

## ZASTOSOWANIE LIGNOMERU W KONSTRUKCJI PŁYT PODMODELOWYCH W ODLEWNICTWIE

*Ginter Hruzik, Lech Kapica*

Instytut Mechanicznej Technologii Drewna AR w Poznaniu

### WSTĘP

Nowoczesne technologie odlewnictwa wiążą się z wprowadzeniem nowych materiałów formierskich oraz stosowaniem omodelowań pozwalających na maszynowe wykonywanie form odlewniczych. Jednym z najstarszych materiałów stosowanych przy wykonywaniu różnego typu omodelowań jest drewno. Materiał ten, mimo rozwoju techniki i technologii odlewnictwa nadal używany jest do wykonywania modeli, rdzennic oraz płyt podmodelowych.

Maszynowe wykonanie form odlewniczych znajduje zastosowanie przede wszystkim przy seryjnej produkcji odlewów małych i średniej wielkości [1, 6, 7], a więc przy liczbie zaformowań w granicach 1-10 tysięcy. Najczęściej wykorzystywane są w tym przypadku metalowe płyty podmodelowe, których zasadniczą wadą jest duży koszt wykonania oraz znaczny ciężar. Rosnąca różnorodność asortymentowa odlewów oraz stawiane coraz częściej wysokie wymagania jakościowe przyczyniły się do poszukiwań nowych konstrukcji płyt podmodelowych umożliwiających łatwą wymianę modeli a tym samym maszynowe ich wykonywanie nawet przy niewielkiej liczbie wymaganych form [1, 2, 8].

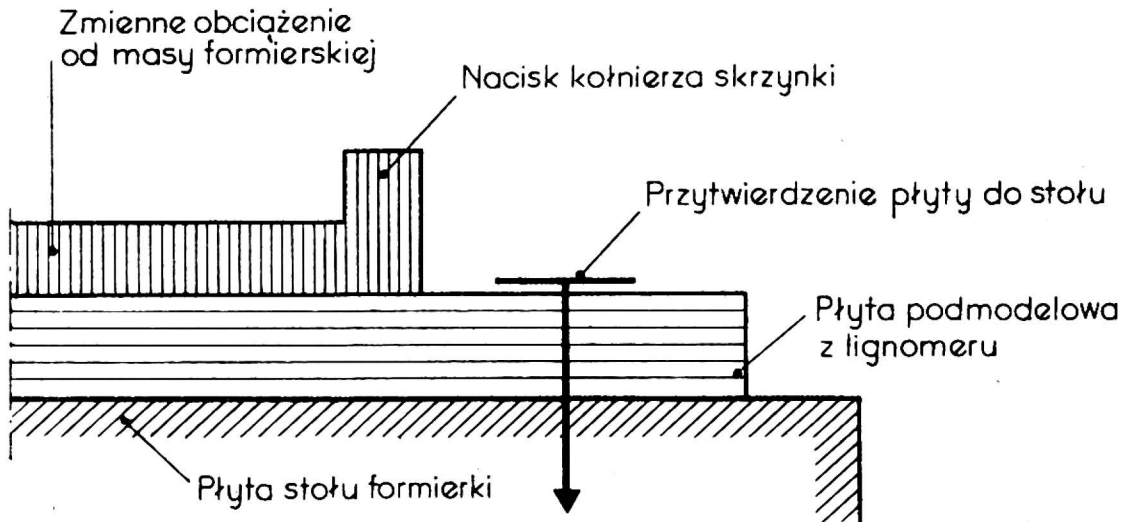
Uwzględniając powyższe, podjęto badania zmierzające do zastosowania lignomeru w konstrukcji płyt podmodelowych. Celem pracy było zbadanie parametrów technicznych płyty podmodelowej z lignomeru oraz ustalenie warunków i zakresu jej stosowania do maszynowego wykonywania form odlewniczych.

