

BRONISŁAW SAMUJŁO, ROBERT SIKORA

Department of Polymer Processing
Technical University of Lublin
36, Nadbystrzycka Street, 20-618 Lublin

The course of $\text{Mg}(\text{OH})_2$ modified polyethylene extrusion process

RAPID COMMUNICATION

Summary — Medium-density PE (MFI, 0.712 g/10 min) was modified with $\text{Mg}(\text{OH})_2$, FR-20 grade, particle size 2.5 μm . Antiblocking and lubricating agents, 020—04, 020—15 and Lifoslip 220 PE were added as PE concentrates. Experimental extrusions in a Brabender Plastic-Corder (PLV 151 type) were carried out at screw speed 0.75 s^{-1} , three-heating-zones temperatures 160°C, 170°C and 170°C, extruder head temperature 170°C, and extrusion velocity 1.72 mm/s. The pressure in the extruder head, the turning moment measured on the extruder screw, and the flow rate rose as the $\text{Mg}(\text{OH})_2$ content was increased (Figs. 1—3). With the Lifoslip agent, the pressure and the turning moment attained the lowest values. At high $\text{Mg}(\text{OH})_2$ contents, 57.5 and 60%, the pressure and the turning moment had values close to those attained with other auxiliary agents.

Key words: extrusion of MDPE, halogen-free flame retardants, magnesium hydroxide as flame retarder.

The ever-increasing requirements on reduced flammability of plastics and decreased or eliminated toxicity and corrosivity of plastics decomposition and combustion products render research on preparing and processing of new polymer materials worthwhile. These requirements are met by plastics modified with halogen-free flame retardants, such as aluminum hydroxide, magnesium hydroxide, basic magnesium carbonate, agents based on ammonium phosphate which have been finding increasingly wide applications [1, 2]. These agents which are introduced into polymers in relatively large quantities, 50 to 70%, reduce polymer flammability, but at the same time they affect the extrusion process unfavorably and degrade the mechanical properties of extrudates [3, 4].

As part of a broader research program, whose selected fragments had been presented at the PPS North American Meeting, Canada, 1998, and at the PPS 15th Annual Meeting, s'Hertogenbosch, Netherlands, 1999, studies were conducted on the extrusion process of a medium-density polyethylene (PE-MD), melt flow index 0.712 g/10 min [5, 6]. The polyethylene was modified with magnesium hydroxide, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, marked as FR 20, average particle size 2.5 μm . Antiblocking and lubricating agents were also introduced into the polymer in the form of polyethylene concentrates, marked as 020-04 and 020-15, with the respective concentrations

of the antiblocking agent equal to 4 and 10%, and the lubricating agent 1.2 and 5%; a Lifoslip 220 PE agent was used with the concentration of the lubricant equal to 20%.

The studies were conducted in a Brabender laboratory extruder, Plasti-Corder PLV 151 type. The experimental assembly enabled the turning moment on the screw, the pressure in the extruder head, the rotational speed of the screw and the temperature in the heating zones of the plasticating system and in the extruder head to be measured. The plasticating system included three heating zones and the screw used was characterized by the ratio $L/D = 25$, diameter $D = 19$ mm. The line consisted of the head for extruding panels with the die 102 mm long and maximum 2.1 mm wide and a receiving device. Extrusion was conducted at the following parameters: screw speed, 0.75 s^{-1} ; temperatures of the heating zones in the plasticating system, 160, 170, and 170°C; extruder head temperature, 170°C; extrusion velocity, 1.72 mm/s; ambient temperature, 20°C.

During the extrusion process, the pressure in the extruder head, the turning moment measured on the extruder screw, and the flow rate were studied. The pressure in the extruder head (Fig. 1), the turning moment on the screw (Fig. 2), and the flow rate (Fig. 3) are presented in relation to magnesium hydroxide in the PE.

