ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1977

Seria: GÓRNICTWO z. 87 Nr kol. 558

Ryszard ADAMEK
Łucja PĘCIAK
Piotr IGNACY
Zdzisław MYSŁEK

REGULACJA PRĘDKOŚCI PRZEPŁYWU MIESZANINY PODSADZKOWEJ W INSTALACJI PODSADZKOWEJ PRZEZ ZMIANY ŚREDNIC PRZEWODU

Streszczenie: W artykule przedstawiono metody regulacji przepływu mieszaniny podsadzkowej w instalacji podsadzkowej. Jedną z nich jest regulacja ciśnienia roboczego, panującego w instalacji podsadzkowej przy pomocy bocznicy oporowej, drugą - zastosowanie leja wtórnego. Prędkość przepływu mieszaniny w instalacji można regulować również przy pomocy zmiany średnicy przewodu (rys. 3, 4, 5, 6).

Pokłady węgla eksploatować można, stosując różne sposoby kierowania stropem. Tam, gdzie warunki górniczo-geologiczne na to pozwalają prowadzi się eksploatację z zawałem stropu. W pozostałych przypadkach stosuje się inne sposoby kierowania stropem. Jednym z nich jest stosowanie do wypełnienia przestrzeni poeksploatacyjnej podsadzki hydraulicznej. Przy stosowaniu podsadzki hydraulicznej należy wykonać dodatkowo takie urządzenia, jak podsadzkownie oraz sieć rurociągów, które składać się mogą z kilku lub kilkunastu instalacji, dla których różnice poziomu wlotu i wylotu oraz długości są różne, a więc i parametry technologiczne będą dla nich różne.

Parametrami transportu mieszaniny podsadzkowej są między innymi: wydajność objętościowa, natężenie strugi hydromieszaniny, jednostkowe straty energii, prędkość, rozkład ciśnień, ciężar właściwy mieszaniny i inne.

Istnieje szereg teorii pozwalających obliczyć wyżej wymienione parametry. Na ogół prawie wszystkie opierają się na uogólnionym prawie D. Bernoullie'go (bilansie energijnym między dwoma dowolnymi punktami instalacji). Podstawowe parametry przepływu mieszaniny podsadzkowej w instalacji wg R. Adamka zależne są od układu przestrzennego instalacji, który charakteryzuje tzw. parametr układu przestrzennego instalacji ξ, będący stosunkiem długości instalacji do różnicy wysokości, pomiędzy wlotem i wylotem instalacji.

$$\xi = \frac{L_{eks}}{H},$$

gdzie:

L_{ewk} - długość ekwiwalenta instalacji podsadzkowej (m),
H - różnica wysokości wlotu i wylotu instalacji podsadzkowej (m).

Im parametr ξ przyjmuje mniejsze wartości, tym uzyskuje się większe prędkości przepływu mieszaniny podsadzkowej w instalacji i odwrotnie.

Przeprowadzone badania i obserwacje wykazują, że optymalne wartości przepływu mieszaniny w instalacji podsadzkowej można przyjąć w przedziale:

$$3,66\ [m/s] \leqslant 6,50\ [m/s]$$

Przy tych prędkościach obserwuje się stosunkowo małą ścieralność rurociągów, przepływ mieszaniny jest dość regularny, nie obserwuje się na ogół zjawiska kawitacji. Przy prędkościach przepływu powyżej 12 m/s występuje w instalacji podsadzkowej zjawisko kawitacji, które może doprowadzić do nieszczelności rurociągu (awarii).

Z opracowań teoretycznych oraz doświadczeń praktycznych wynika, że każdą instalację podsadzkową w kopalniach można skonstruować tak, aby występujące w niej ciśnienia robocze nie były wyższe niż są potrzebne do hydraulicznego przetransportowania materiału podsadzkowego, przy równoczesnym uzyskaniu założonej wydajności podsadzania. Dlatego też proces podsadzania należy regulować do jego optymalnych parametrów.