### METODYKA PRACY

#### WARUNKI PRACY PŁYT PODMODELOWYCH

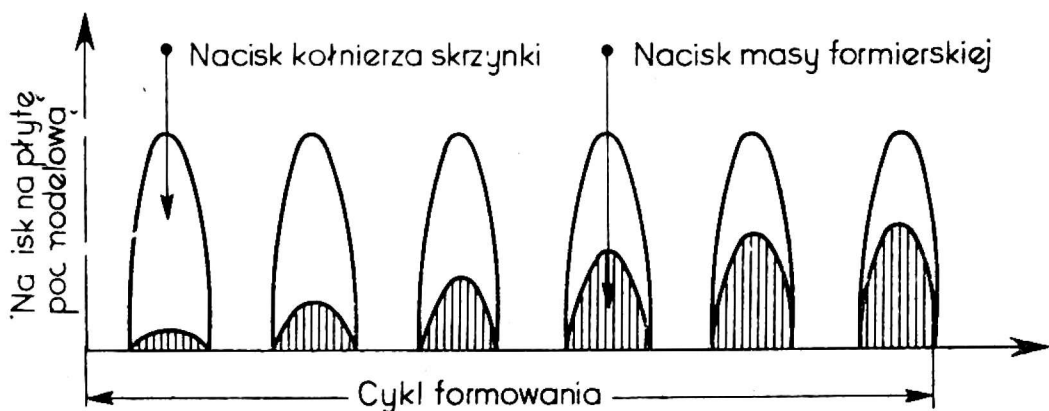
Spośród urządzeń do mechanicznego zagęszczania masy formierskiej rozpatrywano formierkę kombinowaną trzpieniową typu FKT-65A.

Urządzenie to przystosowane jest do wykonywania form składających się z 2 części dla odlewów małych i średniej wielkości o ciężarze do 250 N. Płytę podmodelową wraz z połówką modelu oraz skrzynkę zamocowuje się na stole układu wstrząsowego formierki. Schemat ideowy zamocowania oraz obciążeń występujących na płycie podczas zapełniania skrzynki masą formierską ilustruje rysunek 1. Podczas pracy formierki na płytę



Rys. 1. Schemat ideowy zamocowania oraz obciążeń występujących na płycie podmodelowej podczas maszynowego wykonywania form odlewniczych

wywierany jest nacisk pochodzący od skrzynki  $p_s$ , oraz znajdującej się wewnątrz skrzynki masy formierskiej  $p_m$ . Częstotliwość wstrząsów stołu formierki rośnie aż do całkowitego jej napełnienia masą. Charakterystykę obciążeń występujących na płycie podmodelowej w cyklu zaformowania  $t_z$ , wynoszącym 3-15 sekund ilustruje rysunek 2.



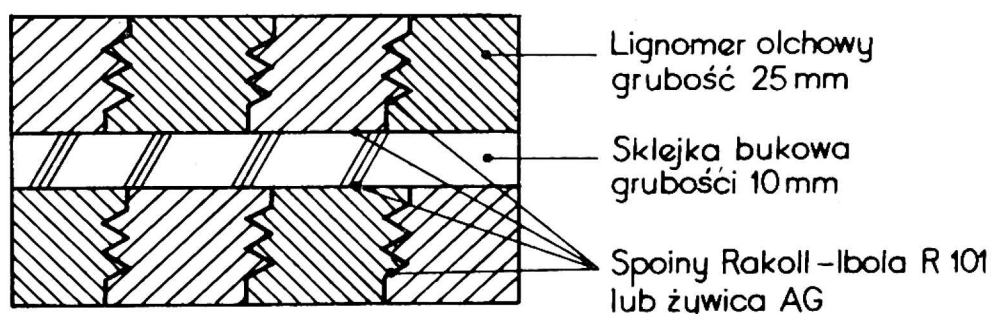
Rys. 2. Charakterystyka obciążeń występujących na płycie podmodelowej podczas wykonywania form odlewniczych

