

**Maciej KUCHAR**  
Politechnika Łódzka  
**Jerzy SŁODOWY**  
Politechnika Łódzka

## **ELEKTROMAGNETYCZNE URZĄDZENIE DO WIBRACYJNEGO ZAGĘSZCZANIA WĄTKÓW PODCZAS TKANIA**

### **Słowa kluczowe**

Tkanie, krosno, dobicie wątku, drgania, płocha, bidło, energia dobicia.

### **Streszczenie**

Przedstawiono nową konstrukcję mechanizmu płochy wibracyjnej i wstępne badania testujące jej działanie. Wykazano korzyści płynące z jej użycia: 1) uzyskanie zamierzonych zagęszczeń wątku przy mniejszym nakładzie pracy bidła dla przypadku wibracyjnej płochy niż dla płochy konwencjonalnej; 2) zmniejszenie napięcia osnowy podczas dobijania wątku dla przypadku płochy wibracyjnej wobec płochy sztywnej.

### **Wstęp**

Wibracyjne zagęszczanie wątku podczas wytwarzania tkaniny zostało zaproponowane po raz pierwszy przez Janusza Szoslanda i Zbigniewa Wrocławskiego [1] w latach sześćdziesiątych ub. stulecia. Powstała wtedy praca doktorska, prezentowała bezwładnościowy mechanizm realizujący tę koncepcję. Osiągnięto korzyści w zakresie zwiększenia wypełnienia wyrobu wątkiem.

Od lat sześćdziesiątych zmieniły się zasadniczo warunki tkania, do których ówczesny mechanizm dobijający już nie przystaje. Współczesne krosna to zło-

zone, szybkie i zwarte konstrukcje. Dziś duże siły dobiecia wątku osiągnane są na drodze dynamicznej przez niewielkie a bardzo szybkie mechanizmy bidłowe. Kłopotliwe lub wręcz niemożliwe jest umieszczanie na nich (dla wzbudzenia wibracji płochy) dodatkowych mechanizmów, szczególnie masywnych i dużych. Współczesny mechanizm wibrującej płochy musi więc zapewniać osiąganie dużych częstotliwości pracy maszyny, efektywne dobiecie i być lekką, zwartą konstrukcją – proponuje się rozwiązanie elektromagnetyczne. Pomimo znacznego postępu w zakresie budowy maszyn, żadne z dzisiaj produkowanych krosien nie dobija wątku wibracyjnie. Zagadnienie było teoretycznie analizowane przez czeski [5] i estoński [6] ośrodki badawcze w zakresie budowy tkanin, co do tribologicznych warunków zagęszczania wątku.

Autorzy niniejszego opracowania inspirowani przez Z. Wrocławskiego poszukują współczesnego rozwiązania wprawiającego płochę krosna w ruch wibrujący. Poczynaniom swoim stawiają dwie podstawowe tezy:

- wibracyjne dobiecie umożliwi osiągnięcie większych zagęszczeń wątku w wyrobie i zmniejszy obciążenie osnowy podczas tkania,
- wibracyjne dobiecie zmniejszy dynamiczne obciążenie mechanizmu dobijającego.