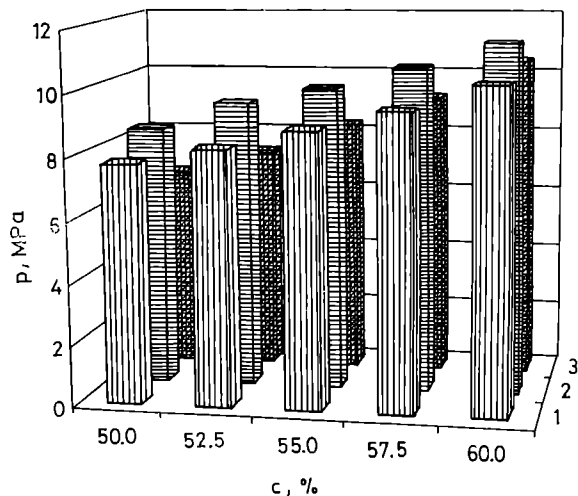


Fig. 1. Pressure in the extruder head in relation to the content of $Mg(OH)_2$ in PE: 1 — agent 020-04, 2 — agent 020-15, 3 — 220 PE Lifoslip agent

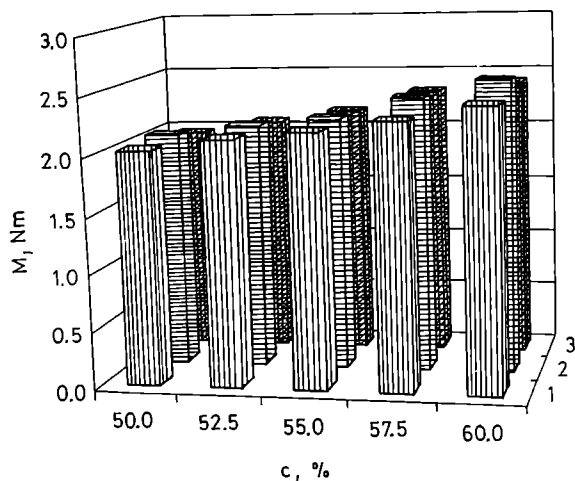


Fig. 2. The turning moment measured on the screw in relation to the content of $Mg(OH)_2$ in PE: 1 — agent 020-04, 2 — agent 020-15, 3 — 220 PE Lifoslip agent

These values are seen to increase as the $Mg(OH)_2$ contents in the PE is raised. The antiblocking and lubricating agents clearly affect the measured quantities. The lowest pressure and the lowest turning moment were received when the Lifoslip 220 PE agent was used. The

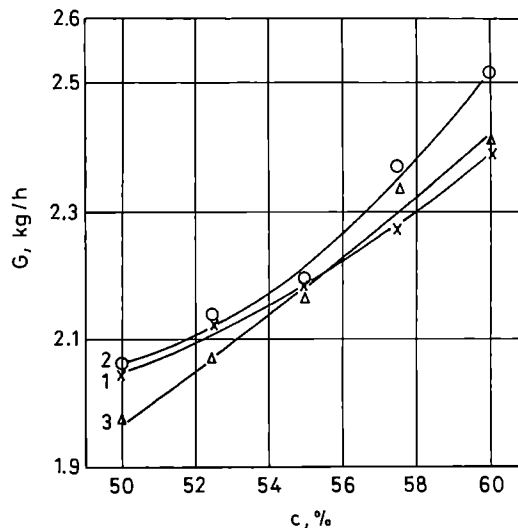


Fig. 3. Polymer flow rate in relation to the content of $Mg(OH)_2$ in PE: 1 — agent 020-04, 2 — agent 020-15, 3 — 220 PE Lifoslip agent

effect is most clearly visible (Figs. 1—3) at relatively low contents of magnesium hydroxide in the PE; at higher contents (57.5%; 60%), the pressure and the turning moment attain the values close to those received with other auxiliary agents having lower concentrations of the active substances.

REFERENCES

1. Troitzsch J.: *Kunststoffe* 1995, 12, 2191.
2. Horn W. E., Smith D. R., Stinson J. M.: 50th Annual Technical Conference ANTEC, Detroit 1992, 2020.
3. Beluch W., Jaworski J., Stabik J.: *Polimery* 1994, 39, 698.
4. Szablowska B., Pelka J.: *Polimery* 1991, 36, 294.
5. Sikora R., Samujło B.: The Polymer Processing Society, North American Meeting, Toronto, Canada 1998, 183.
6. Samujło B., Sikora R.: The Polymer Processing Society, 15th Annual Meeting, s'Hertogenbosch, Netherlands 1999, 133.

Received 3 IX 1999.