Największe obciążenie płyty występuje w końcowej fazie zagęszczania masy przy częstotliwości pracy stołu około 900 wstrząsów na minutę. Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że dla masy formierskiej o gęstość

ci 210-220 kg/m<sup>3</sup> (piasek kwarcowy, glina bentonitowa, żywica furanowa, kwas paratoluenosulfonowy) oraz wymiarów skrzynki w świetle 600 × 500 × 200 mm, nacisk masy formierskiej wyniesie  $p_m = 4$  MPa, zaś maksymalny nacisk skrzynki — przy szerokości kołnierza dociskowego 2 cm — wyniesie  $p_s = 13$  MPa. Przytwierdzenie płyty do stołu powoduje powstanie momentu zginającego  $K_g = 550$  Nm występującego w płaszczyźnie płyty pod krótszą krawędzią skrzynki (w praktyce — urywanie ucha płyty).

#### KONSTRUKCJA PŁYTY PODMODELOWEJ Z LIGNOMERU

Uwzględniając przedstawioną powyżej charakterystykę maszynowego wykonywania form odlewniczych oraz wstępne badania laboratoryjne [4], ustalono optymalną konstrukcję płyty podmodelowej z lignomeru (rys. 3).



Rys. 3. Konstrukcja płyty podmodelowej z lignomeru olchowego

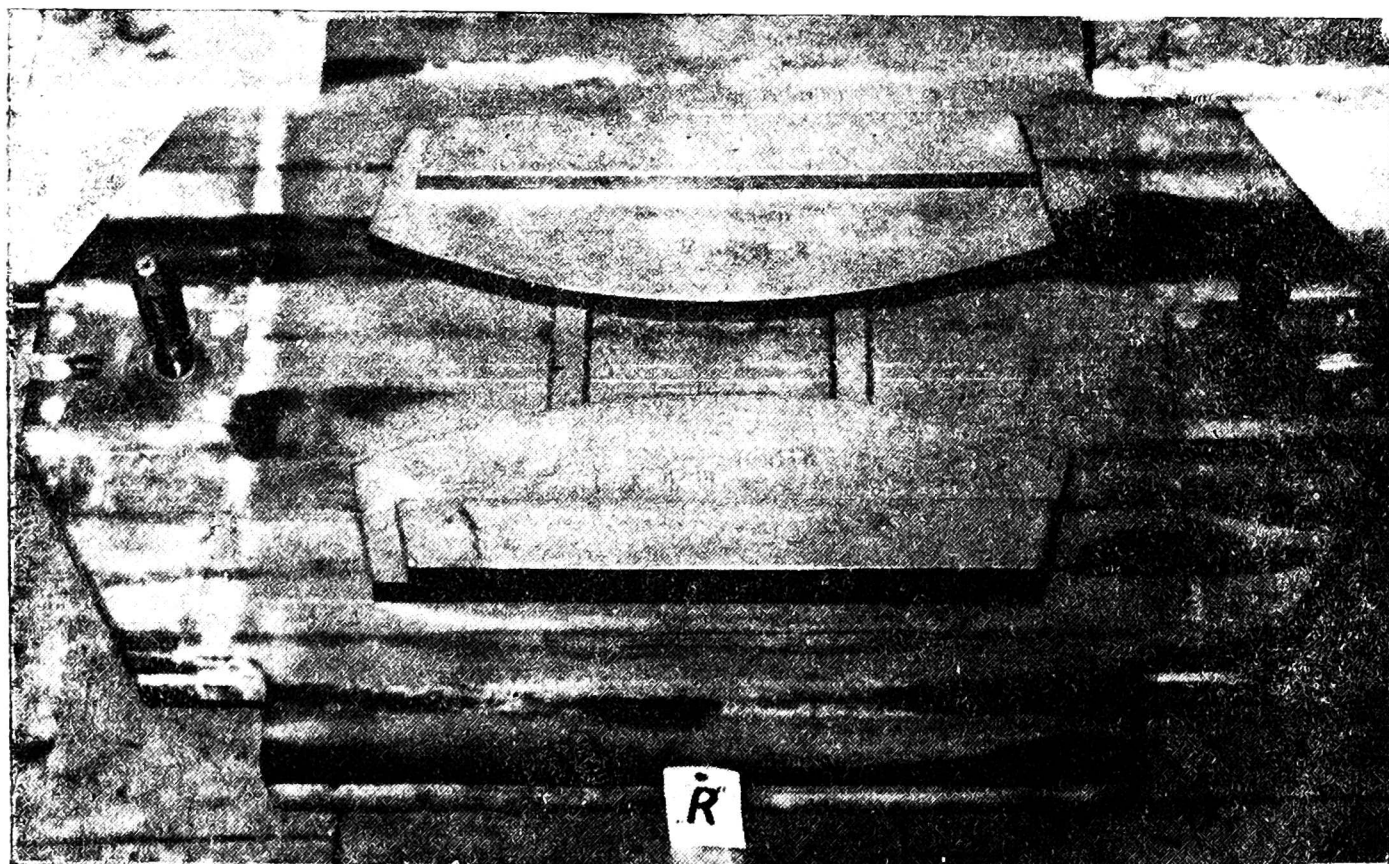
Zastosowanie lignomeru w konstrukcji płyty podmodelowej związane jest z wysokimi wartościami wskaźników mechanicznych tego materiału w porównaniu z drewnem naturalnym [2, 3] zwłaszcza tych jego cech, które są najbardziej pożądane z uwagi na warunki pracy płyty a więc odporność na ściskanie, zginanie, udarność oraz twardość. Do wykonania płyt zastosowano lignomer olchowy o zawartości polistyrenu 80-90% w stosunku do masy drewna naturalnego o wilgotności  $10 \pm 2\%$  uzyskany na drodze polimeryzacji termicznej opracowanej przez Ławniczaka [3] oraz