W praktyce najczęściej stosuje się dwie metody regulacji przepływu mieszaniny podsadzkowej. Jedną z nich jest regulacja ciśnienia roboczego przy zastosowaniu bocznicy oporowej, której istota polega na tym, że nad czynnym poziomem eksploatacyjnym zmienia się poza obrębem szybu przepływ mieszaniny podsadzkowej z pionowego na poziomy, z dwoma przeciwnymi kierunkami przepływu. Długość takiej bocznicy zmienia się w zależności od potrzeb.

Drugim sposobem obniżenia ciśnienia w instalacji jest zastosowanie tzw. leja wtórnego. Przez zastosowanie leja wtórnego uzyskać można obok obniżenia ciśnienia mieszaniny podsadzkowej również odpowietrzenie dopływającej do niego mieszaniny podsadzkowej oraz utrzymania lustra mieszaniny podsadzkowej na optymalnym poziomie.

Oprócz wyżej wymienionych metod regulacji ciśnienia w instalacji podsadzkowej, istnieje również metoda regulowania prędkości przepływu mieszaniny podsadzkowej poprzez zmianę średnicy przewodu instalacji. Każda instalacja składa się z odcinków prostych, przy przejściach jednak z jednego ciągu rur na drugi lub przy zagięciach stosowane są kolana, pierścienie regulujące itp. Wszystkie te dodatkowe elementy stwarzają dodatkowe opory dla przepływającej mieszaniny podsadzkowej. Stąd też przy obliczaniu prędkości przepływu należy określić ich wpływ na wielkość oporów. Dodatkowe straty energii występują również przy rozszerzaniu lub zwężaniu się przekroju rurociągu. Wszystkie występujące dodatkowe straty należy dla każdej instalacji obliczyć oddzielnie. Przy obliczaniu prędkości przepły-

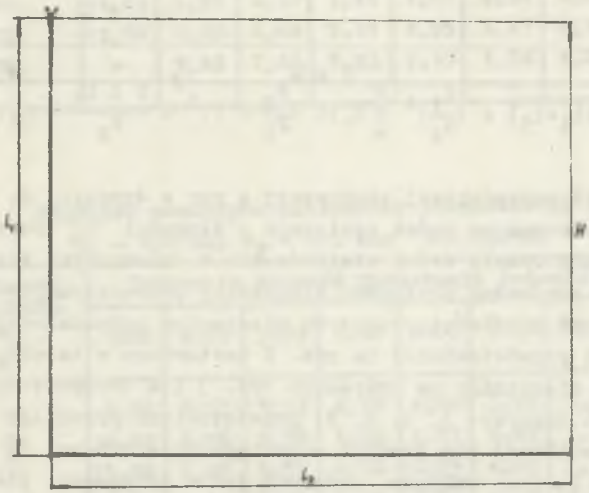
wu mieszaniny podsadzkowej w instalacji w warunkach rzeczywistych przy różnych jej średnicach, należy wziąć pod uwagę również chropowatość przewodu.

Korzystając z praw Bernoullie'go dla instalacji podsadzkowej przedstawionej na rys. 1, prędkość przepływu mieszaniny obliczyć możemy wg poniższego wzoru:

$$v = \sqrt{\frac{2\,g\,H}{\frac{\lambda}{d}\,(l_1 + l_2) + 1{,}18}} \qquad (3)$$

gdzie:

- v - prędkość przepływu mieszaniny podsadzkowej,
- λ - współczynnik strat na tarcie w przewodzie,
- g - przyspieszenie ziemskie,
- H - różnica wysokości wlotu i wylotu instalacji podsadzkowej,
- d - średnica rurociągu,
- l_1, l_2 - długość poszczególnych odcinków rurociągu.

