

## UKŁAD POMIAROWY DO MASZYN WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH TYPU ZD Z KOMPUTEROWĄ REJESTRACJĄ I ANALIZĄ PARAMETRÓW PROCESÓW ŚCISKANIA

Janusz Laskowski, Stanisław Skonecki, Jacek Gowin \*

Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego

\* Katedra Fizyki

Akademia Rolnicza w Lublinie

**Synopsis:** W pracy przedstawiono układ pomiarowy z komputerową rejestracją wartości siły ściskającej i odkształcenia materiału dostosowany do maszyn wytrzymałościowych typu ZD. Układ i program komputerowy opracowano do badań oraz analizy procesów aglomerowania materiałów sypkich. Ze względu na uniwersalność może być stosowany do badań różnych procesów np. obróbki plastycznej czy do badań właściwości wytrzymałościowych materiałów.

**Słowa kluczowe:** maszyny wytrzymałościowe, komputerowy układ pomiarowy, badania procesów ściskania, aglomerowania.

### Wprowadzenie

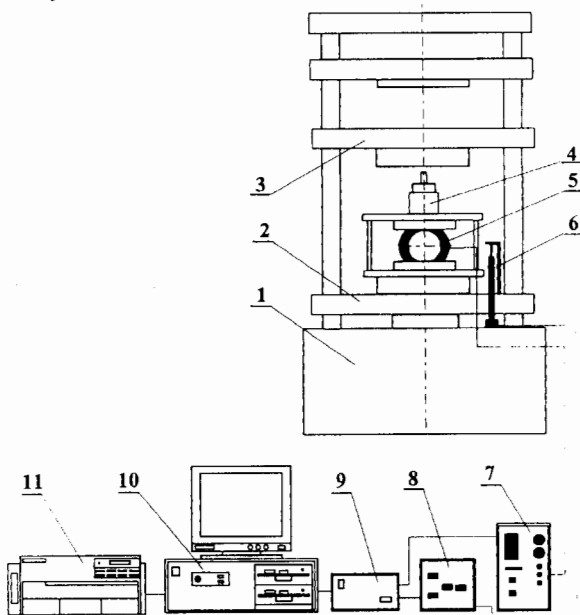
Znajomość zmian wartości odkształcenia materiałów pod wpływem siły nacisku jest niezbędna do opisu i oceny procesów występujących w obróbce plastycznej materiałów; granulacji różnych materiałów chemicznych, spożywczych, paszowych i innych, oraz do badania właściwości wytrzymałościowych materiału.

Do wyznaczenia zależności pomiędzy siłą nacisku a odkształceniem materiału stosowane są aktualnie maszyny wytrzymałościowe o dużym zakresie sił z komputerową rejestracją i analizą wyników badań. Będąc w dyspozycji wielu jednostek badawczych maszyny wytrzymałościowe np. typu ZD produkcji

niemieckiej nie spełniają tych wymagań. Celowym jest więc opracowanie do tego typu maszyn komputerowych układów pomiarowych. W badaniach własnych podjęto próbę dostosowania maszyny wytrzymałościowej typu ZD 40 do badań procesu granulowania materiałów z wykorzystaniem komputera klasy PC/AT. Układ badawczy wykonano w oparciu o własną metodę badań zagęszczania materiału w zamkniętej komorze lub jego wytłaczania przez otwór w matrycy [Laskowski, Skonecki, 1994].

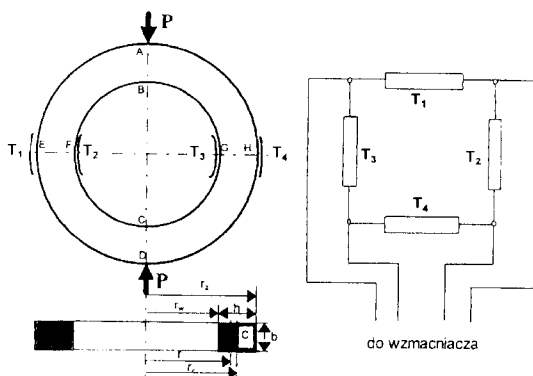
### Układ pomiarowy

Układ pomiarowy z komputerową rejestracją wartości siły ściskającej i odkształcenia materiału dostosowany do maszyn wytrzymałościowych typu ZD przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Schemat układu pomiarowego do maszyny wytrzymałościowej typu ZD z komputerową rejestracją parametrów procesu ściskania: 1 - maszyna wytrzymałościowa; 2 - ruchomy stół maszyny; 3 - nieruchomy stół maszyny; 4 - matryca; 5 - przetwornik tensometryczny; 6 - przetwornik przemieszczeń liniowych; 7 - wzmacniacz tensometryczny; 8 - przyrząd z falą nośną MPL; 9 - przetwornik analogowo-cyfrowy; 10 - komputer; 11 - drukarka.