sklejkę bukową fenolową. Płyta ta stanowi tworzywo trójwarstwowe (celem zmniejszenia możliwości paczania się) spajane za pomocą kleju na bazie poliuretanowej (Rakoll-Ibola R101). Listewki warstwy licowej z lignomeru jak i zestawy poszczególnych warstw po naniesieniu na sklejane powierzchnie kleju prasowano na zimno pod ciśnieniem około 1,5 MPa, które utrzymywano przez 24 godziny. Następnie tak otrzymane płyty sezonowano przez 14 dni. Płyty podmodelowe z lignomeru wykonano o wymiarach 800 × 400 × 30 mm — do przeprowadzenia badań laboratoryjnych, oraz o wymiarach 950 × 620 × 60 mm, a więc pełnowymiarowe — do prób eksploatacyjnych.

## SPOSÓB PRZEPROWADZENIA DOSWIADCZEŃ

Badania przydatności nowej konstrukcji płyty podmodelowej z lignomeru przeprowadzono w dwóch etapach: poprzez doświadczenia laboratoryjne oraz próby eksploatacyjne.

Doświadczalne partie płyt rozpiłowano na próbki o kształcie i wymiarach wymaganych normami przy omawianiu określonych właściwości drewna. Próbki wyrobiono tak, aby były obciążane prostopadle do płaszczyzny płyty podmodelowej. Badania dotyczące zginania oraz ściskania przeprowadzono na uniwersalnej maszynie wytrzymałościowej „Instron (TT)”, stosując wymaganą szybkość obciążania. Badanie udarności wykonano na maszynie typu „Amsler” przy rozstawie podpór 240 mm i smukłości próbek wynoszącej 8. Twardość powierzchni płyt oznaczono metodą Brinella, stosując kulkę o średnicy 10 mm oraz siłę nacisku wynoszącą 1000 N. Doświadczenia laboratoryjne pozwoliły ustalić charakterystykę mechaniczną nowej konstrukcji płyty podmodelowej, oraz porównać ją z obciążeniami występującymi na formierkach mechanicznych.