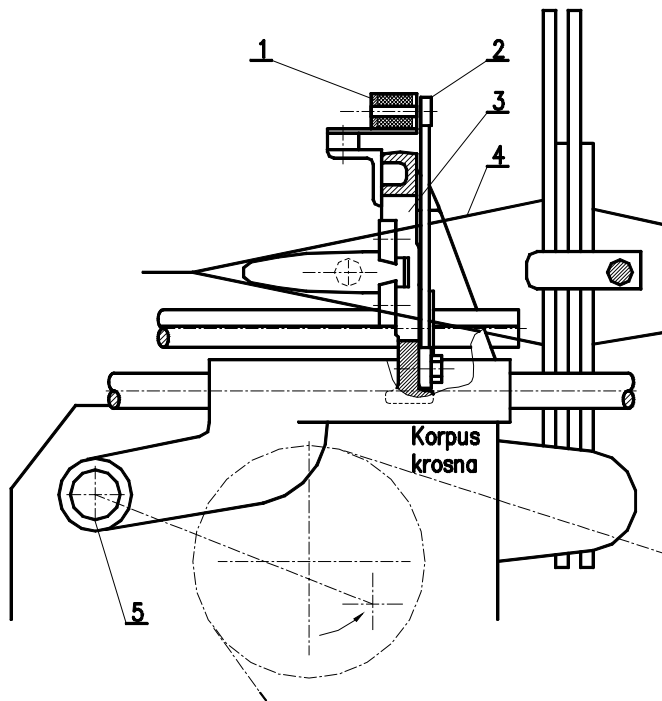
Ponieważ w tkaninach gęstych używa się często nitek zbudowanych z włókien cienkich, w tym tzw. mikrowłókien, dynamika procesu formowania tkanin powinna z jednej strony zawierać w sobie możliwość odpowiednio dużych zagęszczeń, z drugiej jednak strony być na tyle stonowana, by nie uszkadzać tych, siłą rzeczy, delikatnych włókien. Obok istniejących krosien dysponujących dużą siłą dobiecia wątku, pojawiła się potrzeba stosowania maszyn o nie mniejszych możliwościach zagęszczeń, ale delikatniejszym oddziaływaniu nie tylko na wątek, lecz i na osnowę.

Osadzenie wątku w tkaninie wymaga dzisiaj użycia bidła o współczynniku wielokrotności masy wobec odcinka wprowadzanego wątku rzędu  $2 \cdot 10^6$ . Używanie do ruchów zwrotnych mechanizmów o takich masach pociąga za sobą znaczne nakłady energetyczne, wywołuje podczas eksploatacji kłopoty trwałościowe, wydajnościowe i in. Pojawia się potrzeba osadzenia w krośnie mechanizmu dobijającego, co najmniej tak skutecznego jak dotychczasowy, lecz mniej obciążającego (degradującego) przetwarzany materiał.

Prezentowana koncepcja mechanizmu spełnia te wymogi. Warunki, w jakich odbywa się dzisiaj proces tkacki, predestynują do rozwiązań elektromechanicznych. Zakładane parametry ruchu wibracyjnego są wtedy osiągalne, a elektroniczny system zapewnia nad nimi kontrolę. Przedstawione niżej badania służyć mają rozpoznaniu możliwości wibracyjnego dobijania wątku w warunkach narzucanych przez współczesne krosno.

## 1. Stanowisko badawcze

Przygotowano stanowisko, jak na rysunku 1. Siłownikiem nadającym ruch wibracyjny płosze jest elektromagnes 1 związany sztywno z bidłem 3. Bidło, wraz z płochą 2 (mocowaną do bidła tylko dolnym grzbietem), wykonuje swój podstawowy ruch posuwisto-zwrotny, napędzane mechanizmem korbowo-wahaczowym 5. Elementem realizującym ruch wibracyjny, nakładany na ruch podstawowy, jest płocha. Płocha u swojego dołu jest mocowana sztywno do bidła i pracuje w układzie belki sprężystej. Jest to nowatorskie urzeczywistnienie wibracyjnego dobicia – dawne rozwiązanie zawierało między płochą a bidłem dodatkową sprężynę – źródło siły restytucyjnej wibracji. Poprawna praca takiego układu płochy znalazła potwierdzenie już na etapie badań wstępnych. Krosno obłożono bawełniano-wiskozową osnową 4, o masie liniowej 40 tex.



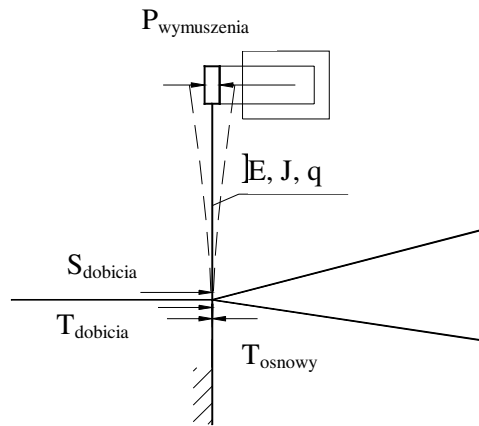
Rys. 1. Stanowisko badawcze

W skład stanowiska badawczego wchodzi tor pomiarowy oparty na dwóch czujnikach. Są to: tensometryczny czujnik napięcia osnowy, za pośrednictwem którego rejestrowano przebiegi zmian obciążenia osnowy, i pojemnościowy czujnik przemieszczenia, za pośrednictwem którego rejestrowano przebiegi zmian położenia grzbietu płochy względem bidła. Uzyskiwane poprzez ten

czujnik przebiegi opisują ruch wibracyjny płochy, przenoszony na ruch krawędzi wytwarzanej tkaniny.

