

Grzegorz Łysiak, Janusz Laskowski, Sławomir Gawłowski  
Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego  
Akademia Rolnicza w Lublinie

## WPLYW WILGOTNOŚCI NA HISTEREZĘ ODKSZTAŁCENÍ ZIARNA PSZENICY ODMIANY KOBRA

### Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu wilgotności ziarna pszenicy na parametry uzyskane w teście osiowego obciążania i odciążania ziarna. Do badań użyto ziarno pszenicy odmiany Kobra o wilgotności od 10 do 20%. Pomiary zrealizowano na maszynie wytrzymałościowej Zwick Z020. Rejestrowane charakterystyki obciążenie-przemieszczenie przy pomocy oprogramowania TestXpert formy Zwick pozwoliły na wyznaczenie wartości energii całkowitej, sprężystej i traconej oraz wartości odkształceń sprężystych i trwałych. Wzrost wilgotności ziarna pszenicy powodował zmiany w wartościach i zależnościach pomiędzy w/w parametrami. Najmniejsze zmiany zaobserwowano dla pracy deformacji sprężystej, która jedynie nieznacznie zmieniała wraz ze wilgotnością ziarna. Znaczny wzrost natomiast obserwowano dla pracy traconej, która też wywierała zasadniczy wpływ na wartości pracy całkowitej. Podobne zależności stwierdzono analizując odkształcenia ziarna.

**Słowa kluczowe:** pszenica, ściskanie, histereza, wilgotność

### Wprowadzenie

Charakter reakcji ciała na obciążenie jest ściśle związany z jego budową strukturalną, stąd badania właściwości mechanicznych są użyteczne dla oceny jakości surowców i uzyskiwanych produktów oraz zachowania materiałów w warunkach przetwarzania. Straty energii podczas cyklicznego obciążania są wykorzystywane dla oceny przydatności materiałów konstrukcyjnych, stali i stopów, tworzyw sztucznych, materiałów ceramicznych, w rozlicznych zastosowaniach praktycznych [Baste 2001; Kucherskii 2005; Moorcroft 2001; Sawicki, Swidziński 1995]. Histereza odkształceń w materiale jest miarą energii rozpraszanej w wyniku tarcia wewnętrznego, niszczenia struktury, zjawisk lepkosprężystych [Baste 2001;

Moorcroft 2001; Kucherskii 2005]. Rozpraszanie energii jest odzwierciedleniem zjawisk towarzyszących deformacji oraz niszczeniu struktury materiału stąd może być wykorzystywane w opisie struktury badanego obiektu i w modelowaniu jego zachowania [Bohdziewicz 2003]. Może być również wiązane z odpornością materiału na pękanie [Fossdal 2005, Vincent 1982], uszkodzenia mechaniczne czy podatnością na rozdrabnianie [Dobraszczyk 1994].

### **Cel pracy**

Celem pracy było dokonanie analizy wpływu wilgotności ziarna pszenicy na niektóre parametry uzyskane w teście osiowego obciążania i odciążania ziarna pszenicy.