Pełnowymiarową płytę podmodelową — przed próbami eksploatacyjnymi — poddano obróbce na dokładny wymiar, zamocowano nakładki wzmacniające płaszczyznę płyty oraz umieszczono sworznie ustalające, poprzez zalanie ich w otworach płyty od dołu żywicą epoksydową i jej



Rys. 4. Płyta podmodelowa z lignomeru wraz z modelami przygotowana do pracy na formierce FKT-65A

utwardzenie. Następnie na płycie zamocowano połówki modeli odewniczych, które miały być odwzorowane w formie. Przygotowaną do prób płytę z modelami pokazano na rysunku 4. Jako zasadnicze kryterium poprawności pracy płyty podmodelowej przyjęto dokładność uzyskiwanych odlewów. Próby eksploatacyjne spełniają funkcję wypadkową i pozwalają określić stopień przydatności nowej konstrukcji płyty w porównaniu z dotychczas stosowanymi w normalnych warunkach produkcyjnych.

#### WYNIKI BADAŃ

Rezultaty badań laboratoryjnych, stanowiące charakterystykę mechaniczną płyty podmodelowej z lignomeru zawiera tabela 1. Przedstawione tu wyniki stanowią wartości średnie dla różnej, wymaganej dla określonej cechy, ilości powtórzeń.

Analizując wartości zawarte w tabeli 1 oraz uwzględniając rozważania przedstawione w metodyce pracy, można sformułować następujące uogólnienia:

a) konstrukcja ucha płyty pracującego na zginanie winna być dostosowana do wytrzymałości materiału  $R_g = 49$  MPa,

b) przedział zginających odkształceń sprężystych  $h_{gp} = 4,0\%$  wskazuje, iż maksymalne nierówności mocowania płyty na stole formierki mogą wynosić:  $0,04 \cdot 60 = 2,4$  mm,

c) naprężenia ściskające przedziału proporcjonalności  $G_{cp} = 17$  MPa dla płyt z lignomeru są większe od nacisków jednostkowych występujących na formierkach FKT-65A pochodzących od skrzynki  $p_s = 13$  MPa oraz masy formierskiej  $p_m = 4$  MPa,

d) największy nacisk na płytę wywiera kołnierz skrzynki, jednak duża twardość powierzchni płyty  $HB = 95$  MPa powinna zabezpieczać przed powstaniem wgniotów miejscowych.

Badania laboratoryjne przyczyniły się do ustalenia właściwego sposobu mocowania okuć (nakładek wzmacniających płytę) oraz kształtu ucha, jak również sposobu połączenia sworzni ustalających położenie skrzynki na płycie.

Próby eksploatacyjne płyty podmodelowej z lignomeru przeprowadzono na formierze FKT-65A w Fabryce Maszyn Górniczych „Pioma” w Piotrkowie Trybunalskim w 1976 r. (rys. 4). Na płycie tej wykonano formy dla odlewu żeliwnej wkładki oznaczonej numerem „X-0298A”. Podczas wykonywania odlewów w ilości do 4 tysięcy sztuk przeprowadzono kontrolę produkcji, podczas której nie stwierdzono żadnych odchylenia wymiarowych uzyskiwanych odlewów. Stan mocowań okuć i sworzni nie uległ zmianie. Płyta ta jest ponadto znacznie lżejsza od metalowej, co