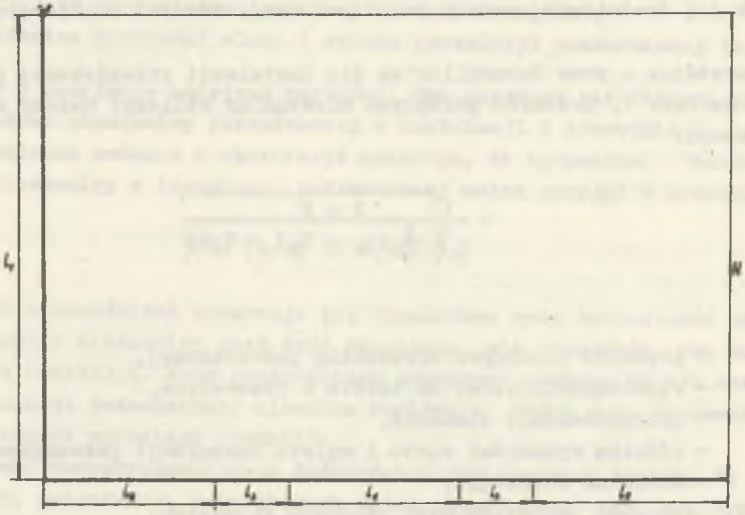


Rys. 1. Schemat instalacji podsadzkowej

Obliczoną według wzoru (3) prędkość przepływu mieszaniny podsadzkowej, dla instalacji przedstawionej na rys. 1 o średnicy 150 mm i 0 185 mm, przedstawiono na rys. 3, 4, 5, 6 (krzywe: 1).

Rys. 2 przedstawia podobny schemat instalacji podsadzkowej, w którym zmieniono jednak na dwóch odcinkach l_3 średnicę przewodu z d_1 na d_2.

Prędkość przepływu mieszaniny podsadzkowej przy zmienionych warunkach przepływu obliczono wg wzoru (4):



Rys. 2. Schemat instalacji podsadzkowej

$$v = \sqrt{\frac{2\,g\,H}{\frac{\lambda}{d_1}(l_1+l_2+l_4+l_5) + \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^4 \left[0{,}36\left(\frac{F_2}{F_1}-1\right)^2 + \frac{2\,\lambda\,l_3}{d_2} + 0{,}12\right] + 2{,}36}}$$

Dla instalacji podsadzkowej zbudowanej z rur o średnicy d_1 = 150 mm i H = 600 m, zamontowano na dwóch odcinkach o długości l_3 rury o średnicy d_2 = 185 mm. Zamontowanie dwóch odcinków rur o zmienionych średnicach spowodowało zmianę prędkości przepływu mieszaniny podsadzkowej w instalacji.

Wyniki obliczeń prędkości przepływu mieszaniny podsadzkowej w instalacji podsadzkowej przedstawionej na rys. 2 zestawiono w tabeli 1 i 2; przebiegi prędkości mieszaniny na wykresach rys. 3 i 4 (krzywe: 2, 3, 4, 5).

Na rys. 5 i 6 (krzywe: 2, 3, 4, 5) przedstawiono przebiegi prędkości mieszaniny podsadzkowej dla średnic rurociągu d_1 = 185 mm, d_2 = 150 mm. Długość odcinka l_3 jest zmienna, podobnie jak w przypadku pierwszym, i waha się w granicach od 50 m do 600 m. Wyniki obliczeń przedstawiono w tabelach 3 i 4.

Jak widać z rys. 3 i 4 (krzywe: 2, 3, 4, 5) prędkość przepływu mieszaniny podsadzkowej przy zmianie średnicy ze 150 mm na 185 mm dla odcinka l_3 i zmiennych jego długościach zwiększa się w miarę wzrostu długości tego odcinka. Inaczej przedstawia się sprawa przy zmianie średnicy ze 185 mm na 150 mm. Jak widać z rysunku 5 i 6 (krzywe: 2, 3, 4, 5) prędkości przepływu mieszaniny podsadzkowej zmniejszają się w zależności od długości odcinka l_3.

Z powyższych obliczeń i wykresów wynika, że stosując w instalacjach podsadzkowych odpowiednie średnice rurociągów oraz dobierając odpowiednie długości odcinka l_3 ze zmienioną średnicą, można regulować prędkość przepływu mieszaniny podsadzkowej do jej optymalnej wielkości. Optymalna prędkość przepływu mieszaniny podsadzkowej rzutuje na całokształt pracy urządzeń podsadzkowych. Stosowanie regulacji prędkości przepływu do wielkości optymalnej przyczynić się może między innymi do ograniczenia ich awarii, lepszego ich wykorzystania oraz ograniczenia awarii.