### **Metodyka badań**

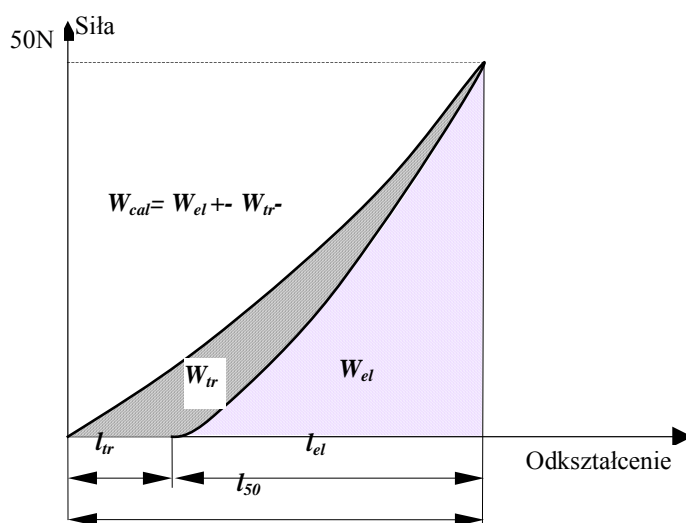
Do badań użyto ziarno pszenicy odmiany Kobra o wilgotności 10, 12, 14, 16, 18 i 20%. Założony poziom wilgotności ziarna osiągnięto poprzez dodanie wymaganej ilości wody destylowanej obliczonej na podstawie bilansu masowego do próbek o znanej wstępnej masie i wilgotności początkowej. Tak przygotowane próbki przechowywano przez okres 48 godzin. Pomiar wytrzymałościowy zrealizowano na uniwersalnej maszynie Zwick Z020. Ziarno umieszczone bruzdką w kierunku doleń nieruchomej i płaskiej płyty obciążano osiowo do ustalonej wartości siły 50N, po czym odciążano z tą samą stałą prędkością odkształcania wynoszącą 1,25 mm/min. Dla każdego pojedynczego ziarna rejestrowano charakterystyki obciążenie-odkształcenie przy pomocy specjalistycznego oprogramowania do badań cyklicznych TestXpert, firmy Zwick. Badania wykonano w 20-stu powtórzeniach dla każdej wilgotności. Wyznaczono wartości energii całkowitej, sprężystej i traconej oraz odkształcenia sprężyste i trwałe (rys. 1). Analizy statystyczne wykonano przy wykorzystaniu programu Statistica firmy Statsoft.

### **Wyniki badań**

Przykładowe uzyskane charakterystyki obciążanego i odciążanego ziarna przedstawiono na rys. 2. Zwiększenie wilgotności ziarna pszenicy miało bardzo wyraźny wpływ na przebieg krzywych. Osiągnięcie stałej wartości obciążenia (50 N) powodowało wzrost deformacji ziarna ( $l_{50}$ ) w zakresie od ok. 0,16 mm do 1,22 mm (rys. 3). Analiza istotności różnic pomiędzy średnimi przy wykorzystaniu testu Tukeya i założonym poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  potwierdziła istnienie różnic statystycznych pomiędzy średnimi dla badanych poziomów nawilżenia ziarna. Jedynie próbki ziarna o wilgotności 10 i 12% stanowiły grupę statystycznie jednorodną. Zwiększenie wartości odkształcenia całkowitego, szczególnie spowodowane było wzrostem odkształceń trwałych  $l_{tr}$ , których wartości zwiększyły się ponad dziesięciokrotnie w badanym zakresie wilgotności (rys. 3). Test Tukeya pozwolił na wy-

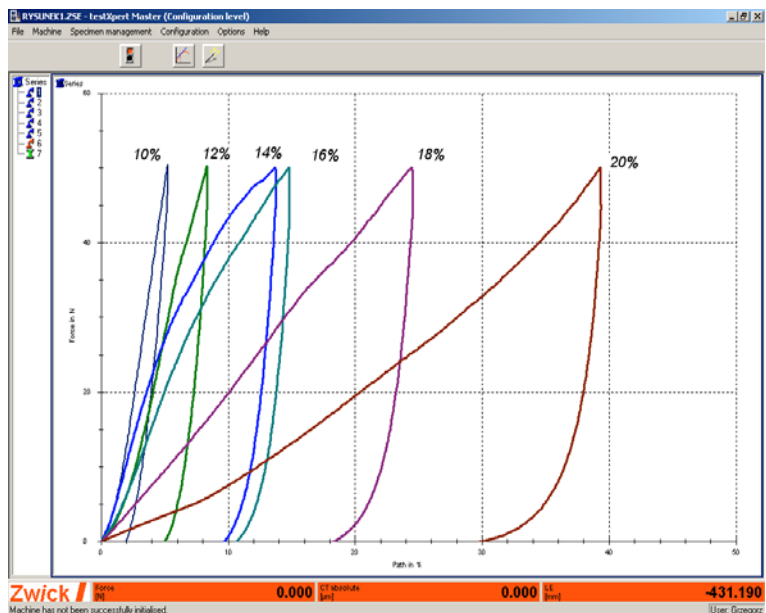
różnienie grup jednorodnych, tak jak dla odkształcenia całkowitego. Odkształcenie sprężyste zwiększało się również wraz z wilgotnością ziarna, choć jego udział procentowy w procesie ściskania malał na korzyść odkształceń plastycznych (rys. 4) z około 60 do 20% całkowitej deformacji.