## 2. Badania układu drgającego

Badania przy wyłączonym ruchu podstawowym bidła przeprowadzono w celu identyfikacji układu drgającego wibrującej płochy i określenia jego podstawowych parametrów. Układ wibrujący (rys. 2) stanowi płocha, sama będąc w nim elementem sprężystym; tłumienie pochodzi przede wszystkim od osnowy i wątku. Badania polegają na określeniu sztywności i tłumieniu drgań metodą analizy drgań swobodnych.



Rys. 2. Schemat obciążenia płochy

Wyznaczenie sztywności układu wibracyjnego nie jest kłopotliwe. Sztywność jest możliwa do określenia zarówno na drodze eksperymentalnej, jak i analitycznej. To samo dotyczy częstotliwości własnej układu. Płochę traktuje się jako szereg belek sprężystych w układzie równoległym. Działa na nią siła wymuszająca  $P_{wym}$ . Dodatkowo, podczas dobicia, działa siła o charakterze sprężystym od układu tkanina–osnowa ( $S_{dobicia}$ ).

Konieczność eksperymentu pojawiła się natomiast przy określaniu tłumienia układu. Siły kształtujące tłumienie ruchu wibracyjnego płochy można podzielić na dwie grupy: Pierwsze występują podczas całego cyklu pracy krosna, i pochodzą od:

- przeczesywania nitki osnowy przez płochę podczas wibracji ( $T_{osnowy}$ ),
- tłumienia wewnętrznego płochy,
- strat brodenia w powietrzu.

Drugą grupę stanowią składowe oporu technologicznego występującego wyłącznie podczas dobicia ( $T_{dobicia}$ ); powodowane są przez:

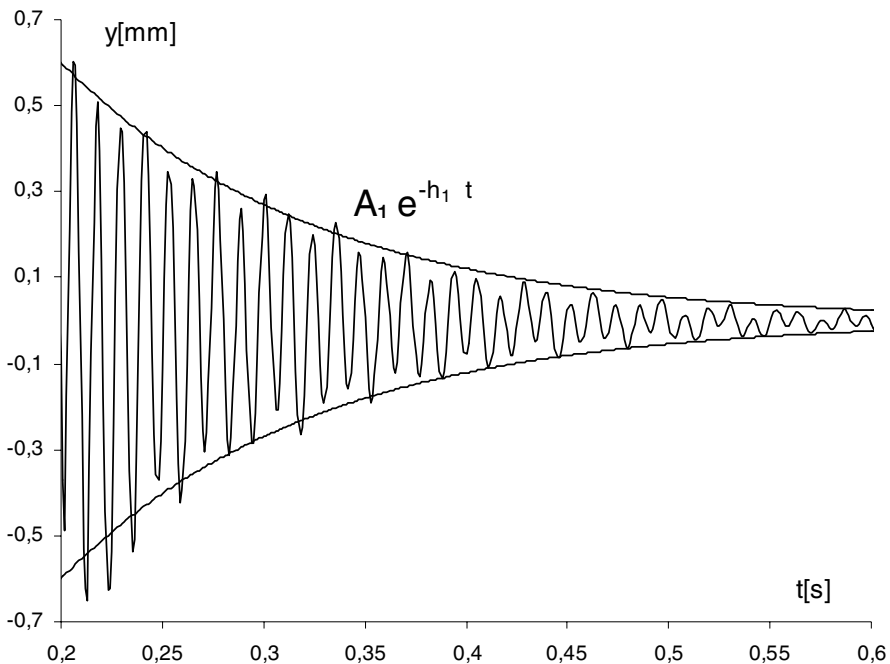
- tarcie związane z przemieszczaniem wątku po osnowie,
- tarcie wewnętrzne w wątku deformowanym dobiciem,
- straty wynikające z cyklicznego obciążania sprężysto-plastycznego układu osnowa–tkanina, mające swe źródło w napinaniu osnowy i w pokonywaniu sił bezwładności nitek osnowy na odcinku krawędź tkaniny–przewał.