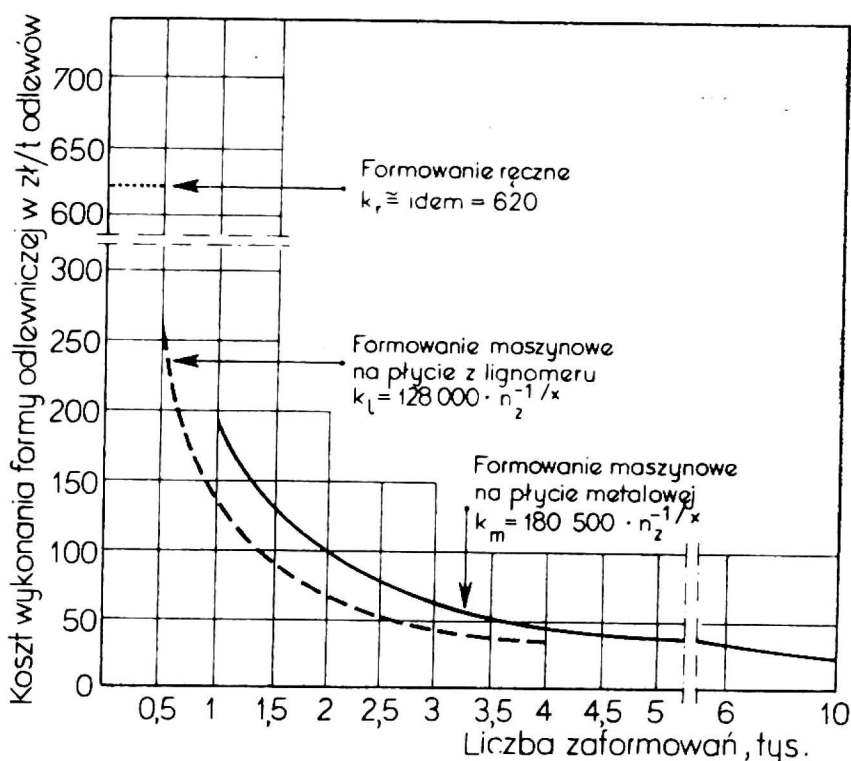
Tabela 2

Wybrane właściwości mechaniczne płyty podmodelowej z lignomeru

Gęstość płyty kg/m <sup>3</sup>	Wytrzyma- łość na zginanie MPa	Moduł sprężystości przy zginaniu MPa	Zakres zginających odkształceń sprężystych w sto- sunku do grubości początkowej %	Ściskające naprężenia graniczne dla przedzia- łu proporcjonalności MPa	Moduł sprężystości przy ściskaniu MPa	Zakres ściskających odkształceń sprężystych %	Udarność prostopadle do płaszczy- zny płyty hJ/m <sup>2</sup>	Twardość Brinella MPa
900	49,0	9110	4,0	17	590	3,0	510	95

ułatwiło przemieszczanie jej na stanowisku. Istnieje również dogodność wykorzystania tych płyt do ręcznego formowania awaryjnego (np. z powodu reklamacji) oraz łatwość wymiany modeli i zmiany asortymentu produkcji [5].

Biorąc pod uwagę poziom kosztów ponoszonych przez FMG „Pioma” na wykonanie form odlewniczych dotychczas stosowanymi metodami, a więc na płycie metalowej oraz przy małej ilości odlewów sposobem ręcznym, opracowano porównanie kosztu jednostkowego wykonania form przy różnej liczbie zaformowań (rys. 5). Przedstawiony tu koszt wykona-



Rys. 5. Porównanie jednostkowego kosztu wykonania form odlewniczych różnymi sposobami w zależności od liczby zaformowań ( $xn_n$  — liczba zaformowań w szt.)

nia formy odlewniczej, wyrażony w złotych na tonę odlewów, ustalono na przykładzie odlewu o przeciętnej masie 25 kg. Zależność przedstawiona na rysunku 5 wskazuje, że istnieje pełna efektywność stosowania płyt podmodelowych zarówno w porównaniu z płytą metalową (przy liczbie odlewów 1-4 tysięcy sztuk) oraz przede wszystkim uwzględniając ręczne wykonywanie form w ilościach od kilkuset do tysiąca sztuk. Zakres efektywności stosowania płyt może ulec wydłużeniu po całkowitym zakończeniu badań eksploatacyjnych, które jeszcze trwają.