Tabela 1

Prędkość przepływu mieszaniny podsadzkowej w instalacji
d_1 = 150 mm, d_2 = 185 mm, λ = 0,016

ø mm	długość odcinka l_3 mm	Całkowita długość instalacji podsadzkowej L(m)								
		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
150	-	10,43	7,04	6,04	5,23	4,69	4,28	3,96	3,71	3,50
150/185	50	11,62	7,40	6,10	5,27	4,71	4,32	3,97	3,72	3,50
"	200	12,03	7,91	6,31	5,41	4,81	4,37	4,03	3,76	3,54
"	400	14,85	8,58	6,64	5,61	4,95	4,47	4,11	3,83	3,60
"	600	-	9,43	7,01	5,83	5,10	4,58	4,20	3,90	3,65

Tabela 2

Prędkość przepływu mieszaniny podsadzkowej dla
d_1 = 150 mm; d_2 = 185 mm; λ = 0,0192

ø mm	długość odcinka l_3 m	Całkowita długość instalacji podsadzkowej L(m)								
		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
150	-	9,58	6,77	5,53	4,79	4,28	3,96	3,62	3,39	3,20
150/185	50	9,82	6,86	5,58	4,82	4,31	3,93	3,63	3,40	3,20
"	200	11,02	7,23	5,77	4,95	4,39	4,00	3,67	3,44	3,24
"	400	12,6	7,83	6,07	5,12	4,52	4,09	3,76	3,50	3,29
"	600	-	8,63	6,41	5,33	4,66	4,19	3,84	3,57	3,34

Tabela 3

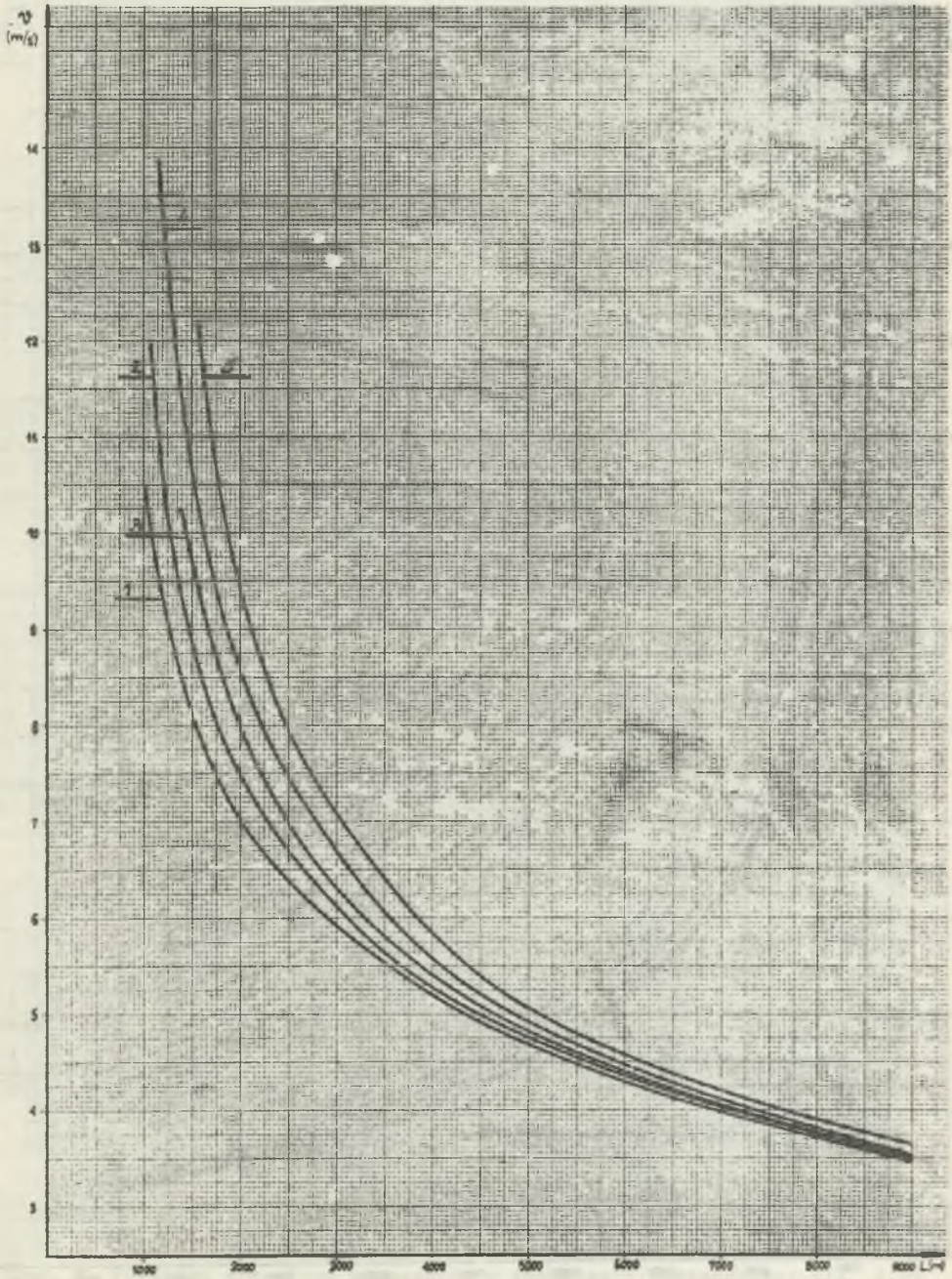
Prędkość przepływu mieszaniny podsadzkowej dla
d_1 = 185 mm; d_2 = 150 mm; λ = 0,016