Ze wzrostem wilgotności ziarna wyraźnie wzrastały nakłady pracy ściskania ziarna (rys. 5). W badanym zakresie wilgotności bardzo wyraźnie zwiększały się nakłady pracy traconej  $W_{tr}$ , od około 2 do ponad 20 Nmm. One też wywierały zasadniczy wpływ na nakłady pracy całkowitej  $W_{cal}$ . W obu przypadkach ziarno każdej wilgotności stanowiło grupę statystycznie jednorodną za wyjątkiem próbek o wilgotności 10 i 12% dla których średnie nie były istotnie różne. Ze wzrostem wilgotności ziarna, w zakresie 1,53 do 2,12 zwiększała się praca odkształcenia sprężystego  $W_{el}$ . Statystycznie natomiast, różnice nie były tak istotne jak dla prac analizowanych wcześniej. Udział pracy odkształcenia sprężystego (rys. 6) malał wraz ze wzrostem wilgotności, z około 46% dla ziarna suchego (10%) do około 8% dla ziarna wilgotnego (20%).

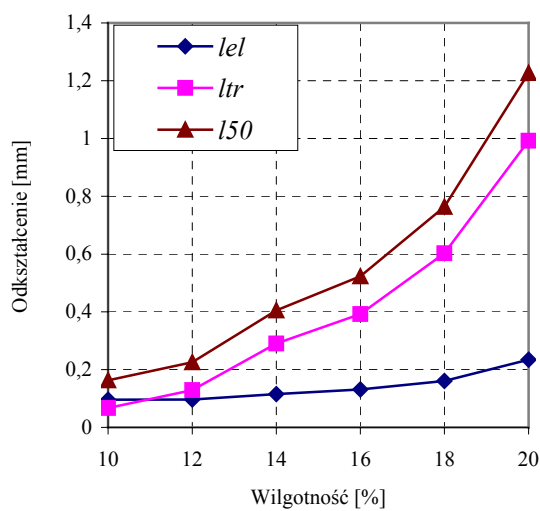


Rys. 1. Krzywa cyklicznego obciążania ziarna z wyznaczonymi do analizy parametrami.  $l_{el}$ ,  $W_{el}$  – deformacja i praca odkształcenia sprężystego,  $l_{tr}$  – deformacja trwała,  $W_{tr}$  – praca tracona,  $l_{50}$ ,  $W_{cal}$  – deformacja i praca całkowita (dla siły ustalonej na poziomie 50N)

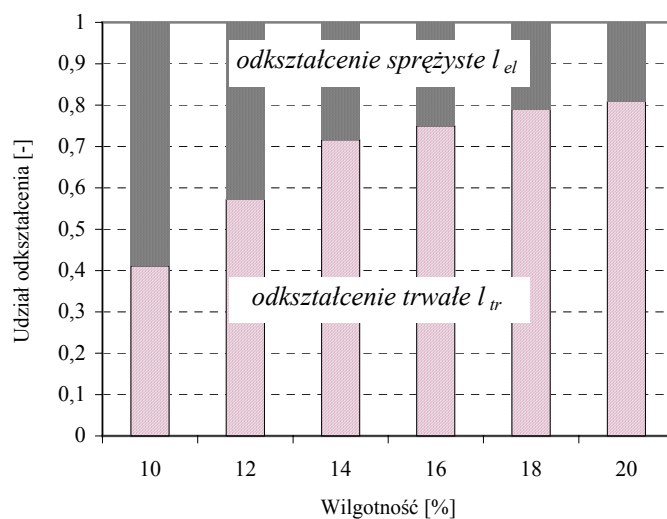
Fig. 1. Grain cyclic loading curve with parameters set out for the analysis.  $l_{el}$ ,  $W_{el}$  – deformation and elastic strain work,  $l_{tr}$  – permanent set,  $W_{tr}$  – lost work,  $l_{50}$ ,  $W_{cal}$  – deformation and total work (for the force set to 50N)