Z punktu widzenia opisu pracy mechanizmu wibrującego istnieje potrzeba określenia tłumienia zarówno w fazie dobicia, jak i w pozostałym cyklu pracy krosna.

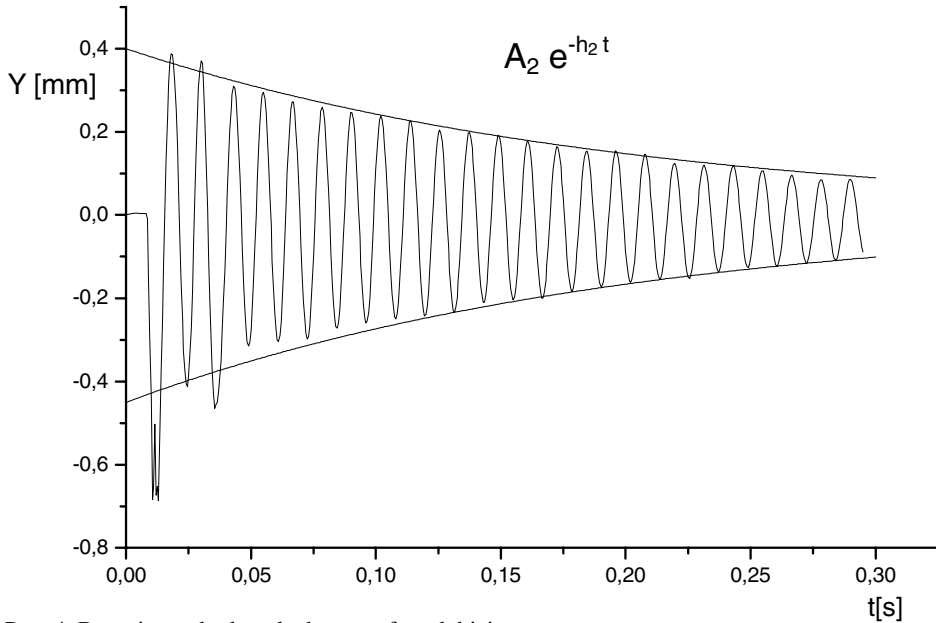
Do analizy tłumienia przyjęto model liniowy drgań układu z tłumieniem wiskotycznym.

$$\ddot{x} + 2h\dot{x} + \omega^2 x = 0.$$

Zarejestrowano przebiegi drgań swobodnych płochy; na rysunkach 3 i 4 przedstawiono ich przykłady. Posłużyły one do wyznaczenia wartości wykładnika tłumienia wiskotycznego  $h$  ruchu wibracyjnego płochy. W tabeli 1 przedstawiono jego przykładowe wartości.