Ø mm	Długość odcinka l_3 m	Całkowita długość instalacji podsadzkowej L(m)								
		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
185	-	11,62	8,24	6,74	5,84	5,23	4,77	4,42	4,13	3,90
185/150	50	10,5	7,82	6,76	5,66	5,09	4,68	4,33	4,06	3,83
185/150	200	8,78	7,01	6,00	5,34	4,85	4,48	4,18	3,94	3,72
185/150	400	7,40	6,24	5,50	4,97	4,57	4,25	3,99	3,77	3,59
185/150	600	-	5,69	4,67	4,27	3,96	3,71	3,51	3,33	3,18

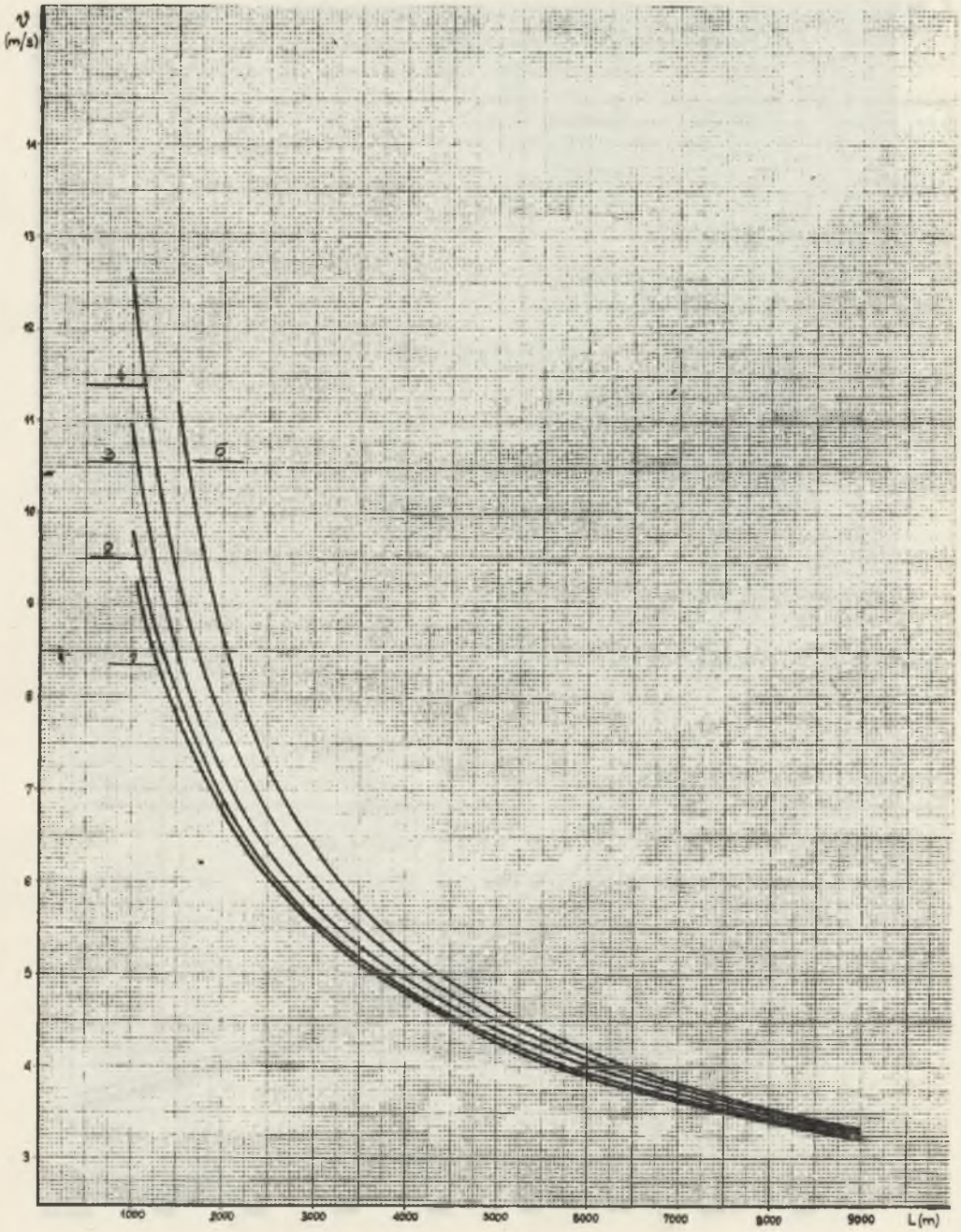
Tabela 4

Prędkość przepływu mieszaniny podsadzkowej w instalacji
dla d_1 = 185 mm; d_2 = 150 mm; λ = 0,0192