ZESTAWIENIE MIĘDZYNARODOWYCH SYMBOLI LITEROWYCH DOTYCZĄCYCH ZWIĄZKÓW WIELKOCZĄSTECzkOWYCH

W czasopiśmie naszym od wielu już lat stosujemy międzynarodowe symbole literowe określające homopolimery, kopolimery, terpolimery i pochodne polimerów naturalnych według PN-92/C-89104/02 oraz sym-

bole kauczuków wg PN-92/C-01604/01 (por. Polimery 1986, 31, 488 i 1988, 33, 39). Pragnąc ułatwić PT Autorom oraz Czytelnikom prawidłowe przygotowywanie i odczytywanie artykułów publikujemy obecnie ponownie odpowiednie zestawienie.

T a b e l a 1. Symbole literowe podstawowych homopolimerów i pochodnych polimerów naturalnych
T a b l e 1. Letters defining fundamental homopolymers and natural polymer derivatives

Symbol literowy	Nazwa angielska	Nazwa polska
1	2	3
CA	Cellulose acetate	Octan celulozy
CAB	Cellulose acetate butyrate	Octanomaślan celulozy
CAP	Cellulose acetate propionate	Octanopropionian celulozy
CF	Cresol-formaldehyde	Żywica krezolowo-formaldehydowa
CMC	Carboxymethyl cellulose	Karboksymetyloceluloza
CN	Cellulose nitrate	Azotan celulozy
CP	Cellulose propionate	Propionian celulozy
CTA	Cellulose triacetate	Triocetan celulozy
EC	Ethyl cellulose	Etyloceluloza
EP	Epoxide	Żywica epoksydowa
FF	Furane-formaldehyde	Żywica furanowo-formaldehydowa
MC	Methyl cellulose	Metyloceluloza
MF	Melamine-formaldehyde	Żywica melaminowo-formaldehydowa
PA	Polyamide	Poliamid
PAI	Polyamide/imide	Poliamidoimid
PAN	Polyacrylonitrile	Poliakrylonitryl
PAUR	Poly(ester urethane)	Poliuretan estrowy
PB	Polybutene-1	Poli-1-buten
PBA	Poly(butyl acrylate)	Poli(akrylan butylu)
PBT	Poly(butylene terephthalate)	Poli(tereftalan butylenu)
PC	Polycarbonate	Poliwęglan
PCTFE	Polychlorotrifluoroethylene	Polichlorotrifluoroetylen
PDAP	Poly(diallyl phthalate)	Poli(ftalan diallilowy)
PE	Polyethylene	Polietylen
PEEK	Polyetheretherketone	Polieteroeteroketon
PEI	Poly(ether imide)	Poliimidoeter
PEOX	Poly(ethylene oxide)	Poli(tlenek etylenu), polioksyetylen
PES	Poly(ether sulfone)	Polieterosulfon
PET	Poly(ethylene terephthalate)	Poli(tereftalan etylenu)
PEUR	Poly(ether urethane)	Poliuretan eterowy
PF	Phenol-formaldehyde	Żywica fenolowo-formaldehydowa
PI	Polyimide	Poliimid
PIB	Polyisobutene; Polyisobutylene	Poliizobutylen
PIR	Polyisocyanurate	Poliizocyjanuran
PMI	Polymethacrylimide	Polimetakryloimid
PMMA	Poly(methyl methacrylate)	Poli(metakrylan metylu)
PMP	Poly-4-methylpentene-1	Poli-4-metylo-1-penten
PMS	Poly- α -methylstyrene	Poli- α -metylostyren
POM	Polyoxymethylene (Polyacetal); Polyformaldehyde	Polioksymetylen (poliacetal); Poliformaldehyd
PP	Polypropylene	Polipropylen
PPE	Poly(phenylene ether)	Poli(eter fenylenu)
PPOX	Poly(propylene oxide)	Poli(tlenek propylenu)
PPS	Poly(phenylene sulfide)	Poli(sulfid fenylenu)
PPSU	Poly(phenylene sulfone)	Poli(sulfon fenylenu)