Fig.1. Scheme of measuring system for testing machine of type ZD with computer registration of compression process parameters: 1-testing machine, 2-movable table of machine, 3-still table of machine, 4-matrix, 5-tensometric transducer, 6-linear displacement transducer, 7-tensometric amplifier, 8-device with bearing wave MPL, 9-a/d converter, 10-computer, 11-printer



Rys. 2. Schemat przetwornika tensometrycznego.  $T_1, T_2, T_3, T_4$  tensometry oporowe;  $r_z, r_w$  - promień zewnętrzny i wewnętrzny pierścienia;  $r$  - promień krzywizny warstwy obojętnej;  $r_c$  - promień krzywizny linii utworzonej przez środki ciężkości C przekrojów poprzecznych pierścienia

Fig.2. Scheme of tensometric transducer:  $T_1, T_2, T_3, T_4$  - resistance tensometers;  $r_z, r_w$  - external and internal radii of the ring;  $r$  - curvature radius of neutral layer;  $r_c$  - curvature radius of the line formed by centres of gravity C of the ring cross sections

Do pomiaru siły ściskającej zastosowano pierścieniowy przetwornik tensometryczny 5 (rys. 1). Budowę przetwornika i schemat połączeń tensometrów pokazano na rys. 2. Na pierścieniu stalowym naklejono cztery tensometry oporowe ( $T_1, T_2, T_3, T_4$ ), po dwa na wewnętrznej i zewnętrznej powierzchni pierścienia, wzdłuż osi prostopadłej do kierunku działania siły. Tensometry zostały połączone ze sobą w układ tzw. pełnego mostka i przyłączone do wzmacniacza tensometrycznego 7 (rys. 1) i komputera 10 poprzez przetwornik analogowo-cyfrowy 9. Stosowano dwa pierścienie, jeden dla maksymalnej siły obciążającej 200 kN, drugi dla 400 kN.

Tabela 1

Dane techniczne pierścieni tensometrycznych

Table 1

Technical data of tensometric rings

Zakres siły [kN]	Średnica zewnętrzna pierścienia [mm]	Średnica wewnętrzna pierścienia [mm]	Szerokość pierścienia [mm]	Napięcie w punktach: [MPa]				Odształcenie względne w punktach:	
				A, D	B,C	E,H	F,G	E,H	F,G
200	135	85	60	485	660	277	377	0,00129	0,00175
400	135	65	60	417	679	238	388	0,00111	0,00180

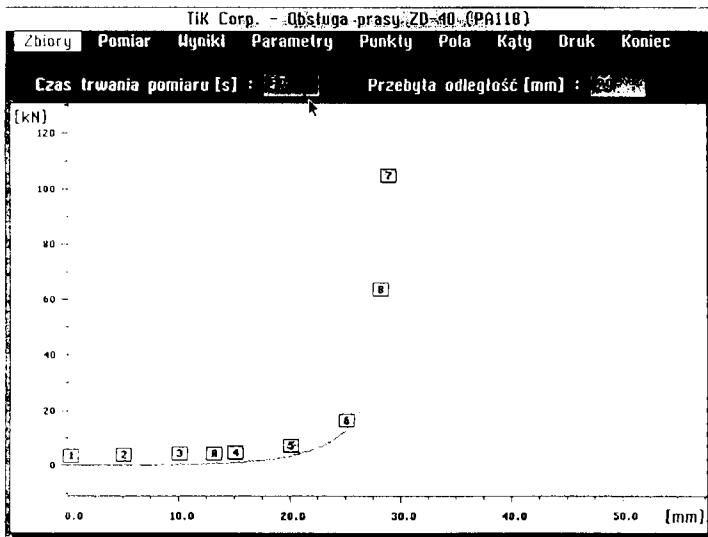
Pierścienie zaprojektowano tak, aby przy maksymalnej mierzonej przez przetwornik sile, wartość zmiany oporu tensometrów mieściła się w najwyższym zakresie pomiarowym wzmacniacza. Do obliczeń wytrzymałościowych zastosowano teorię prętów zakrzywionych o dużej krzywiznie względnej [Niezgodziński, 1977, 1979]. Wyniki obliczeń przedstawiono w tabeli 1 (oznaczenie punktów zgodne z rys. 2, punkty E, F, G i H - miejsca przyklejenia tensometrów).

Wielkość odkształcenia rejestrowana jest za pomocą przetwornika przemieszczeń liniowych typu PSx 6 (rys. 1) sprzęgniętego z komputerem 10 poprzez przyrząd z falą nośną MPL 8 i przetwornik analogowo-cyfrowy 9. Główne elementy układu pomiarowego przemieszczeń tj. przetwornik PSx i przyrząd MPL zakupiono w Towarzystwie Produkcyjno-Handlowym "PELTRON Ltd." w Warszawie.