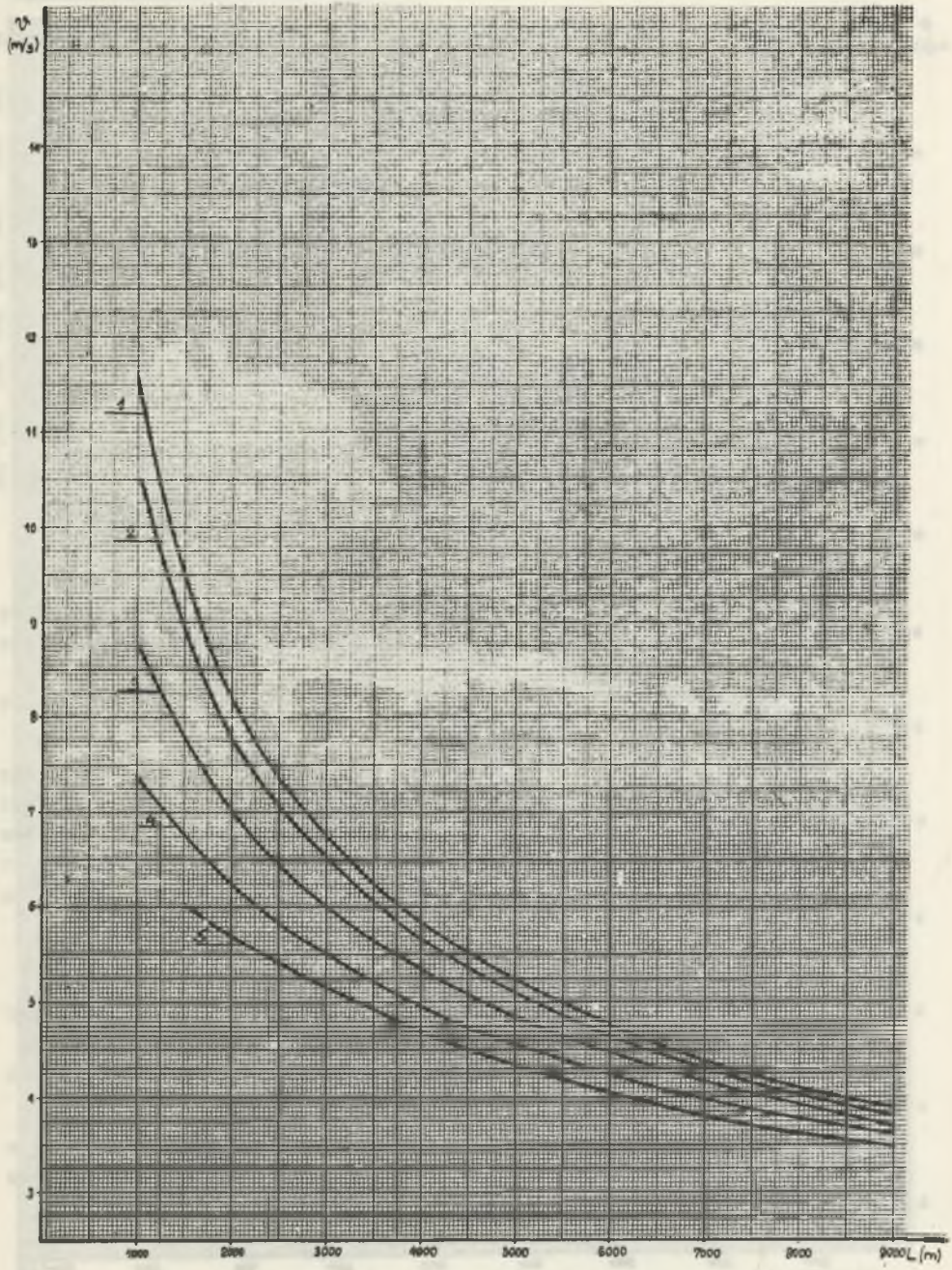
Ø mm	Długość odcinka l_3 m	Całkowita długość instalacji podsadzkowej L(m)								
		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
185	-	10,58	7,65	6,13	5,31	4,75	4,33	4,02	3,76	3,54
185/150	50	9,69	7,16	5,94	5,19	4,66	4,21	3,96	3,72	3,51
185/150	200	8,04	6,43	5,49	4,88	4,43	4,09	3,80	3,60	3,40
185/150	400	6,76	5,71	5,03	4,55	4,23	3,89	3,65	3,46	3,29
185/150	600	-	5,21	4,67	4,27	3,96	3,71	3,51	3,33	3,18