Rys. 2. Przykładowe krzywe histerezy dla ziarna pszenicy o różnej wilgotności  
 Fig. 2. Examples of hysteresis curves for wheat grain with different moisture

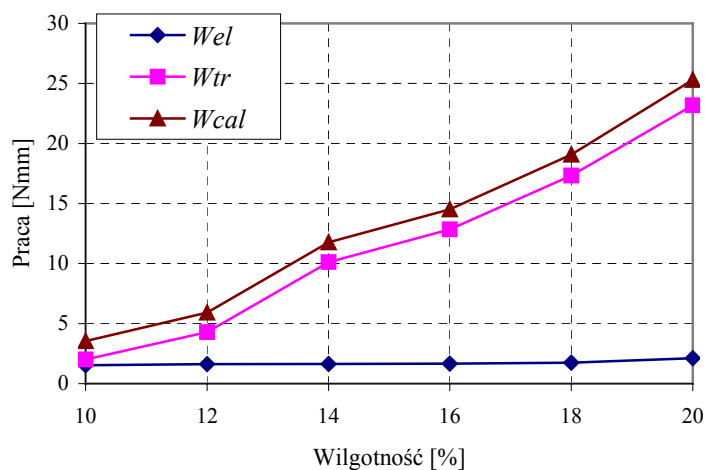


Rys. 3. Wpływ wilgotności ziarna pszenicy na wartości deformacji całkowitej, sprężystej i traconej  
 Fig. 3. Influence of wheat grain moisture on values of total, elastic and lost deformation



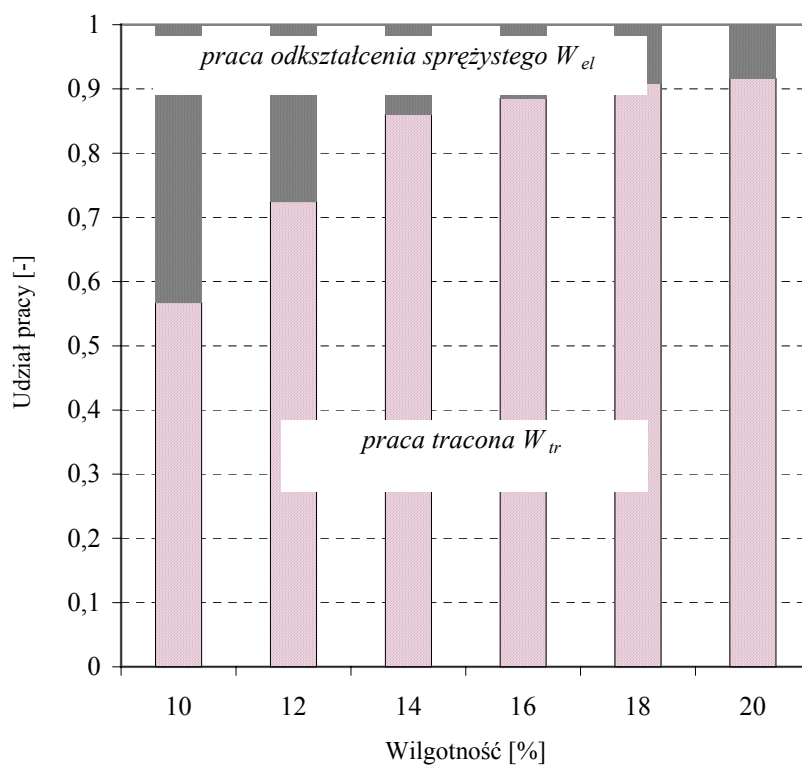
Rys 4. Udział odkształceń sprężystych i trwałych w zależności od wilgotności ściskanego ziarna pszenicy