Rys. 3. Drgania swobodne płochy w fazie dobicia



Rys. 4. Drgania swobodne płochy poza fazą dobiecia

Tabela 1. Wyznaczanie wykładnika tłumienia  $h$ 

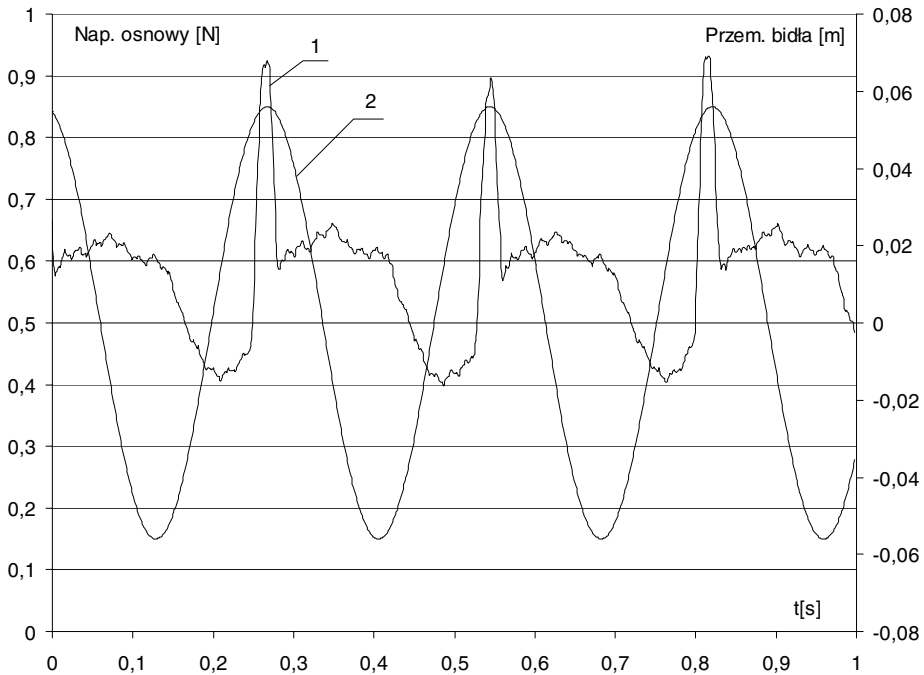
	1 próba	2 próba	3 próba
w fazie dobiecia – $h_2$	8,3	7,8	9,0
poza fazą dobiecia – $h_1$	4,2	4,8	4,9

Jak widać, tłumienie z tytułu innych czynników niż dobiecie stanowi znaczny udział w globalnym tłumieniu ruchu wibracyjnego płochy. Przynajmniej w doraźnych warunkach stanowiska badawczego. A skoro tak, to nakład energetyczny na podtrzymanie ruchu wibracyjnego w pozostałej części cyklu pracy, poza fazą dobiecia, jest również znaczny. Z wstępnych analiz wynika, że jest on większy od samej energii dobiecia. Jest to ważne stwierdzenie z punktu widzenia zakresu trwania ruchu wibracyjnego. Można bowiem rozważyć wibrowanie płochy jedynie w obrębie fazy dobiecia. Pozwoliłoby to na zmniejszenie nakładów energetycznych na ruch wibracyjny płochy oraz zmniejszenie gabarytów i mocy modułu napędowego wibrującej płochy.

### 3. Badania skutków technologicznych

Niżej przedstawione badania wstępne mają na celu weryfikację tez koncepcji wibracyjnego dobiecia. Są ponadto źródłem założeń koncepcyjnych odnośnie do dalszych prac projektowych stanowiska badawczego.

Kształtowanie się przebiegu siły dobiecia zaobserwowano podczas rejestracji napięcia osnowy podczas tkania. Przedstawiony na rysunku 5 przebieg siły należy rozumieć jako superpozycję siły dobiecia i napięcia osnowy z tytułu otwierania przesmyku. Sam przebieg siły dobiecia, jak widać, jest zbliżony do trójkątnego z wartością maksymalną zależną od zagęszczenia tkaniny wątkiem.

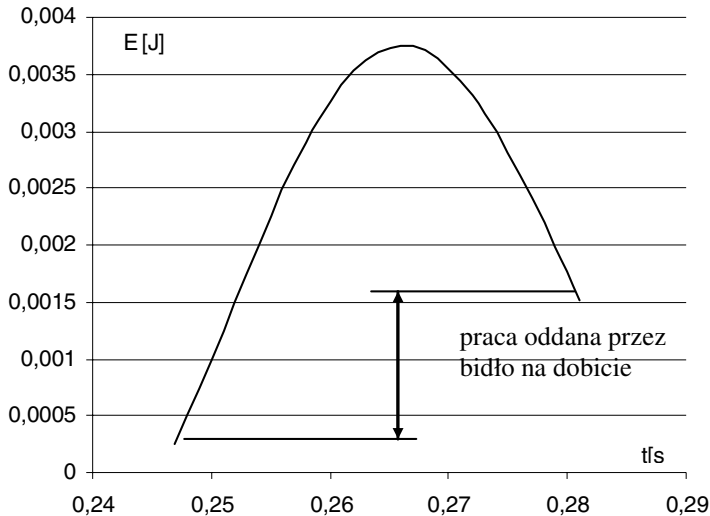


Rys. 5. Przebieg siły 1 napięcia osnowy oraz przemieszczeń 2 bidła w funkcji czasu