## WNIOSKI

1. Płyta podmodelowa z lignomeru o zaproponowanej konstrukcji umożliwia maszynowe wykonywanie form odlewniczych do 4 tysięcy odlewów.

2. Koszt jednostkowy wykonania form odlewniczych na płytach podmodelowych z lignomeru jest znacznie mniejszy od kosztu ponoszonego dotychczas z zastosowaniem płyt metalowych lub uzyskiwanych sposobem ręcznym.

## LITERATURA

1. Kadnikow W. G.: Maszinnaja formowka. Leningrad, 1969
2. Kowalik R., Hruzik G.: Omodelowanie odlewnicze z lignomeru. Prz. Odlew., 1977, nr 7
3. Ławniczak M.: Sposób polimeryzacji monomerów w drewnie. Poznań 1975
4. Ławniczak M., Hruzik G., Kapica L.: Sprawozdanie z badań zmierzających do opracowania konstrukcji i technologii wykonania płyt modelowych. Cz. I. Optymalne konstrukcje płyt podmodelowych oraz technologia ich wykonania (maszynopis w IMTD) Poznań, 1976
5. Ławniczak M., Hruzik G., Kapica L., Lipiński W., Wychota E.: Sprawozdanie z badań zmierzających do opracowania konstrukcji i technologii wykonania płyt modelowych. Cz. II. Badania eksploatacyjne przydatności wkładek i pełnych płyt podmodelowych w FMG „Pioma” (maszynopis w IMTD) Poznań, 1976
6. Piwoński T.: Poradnik modelarza, formierza i rdzeniarza. Warszawa, 1967
7. Poljakow D. S., Torskij W. L.: Litiejnyje modielnyje komplekty. Moskwa, 1967.
8. Wołyński A. J.: Litiejnyje formy i ich sborka. Moskwa, 1964

*Г. Хрузик, Л. Капица*

ПРИМЕНЕНИЕ ЛИГНОМЕРА В КОНСТРУКЦИИ  
ПОДМОДЕЛЬНЫХ ПЛИТ В ЛИТЕЙНОМ ДЕЛЕ

Резюме

В статье рассматриваются исследования по применению лигномера в конструкции подмодельных плит предназначенных для механического формования отливок малой и средней величины.

Рассматривается оптимальная конструкция подмодельной плиты из лигномера вместо с результатами лабораторных исследований составляющих механическую характеристику этой плиты. Результаты лабораторных исследований и эксплуатационных испытаний показали полную пригодность подмодельной плиты из лигномера с предложенной конструкцией для механического выполнения отливочных форм для 4 тысяч отливок. Установлено также, что единичные стоимости выполнения отливочных форм на подмодельных плитах из лигномера гораздо ниже, чем действительная до сих пор стоимость при применении металлических плит как при механическом так и ручном формовании.



*G. Hruzik, L. Kapica*

LIGNOMER APPLICATION IN THE CONSTRUCTION  
OF MOULDING BOARDS IN THE FOUNDRY PRACTICE

S u m m a r y

Investigations aiming at the lignomer application in the construction of moulding boards designated for the mechanical forming of castings of small and medium size are presented in the paper.

The optimum construction of the moulding board of lignomer is presented, jointly with the results of laboratory investigations constituting the mechanical characteristics of this board. The results of the laboratory investigations and operation testings proved a full usefulness of the moulding board of lignomer of the proposed construction for the mechanical execution of cast forms for 4 thous. castings. It has been proved, too, that the unit cost of execution of cast forms on moulding boards of lignomer is much lower than the hitherto cost at application of metal boards at both mechanical and manual forming.