1	2	3
PS	Polystyrene	Polistyren
PSU	Polysulfone	Polisulfon
PTFE	Polytetrafluoroethylene	Politetrafluoroetylen
PUR	Polyurethane	Poliuretan
PVAC	Poly(vinyl acetate)	Poli(octan winylu)
PVAL	Poly(vinyl alcohol)	Poli(alkohol winylowy)
PVB	Poly(vinyl butyral)	Poliwinylobutyral
PVC	Poly(vinyl chloride)	Poli(chlorek winylu)
PVDC	Poly(vinylidene chloride)	Poli(chlorek winylidenu)
PVDF	Poly(vinylidene fluoride)	Poli(flourek winylidenu)
PVF	Poly(vinyl fluoride)	Poli(flourek winylu)
PVFM	Poly(vinyl formal)	Poliwinyloformal
PVK	Polyvinylcarbazole	Poliwinylokarbazol
PVP	Polyvinylpyrrolidone	Poliwinylopirolidon
SI	Silicone	Silikon
SP	Saturated polyester	Poliester nasycony
UF	Urea-formaldehyde	Żywica mocznikowo-formaldehydowa
UP	Unsaturated polyester	Poliester nienasycony

T a b e l a 2. Symbole literowe kopolimerów

T a b l e 2. Letters defining copolymers

Symbol literowy	Nazwa angielska	Nazwa polska
A/B/A	Acrylonitrile/butadiene/acrylate	Terpolimer akrylonitryl/butadien/akrylan
ABS	Acrylonitrile/butadiene/styrene	Terpolimer akrylonitryl/butadien/styren
A/CPE/S	Acrylonitrile/chlorinated polyethylene/styrene	Terpolimer akrylonitryl/chlorowany polietylen/styren
A/EPDM ¹⁾ /S	Acrylonitrile/ethylene-propylene-diene/styrene	Terpolimer akrylonitryl/terpolimer etylen-propylen-dien/styren
A/MMA	Acrylonitrile/methyl-methacrylate	Kopolimer akrylonitryl/metakrylan metylu
ASA	Acrylonitrile/styrene/acrylate	Terpolimer akrylonitryl/styren/akrylan
E/EA	Ethylene/ethyl acrylate	Kopolimer etylen/akrylan etylu
E/MA	Ethylene/methacrylic acid.	Kopolimer etylen/kwas metakrylowy
E/P	Ethylene/propylene	Kopolimer etylen/propylen
EPDM ¹⁾	Ethylene/propylene/diene	Terpolimer etylen/propylen/dien
E/TFE	Ethylene/tetrafluoroethylene	Kopolimer etylen/tetrafluoroetylen
E/VAC	Ethylene/vinyl acetate	Kopolimer etylen/octan winylu
E/VAL	Ethylene/vinyl alcohol	Kopolimer etylen/alkohol winylowy
FEP	Perfluoro(ethylene/propylene)	Perfluorowany kopolimer etylen/propylen
MABS	Methyl methacrylate/acrylonitrile/butadiene/styrene	Kwaterpolimer metakrylan metylu/akrylonitryl/butadien/styren
MBS	Methacrylate/butadiene/styrene	Terpolimer metakrylan metylu/butadien/styren
MPF	Melamine/phenol-formaldehyde	Żywica melaminowo-fenolowo-formaldehydowa
PEBA	Polyether block amide	Kopolimer blokowy polieter/poliamid
SAN	Styrene/acrylonitrile	Kopolimer styren/akrylonitryl
S/B	Styrene/butadiene	Kopolimer styren/butadien
SMA	Styrene/maleic anhydride	Kopolimer styren/bezwodnik maleinowy
S/MS	Styrene/α-methyl-styrene	Kopolimer styren/α-metylostyren
VC/E	Vinyl chloride/ethylene	Kopolimer chlorek winylu/etylen
VC/E/MA	Vinyl chloride/ethylene/methyl acrylate	Terpolimer chlorek winylu/etylen/akrylan metylu
VC/E/VAC	Vinyl chloride/ethylene/vinyl acetate	Terpolimer chlorek winylu/etylen/octan winylu
VC/MA	Vinyl chloride/methyl acrylate	Kopolimer chlorek winylu/akrylan metylu
VC/MMA	Vinyl chloride/methyl methacrylate	Kopolimer chlorek winylu/metakrylan metylu
VC/OA	Vinyl chloride/octyl acrylate	Kopolimer chlorek winylu/akrylan oktylu
VC/VAC	Vinyl chloride/vinyl acetate	Kopolimer chlorek winylu/octan winylu
VC/VDC	Vinyl chloride/vinylidene chloride	Kopolimer chlorek winylu/chlorek winylidenu

¹⁾ EPDM jest symbolem kauczuku.