Fig. 4. Share of elastic strain and permanent set as a function of moisture of compressed wheat grain



Rys. 5. Wpływ wilgotności ziarna pszenicy na wartości prac podczas cyklicznego obciążania

Fig. 5. Influence of wheat grain moisture on values of works during cyclic loading



Rys 6. Udział pracy sprężystej i traconej w zależności od wilgotności ściskanego ziarna pszenicy

Fig. 6. Share of elastic and lost work as a function of moisture of compressed wheat grain

### Wnioski

1. Zmiana wilgotności ziarna pszenicy powodowała zróżnicowanie wartości i zależności pomiędzy parametrami uzyskanymi w wyniku cyklicznego obciążania ziarna.
2. Ze wzrostem wilgotności zwiększały się wartości odkształceń sprężystych, trwałych i całkowitych. Najwyraźniej rosły odkształcenia trwałe.
3. Praca deformacji sprężystej jedynie nieznacznie zmieniała się wraz z wilgotnością ziarna. Znaczny wzrost natomiast obserwowano dla pracy traconej, która wywierała zasadniczy wpływ na wartości pracy całkowitej.
4. W zakresie wilgotności 10-14% obserwowano najszybsze zmiany udziału odkształceń trwałych i pracy traconej w procesie ściskania ziarna pszenicy.

## **Bibliografia**

Baste S. 2001. Inelastic behaviour of ceramic-matrix composites. *Composites Science and Technology*, 61, 15, 2285-2297.

Bohdziewicz J. 2003. Histereza odkształceń miększu wybranych warzyw. *Acta Agrophysica*, 2, 4, 707-716.

Dobraszczyk, B.J. 1994. Fracture mechanics of vitreous and mealy wheat endosperm. *Journal of Cereal Science*, 19, 273-282.

Fossdal A., Einarsrud M.-A., Grande T. 2005. Mechanical properties of LaFeO<sub>3</sub> ceramics. *Journal of the European Ceramic Society*, 25, 927-933.

Kucherskii A.M. 2005. Hysteresis losses in carbon-black-filled rubbers under small and large elongations. *Polymer Testing*, 24, 6, 733-738.

Moorcroft C.I., Ogrodnik P.J., Thomas P.B.M., Wade R.H. 2001. Mechanical properties of callus in human tibial fractures: a preliminary investigation *Clinical Biomechanics*, 16, 9, 776-782.

Sawicki A., Swidzinski W. 1995. Cyclic compaction of soils, grains and powders. *Powder Technology*, 85, 2, 97-104.

Vincent J.F.V. 1982. *Structural Biomaterials*. The Macmillan Press Ltd, Hong Kong, 1982.

## **INFLUENCE OF MOISTURE ON DEFORMATION HYSTERESIS OF WHEAT GRAIN (VARIATION KOBRA)**

### **Summary**

The paper presents results of test of influence of wheat grain moisture on parameters obtained in a test of axial loading and unloading of grain. For tests wheat grain variation Kobra with a moisture from 10 to 20% was used. The measurements were performed on the testing machine Zwick Z020. The loading-displacement characteristics recorded using the TestXpert software by Zwick allowed to set out a value of total elastic strain and lost energy and elastic strain and permanent set values. Increase of wheat grain moisture caused changes in values and relations between the parameters mentioned above. The lowest changes were observed for work of elastic strain, which changed only slightly with the change of grain moisture. Considerable increase was observed for lost work, which also had significant influence on values of total work. Similar relations were found by analyzing grain deformations.

**Key words:** wheat, compression, hysteresis, moisture