### 3.1. Wyznaczanie energii dobijania wątku

Na przebieg siły nałożono przebieg ruchu bidła. Analiza obu pozwoliła na oszacowanie energii wydatkowanej w trakcie ruchu bidła podczas dobijania (rys. 6). W trakcie ruchu bidła w kierunku zgodnym z kierunkiem dobiecia energia jest wydatkowana zarówno na przemieszczanie wątku, jak i napinanie osnowy oraz ugięcie płochy. Po zmianie kierunku ruchu bidła osnowa i płochy rozprężając się oddaje część wydatkowanej energii. Proces trwa aż do chwili utraty kontaktu pomiędzy płochą a krawędzią tkaniny. Za energię dobijania uważa się więc różnicę wydatkowanej energii podczas ruchu bidła zgodnym z dobieciem i energii odebranej podczas ruchu powrotnego. Z tego punktu widzenia przez energię dobijania rozumie się ogół traconej energii w procesie technologicznym, a nie wyłącznie energię wydatkowaną na osadzanie wątku (tarcie wątku o osno-

wę). W badanym przypadku energia dobicia wynosi ok. 0,012 J na nitkę osnowy. W podobny sposób przeanalizowano energię dobijania na podstawie szeregu przebiegu przemieszczeń płochy wibrującej. Energia dobijania w przypadku dobicia z płochą wibrującą nie różni się znacząco.



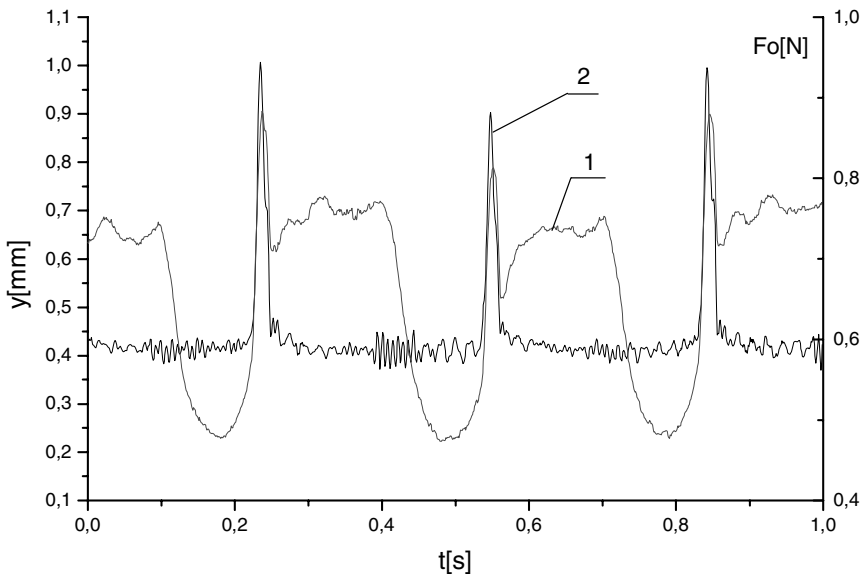
Rys. 6. Energia oddana przez bidło podczas dobicia odniesiona do jednej nitki osnowy