T a b e l a 3. Symbole literowe określające dodatkowe cechy polimerów

T a b l e 3. Letters defining polymer features

Symbol literowy	Nazwa angielska	Nazwa polska
C	chlorinated	chlorowany
D	density	gęstość
E	expandable	spienialny
E	expanded	spieniony
F	flexible	giętki
F	fluid (liquid state)	ciekły (w stanie ciekłym)
H	high	duży, wysoki
I	impact	udarność
L	linear	liniowy
L	low	mały, niski
M	medium	średni
M	molecular	cząsteczkowy
N	normal	normalny
N	novolak	nowolak
P	plasticized	zmiękczone
R	raised	podwyższony, zwiększony
R	resol	rezol
T	thermoplastic	termoplastyczny
U	ultra	ultra (bardzo)
U	unplasticized	niezmiękczone
V	very	bardzo
W	weight	ciężar
X	crosslinkable	zdolny do sieciowania
X	crosslinked	usieciowany

T a b e l a 4. Symbole literowe grup kauczuków

T a b l e 4. Letters defining rubber groups

Symbol grupy kauczuków	Określenie grupy kauczuków
M	Kauczuki o łańcuchu nasyconym typu polimetylenu
N	Kauczuki zawierające azot w łańcuchu
O	Kauczuki zawierające tlen w łańcuchu
Q	Kauczuki zawierające krzem i tlen w łańcuchu
R	Kauczuki o nienasyconym łańcuchu węglowym, np. kauczuk naturalny i kauczuk syntetyczny otrzymywane przynajmniej częściowo ze sprzężonych dienów
T	Kauczuki zawierające siarkę i tlen w łańcuchu
U	Kauczuki zawierające węgiel, tlen i azot w łańcuchu
Z	Kauczuki zawierające fosfor i azot w łańcuchu

T a b e l a 5. Symbole literowe kauczuków grupy M

T a b l e 5. Letters defining group M rubbers

Symbol kauczuku	Nazwa kauczuku o łańcuchu nasyconym typu polimetylenu
1	2
ACM	Kopolimer akrylanu etylu lub innego akrylanu zawierający niewielką ilość monomeru ułatwiającego wulkanizację (kauczuk akrylowy)
ANM	Kopolimer akrylanu etylu lub innego akrylanu z akrylonitrylem
CM	Polietylen chlorowany

1	2
CFM	Polichlorotrifluoroetylen
CSM	Polietylen chlorosulfonowany
EAM	Kopolimer etylenu z octanem winylu
EPDM	Terpolimer etylenu z propylenem i węglowodorem dienowym mający wiązania nienasycone w łańcuchu bocznym
EPM	Kopolimer etylenu z propylenem
FPM	Kauczuk zawierający fluor, grupy fluoroalkilowe lub fluoroalkoksyłowe związane z łańcuchem
IM	Poliizobutylen

T a b e l a 6. Symbole literowe kauczuków grupy O

T a b l e 6. Letters defining group O rubbers

Symbol kauczuku	Nazwa kauczuku zawierającego tlen w łańcuchu
CO	Polichlorometyloksiran (kauczuk epichlorohydrynowy)
ECO	Kopolimer tlenku etylenu (oksiranu) z chlorometyloksiraniem (kopolimer epichlorohydryny lub kauczuk epichlorohydrynowy)
GPO	Kopolimer tlenku propylenu z eterem allilowo-glicydylowym (kauczuk oksypropylenowy)

T a b e l a 7. Symbole literowe kauczuków grupy R

T a b l e 7. Letters defining group R rubbers

Symbol kauczuku	Nazwa kauczuku o nienasyconym łańcuchu węglowym
ABR	Kauczuk akrylanowo-butadienowy
BR	Kauczuk butadienowy
CR	Kauczuk chloroprenowy
IIR	Kauczuk izoprenowo-izobutylenowy (kauczuk butylowy)
IR	Kauczuk izoprenowy, syntetyczny
NBR	Kauczuk butadienowo-akrylonitrylowy (kauczuk nitrilowy)
NCR	Kauczuk chloroprenowo-akrylonitrylowy
NR	Kauczuk izoprenowy, naturalny; kauczuk naturalny
PBR	Kauczuk butadienowo-winylopirydynowy
SBR	Kauczuk butadienowo-styrenowy
SCR	Kauczuk chloroprenowo-styrenowy
SIR	Kauczuk izoprenowo-styrenowy
NIR	Kauczuk izoprenowo-akrylonitrylowy
PSBR	Kauczuk winylopirydynowo-butadienowo-styrenowy