Rejestrację i analizę wyników badań umożliwia specjalistyczny program komputerowy, wykonany w Pracowni Aparatury Pomiarowej "Tuxlab" w Lublinie.

## Opis programu

Program komputerowy opracowano wykorzystując doświadczenia z badań procesu zagęszczania materiałów biologicznych na urządzeniu Instron 4302 [Laskowski, Skonecki, 1995].



Rys. 3. Wygląd ekranu komputerowego z menu głównym i charakterystyką zagęszczania materiału

Fig.3. View of computer monitor with main menu and characteristics of material consolidation

Podobnie, jak w zastosowaniu do urządzenia Instron, program składa się z dwóch części. Pierwsza jest przeznaczona do bezpośredniego zbierania danych pomiarowych (wartości sił i przemieszczeń) w czasie prowadzenia badań doświadczalnych na urządzeniu oraz zapisu tych danych ( po zakończeniu pomiaru) na dysku. Druga część programu służy do analizy wyników badań. Poszczególne elementy programu zawarte są w rozwijanym tzw. "Pull - down" menu. Na rys. 3 przedstawiono przykładowy wygląd ekranu komputerowego z menu głównym i charakterystyką zagęszczania (zależność pomiędzy siłą zagęszczania a odkształceniem materiału). Menu główne zawiera dziewięć rozwijanych opcji: zbiory, pomiar, wyniki, parametry, punkty, pola, kąty, druk, koniec. Dwie pierwsze opcje służą do zbierania danych pomiarowych i ich zapisu na dysku. Opcje wyniki, parametry, punkty, pola, kąty wykorzystywane są do analizy wyników badań. W stosunku do dotychczas stosowanych programów maszyn wytrzymałościowych własny program umożliwia bardzo szczegółowe przeanalizowanie zależności pomiędzy siłą a odkształceniem dla wyznaczanych dowolnie punktów na krzywej (rys. 3). Wykorzystując opcję "pola" można określić wartość nakładów energetycznych w dowolnym etapie badanego procesu (pola pod krzywą pomiędzy zaznaczonymi interesującymi punktami). Następna opcja "kąty" służy do określenia nachylenia odcinka pomiędzy dowolnymi punktami (w N/mm). Opcja druk umożliwia drukowanie wykresu, tabel punktów, pól, katów. Wyjście z programu realizowane jest poprzez opcję "koniec".

Poszczególne opcje są rozwijane i zawierają pozycje podobne do przedstawionych w opisie programu komputerowego opracowanego dla urządzenia Instron [Laskowski, Skonecki, 1995].

Program w zastosowaniu do badania procesów aglomerowania umożliwia szczegółową analizę otrzymanych charakterystyk tj. wyznaczenie parametrów procesu (wartości siły, gęstości materiału, nakładów energetycznych itd.) oraz określenie ilościowych wskaźników podatności materiału do granulowania.

## Podsumowanie

Opracowany zestaw pomiarowy może być wykorzystany do maszyn wytrzymałościowych o różnej dopuszczalnej sile nacisku (zastosowano wymienny pierścień tensometryczny).

Uniwersalność jego umożliwia prowadzenie badań w różnych dziedzinach, a uzyskiwana wysoka dokładność pomiarów pozwala eliminowanie dotychczas stosowanych prostych urządzeń rejestrująco-piszących.

**Bibliografia**

- Laskowski, J., S. Skonecki. 1994. Metoda określania parametrów zagęszczania materiałów pochodzenia biologicznego. Mat. III Ogólnopolskiej i II Międzynarodowej Konferencji Naukowej nt. "Rozwój teorii i technologii w technicznej modernizacji rolnictwa " ART, Olsztyn, (s. 29-33).
- Laskowski, J., S. Skonecki . 1995. Wspomaganie komputerowe w badaniach procesu granulowania materiałów biologicznych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. (w druku).
- Niezdodziński, M. E., T. Niezdodziński. 1977. Wzory, wykresy i tablice wytrzymałościowe. PWN, Warszawa.
- Niezdodziński, M. E., T. Niezdodziński. 1979. Wytrzymałość materiałów. PWN, Warszawa.

J.Laskowski, S.Skonecki, J.Gowin

MEASURING SYSTEM FOR TESTING MACHINES OF TYPE ZD WITH  
COMPUTER REGISTRATION AND ANALYSIS OF COMPRESSION  
PROCESS PARAMETERS

Summary

This paper presents the measuring system for resistance machines of the type ZD with computer registration and analysis of the parameters of material compression processes. To measure the force, a ring tensometric transducer was used, while to measure material deformation, the displacement transducer of the type Psx was used. The transducers were connected to the computer with the tensometric amplifier, the instrument with the bearing wave MPL, and the a/d converter. Special computer program was also characterised and its options are described. Measuring system was used for investigating the processes of material agglomerating (condensing, granulation).