### 3.2. Analiza porównawcza technologicznych skutków działania płochy wibracyjnej

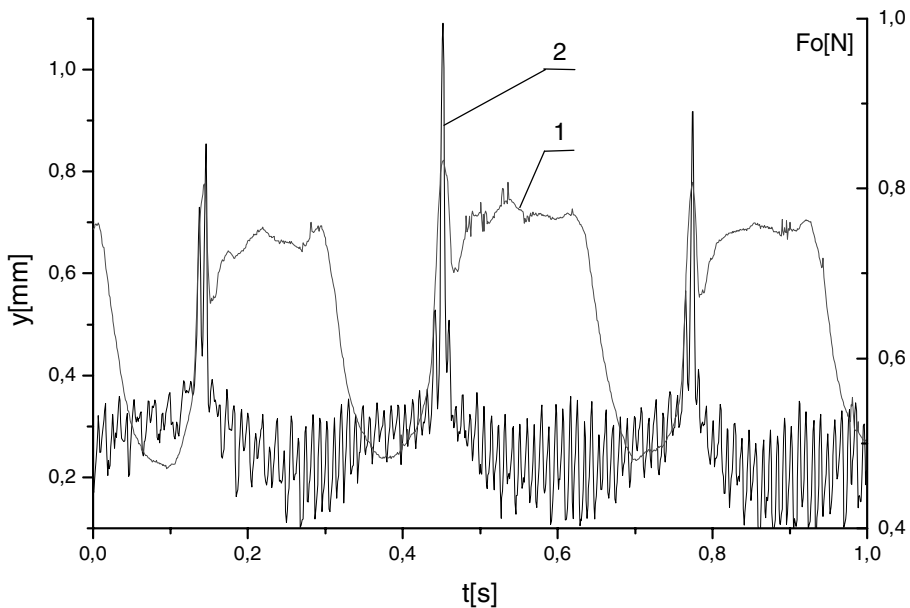
Obiecujące zjawiska zaobserwowano podczas analizy porównawczej przebiegów przemieszczeń płochy i napięcia osnowy podczas tkania. Przeanalizowano szereg przebiegów zarejestrowanych podczas pracy krosna z płochą sztywną oraz wibrującą, na przykład takich jak na przedstawionych rysunkach 7 i 8. Wyniki analizy materiału badawczego przedstawiono w postaci tabeli 2.

Analiza przebiegów wskazuje na mniejsze ugięcia płochy podczas dobicia w przypadku płochy wibrującej szczególnie w zakresie mniejszych zagęszczeń. Mniejsze ugięcia świadczą o mniejszej sile obciążającej bidło podczas dobicia. Należy przy tym wspomnieć, że nie zaobserwowano istotnych zmian liczności wątków w wytwarzanej podczas badań tkaninie. A skoro tak, to fakt wibracji płochy nie powoduje zmniejszenia intensywności dobicia. Jednocześnie nie generuje większych obciążeń mechanizmu bidłowego, przeciwnie, zmniejsza je. Innymi słowy wibracja płochy przejmuje część obciążenia efektywnego dobicia. Zjawisko to jakościowo weryfikuje tezę o odciążeniu mechanizmu bidłowego w krośnie przy dobiciu wibracyjnym.





Rys. 7. Przeszyczenia płyty sztywnej względem bidła 2 i napięcie osnowy 1 podczas tkania



Rys. 8. Przeszyczenia płyty wibrującej względem bidła 2 i napięcie osnowy 1 podczas tkania

Zaobserwowano znaczne zmniejszenie amplitudy wibracji na odchylonej podczas dobicia płosze wobec amplitudy wibracji na pozostałej części cyklu pracy krosna (rys. 8). Widoczne jest szczególnie w zakresie większych zagęsz-

czeń wątków, tam gdzie następuje znaczne odchylenie płochy. Niewątpliwie podczas dobicia, pod wpływem nacisku dobijanego wątku na płochę, następuje powiększenie szczeliny powietrznej między elektromagnesem, będącym siłownikiem ruchu wibrującego, a płochą, której grzbiet jest zworą magnetowodową tego układu. To powiększenie szczeliny powietrznej pociąga za sobą słabsze działanie elektromagnesów. Wskazuje to na potrzebę opracowania innej koncepcji modułu wymuszenia ruchu wibracyjnego płochy, gdyż właśnie podczas dobijania, gdy ruch wibrujący jest efektywnie wykorzystywany, jego amplituda jest zmniejszana. Zmniejszana nie tylko dla wyżej przedstawionej przyczyny, ale i z powodu szczególnie w tym krótkim przedziale czasu dużego tłumienia pochodzącego od krawędzi tkaniny, z którą płocha jest w styczności. Próbą zaradzenia może być zastosowanie sztywnego ograniczenia odchylenia płochy.