T a b e l a 8. Symbole literowe kauczuków grupy Q

T a b l e 8. Letters defining group Q rubbers

Symbol kauczuku	Określenie kauczuku o łańcuchu zawierającym krzem i tlen
1	2
FMQ	Kauczuk silikonowy zawierający grupy metylowe i fluoroalkilowe jako podstawniki związane z łańcuchem
FVMQ	Kauczuk silikonowy zawierający grupy metylowe, winylowe i fluoroalkilowe jako podstawniki związane z łańcuchem

1	2
MQ	Kauczuk silikonowy zawierający wyłącznie grupy metylowe jako podstawniki związane z łańcuchem (polidimetylosiloksan)
PMQ	Kauczuk silikonowy zawierający grupy metylowe i fenylowe jako podstawniki związane z łańcuchem
PVMQ	Kauczuk silikonowy zawierający grupy metylowe, fenylowe i winylowe jako podstawniki związane z łańcuchem
VMQ	Kauczuk silikonowy zawierający grupy metylowe i winylowe jako podstawniki związane z łańcuchem

T a b e l a 9. Symbole literowe kauczuków grupy T
T a b l e 9. Letters defining group T rubbers

Symbol kauczuku	Określenie kauczuku zawierającego węgiel, tlen i siarkę w łańcuchu
OT	Kauczuk zawierający albo grupę $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-$ albo niekiedy grupę typu węglowodoru alifatycznego $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ między ugrupowaniami polisiarkowymi w łańcuchu
EOT	Kauczuk zawierający grupę $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ i grupę typu $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ oraz niekiedy inne grupy alifatyczne między ugrupowaniami polisiarkowymi w łańcuchu

T a b e l a 10. Symbole literowe kauczuków grupy U
T a b l e 10. Letters defining group U rubbers

Symbol kauczuku	Nazwa kauczuku zawierającego węgiel, tlen i azot w łańcuchu
AFMU	Terpolimer tetrafluoroetyleny z trifluoronitrozometanem i kwasem nitrozoperfluoromasłowym
AU	Kauczuk estrowo-uretanowy
EU	Kauczuk eterowo-uretanowy

T a b e l a 11. Symbole literowe kauczuków grupy Z
T a b l e 11. Letters defining group Z rubbers

Symbol kauczuku	Określenie kauczuku zawierającego fosfor i azot w łańcuchu
FZ	Kauczuk o łańcuchu $-\text{P}=\text{N}-$ z bocznymi grupami fluoroalkoksyłowymi związanymi z atomami fosforu
PZ	Kauczuk o łańcuchu $-\text{P}=\text{N}-$ z bocznymi grupami aryloksyłowymi (fenoksyłowe i podstawione grupy fenoksyłowe) związanymi z atomami fosforu

T a b e l a 12. Symbole literowe kauczuków termoplastycznych
T a b l e 12. Letters defining thermoplastic rubbers

Symbol kauczuku	Określenie kauczuku termoplastycznego
SBS	Kopolimer blokowy typu styren-butadien-styren
SEBS	Kopolimer blokowy typu styren-etylen-butylen-styren
SIS	Kopolimer blokowy typu styren-izopren-styren
TPO	Kauczuk olefinowy (termoplastyczny)
TPU	Kauczuk uretanowy (termoplastyczny)

Rapid Communications

Przypominamy P.T. Autorom, że prowadzimy w naszym czasopiśmie dział typu **Rapid Communications**. Publikujemy w nim, **wyłącznie w języku angielskim, krótkie** (3—4 strony maszynopisu i ewentualnie 2—3 rysunki lub tabele) **prace oryginalne**, którym gwarantujemy szybką ścieżkę druku, co oznacza, że pojawią się one w czasopiśmie w okresie nieprzekraczającym 5 miesięcy od chwili ich otrzymania przez redakcję.