwenhoven J. K.: Spring cultivations and wheeltracks. J. Agric. Engng. Res., 15, 1970, 1, 17-26.
- [10] Kozicz J.: Wpływ ugniatającego działania kół w różnym stopniu obciążonego ciągnika na właściwości fizyczne gleby i plonowanie niektórych roślin. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 1971, 112, 67-75.
- [11] Lambe T. W., Whitman R. V.: Mechanika gruntów. Arkady, Warszawa 1977, t. 1.
- [12] Słowik K.: Wpływ ugniatającego działania maszyn na własności fizyczne gleb i wzrost jabłoni. Pr. Inst. Sadown. Skierniewice, 14, 1970, 105-124.
- [13] Smorodin G. S., Parszиков W. W.: Wlijanije słożenija pachotnego słoja na wodno-fizycznej reżim i płodorodije jużnych karbonatnych czernoziemow Kryma. Teoret. wopr. obrab. poczw., wyp. 2, 1968, 197-204.
- [14] Święcicki C., Siuta J., Trzecki S., Kiersnowski J.: Ważniejsze właściwości gleb wpływające na warunki rozwoju mechanizacji. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 1972, 135, 55-61.
- [15] Turski R., Domżał H., Słowińska-Jurkiewicz A.: Badania właściwości wodno-powietrznych gleb ugniatanych kołami ciągników i narzędzi rolniczych podczas wykonywania prac polowych. Roczn. Nauk rol. Ser. A, 100, 1974, 3, 97-109.
- [16] Weres S.: Wpływ ugniatającego działania kół ciągnika i ciężkich maszyn rolniczych na strukturę gleby i plonowanie roślin uprawowych. Masz. i Ciągn. rol. 11, 1964, 11, 313-316.

Р. ТУРСКИ, Г. ДОМЖАЛ, Я. ХОДАРА

ДЕФОРМАЦИЯ ПОЧВЫ КАК ФУНКЦИЯ НАГРУЗКИ, ВРЕМЕНИ ЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ И ИСХОДНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ

Институт почвоведения и агрохимии, Сельскохозяйственная академия в Люблине

Резюме

Проведено эдометрические испытания деформации бурой почвы образованной из лесса на образцах с ненарушенной структурой. Измерения выполнялись при трех градациях влажности (актуальной — 16,7%, эквивалентной потенциалу рF 2,7 — тоже 16,7%, а также 5%), подвергая почву нажиму (уминанию) с силой от 0,15 до 2,1 кг/см² в течение 30 минут, при чем величину деформации измеряли после 5, 10, 20, 30 сек, и после 1, 2, 5, 10, 20 и 30 минут.

В итоге полученных данных установлено, что на величину деформации самое сильное влияние оказывает удельное давление. Величина деформации зависит тоже от исходной плотности, особенно в пределах низких значений удельного давления, а также от начальной влажности почвы. В пределах давления до 2 кг/см² и влажности около 16% о величине конечных значений решает плотность. Уминание (трамбовка) влажной почвы имеющей высшую исходную плотность приводит к получению высших конечных значений объемного веса, чем такой-же почвы с низшей плотностью. Однако повышение уплотнения измеряемого изменениями общей порозности и объемной массы почвы всегда бывает больше для разрыхленной почвы, чем для отлежавшейся (компактной) почвы. Установлено тоже, что при одинаковой исходной плотности почва с высшей влажностью подвергается уминанию (нажиму) обычно бывает сильнее утрамбованной. Время уминания тоже сказывается на величине деформации почвы. Плотность получается тем выше, чем более длительным является время давления (нажима), при чем наибольшие изменения возникают во время первых 5 секунд (80-90% деформаций вызванных в течении 30 минут).

R. TURSKI, H. DOMŻAŁ, J. HODARA

SOIL DEFORMATIONS AS THE FUNCTION OF PRESSURE, ITS ACTION TIME AND THE INITIAL STATE OF SOIL

Department of Soil Science and Agricultural Chemistry, Agricultural University of Lublin

Summary

Edometric investigations on deformation of brown soil developed from loess were carried out on samples with undisturbed structure. The measurements were conducted at three moisture levels (actual — 16.7% corresponding with the potential of pF 2.7 — also 16.7% and 5%) while pressing soil with the power of 0.15-2.1 kg/cm² for 30 minutes, the deformation magnitude being measured after 5, 10, 20, 30 sec. and 1, 2, 5, 10, 20 and 30 min.

It has been proved on the basis of the results obtained that the unit load exerts the strongest influence on the deformation magnitude. The deformation magnitude depends also on the initial density, at low unit loads and on the initial

soil moisture. At the pressure amounting to 2 kG/cm² and the moisture level to about 16% the initial soil density is decisive for its final values. The pressure of humid soil with higher initial density leads to its higher final values. On the other hand, increase of density measured by changes of total porosity and density of soil is in every case higher for loose than for rested soil. It has been proved, too, that at a similar initial density the soil with higher moisture content subjected to pressing is more compact. The pressing time exerts also a significant effect on the soil deformation magnitude. This soil density is the higher the longer is the pressure action time, the greatest changes occurring during the first 5 seconds (80-90% of deformation occurring for 30 minutes).

Prof. dr Ryszard Turski
Instytut Gleboznawstwa
i Chemii Rolnej AR
Lublin, ul. Leszczyńskiego 7