Tabela 2. Maksymalne wartości odchylenia grzbietu płochy i siły napięcia osnowy podczas dobicia

	Odchylenie [mm]		Siła napięcia osnowy** [N]		Zagęszczenie* [nitek/cm]
	PS	PW	PS	PW	
Obszar w pobliżu nadrabiania tkaniny	0,59	0,45	1,258	1	23
	0,48	0,69	1,123	0,838	
	0,57	0,52	1,204	0,915	
Obszar o dużym zagęszczeniu wątków	0,62	0,57	1,06	0,82	21
	0,77	0,62	1,19	0,87	
	0,61	0,58	1,02	0,82	
Niewielkie zagęszczenie wątków	0,704	0,65	0,8	0,74	18
	0,57	0,46	0,47	0,74	
	0,68	0,62	0,94	0,65	
	0,72	0,63	0,68	0,63	17
	0,63	0,48	0,63	0,58	
	0,6	0,64	0,67	0,72	

\* liczność wątków przypadająca na 10 mm tkaniny,

\*\* przypadająca na 5 nitek

PS, PW – płocha sztywna, płocha wibrująca.

Już na etapie badań wstępnych zaobserwowano wpływ ruchu wibracyjnego płochy na zmniejszenie napięcia osnowy podczas dobicia. Szczególnie znaczny wpływ dotyczy obszaru dużych zagęszczeń wątków, bliskim nadrabianiu tkaniny (tab. 2). Występujące tam duże siły dobicia ulegają pewnej redukcji z chwilą

włączenia wibracji płochy. W obszarze mniejszych zagęszczeń wpływ wibracji płochy zanika. Należy pamiętać, że osnowa ma właściwości lepko-sprężyste, wytłumia wibrację o małej amplitudzie i dużej częstotliwości. Wskutek tego przy małych zagęszczeniach uzyskuje się przebieg napięcia osnowy podczas tkania z płochą wibrującą zbliżony do przebiegu charakterystycznego dla płochy sztywnej bez wibracji.

## 5. Wnioski

1. Uzyskano doświadczalne potwierdzenie możliwości wykorzystania samej płochy jako elementu sprężystego w układzie płochy wibracyjnej.
2. Wykazano uzyskanie zamierzonych zagęszczeń wątku przy mniejszym nakładzie pracy bidła dla przypadku drgającej płochy niż dla płochy sztywnej.
3. Wykazano się zmniejszenie napięcia osnowy podczas dobijania wątku dla przypadku płochy wibracyjnej wobec płochy sztywnej.

## Bibliografia

1. Szosland J., Wrocławski Z.: Wibracyjne dobijanie wątku, 2 Zjazd Naukowo-Techniczny Stowarzyszenia Włókienników Polskich; Łódź 1966.
2. Wrocławski Z.: Wibracyjne dobicie wątku, rozprawa doktorska; promotor J. Szosland, Politechnika Łódzka, 1968.
3. Wrocławski Z.: Niektóre zjawiska wibracyjnego dobijania wątku, 3 Zjazd Naukowo-Techniczny Stowarzyszenia Włókienników Polskich; Łódź 1970.
4. Szosland J., Wrocławski Z.: Vibrationsblattanschlag – ein neues, wirksames Schussanschlagverfahren, Deutsche Textiltechnik, 1972 nr 5.
5. Nosek S.: Problemy quasi-dynamicznego procesu tkania, Przegląd Włókienniczy. 1971.
6. Strazd G., Viba J., Vojtesonok A.: Analiza efektu wibracyjnego dobijania wątku, Przegląd Włókienniczy 1986.
7. Korycki L.: Wyznaczenie siły dobicia wątku w krośnie tkackim, Technik Włókienniczy 1961 nr 12.
8. Masajtis J.: Statyka tworzenia i autoregulacja struktury tkaniny, wg teorii S. Noska, SWP Łódź 1978.
9. Frontczak, M. Snycerski: Bariera drgająca jako sposób zmniejszania oporu tarcia nitki, Przegląd Włókienniczy 1993.

*Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2005–2007, jako projekt badawczy KBN nr 4T07C 02628*

Recenzent:  
**Janusz SZOSLAND**

## **The device for vibration beat-up on the loom**

### **Summary**

In this article there a new construction of the mechanism of the vibration reed is presented. The preliminary research work testing of its work is presented too. There are several advantages of it using: 1<sup>0</sup> less amount of energy than conventional beat-up, 2<sup>0</sup> the less warp tension during beat-up.