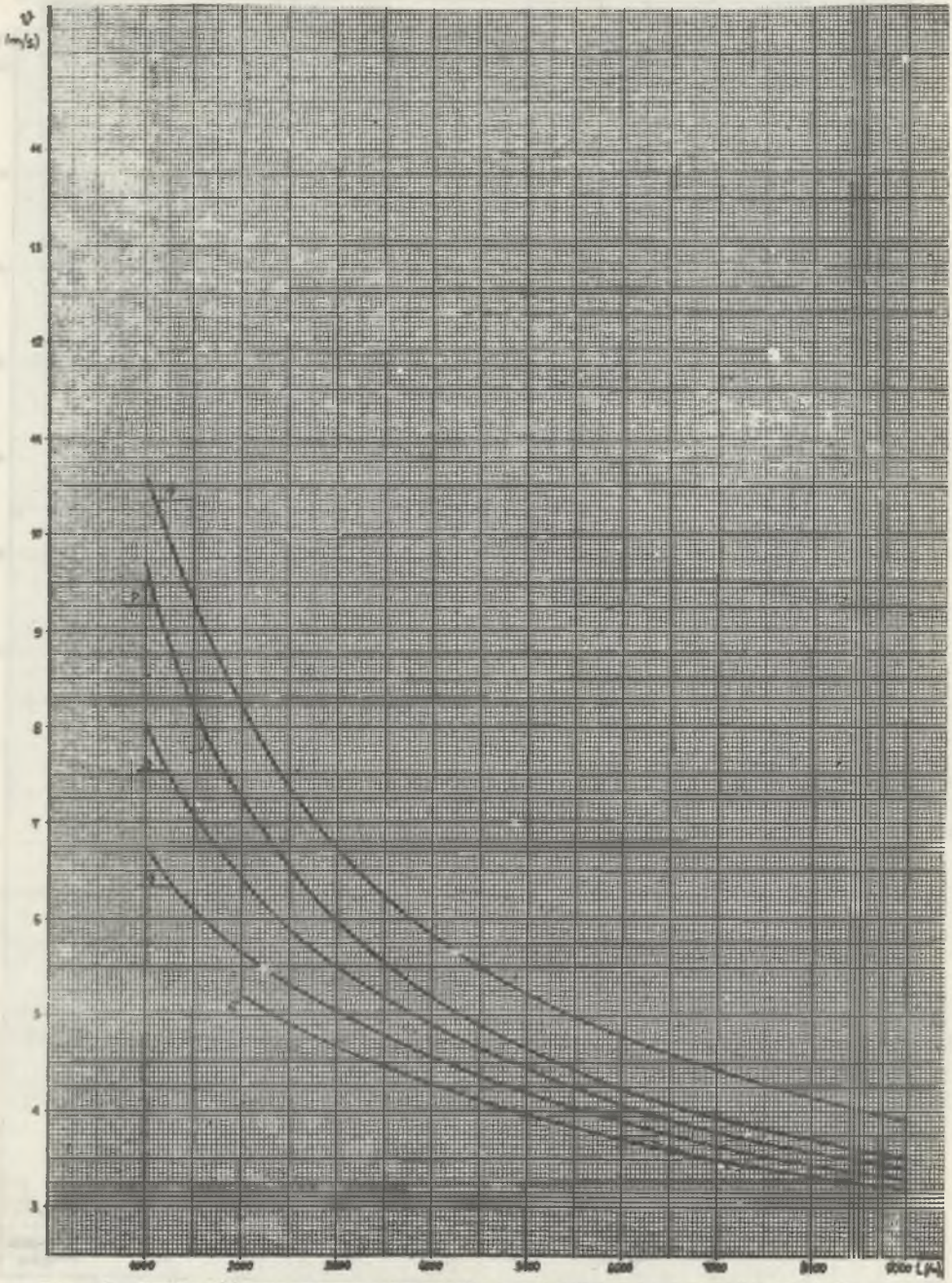
Rys. 3. Prędkość przepływu mieszaniny podsadzkowej w instalacji podsadzkowej dla d_1 = 150 mm, d_2 = 185 mm, λ = 0,016



Rys. 4. Prędkość przepływu mieszaniny w instalacji podsadzkowej dla d_1 = 150 mm, d_2 = 180 mm i λ = 0,0192



Rys. 5. Prędkość przepływu mieszaniny w instalacji podsadzkowej dla d_1 = 185 mm, d_2 = 150 mm, λ = 0,016



Rys. 6. Prędkość przepływu mieszaniny w instalacji podsadzkowej dla d_1 = 185 mm, d_2 = 150 mm, λ = 0,192

LITERATURA

[1] Adamek R.: Wpływ jakości materiału podsadzkowego na efekty podsadzania wyrobisk górniczych Komunikat GIG nr 447, Katowice 1968.

[2] Adamek R.: Badanie nad ustaleniem optymalnych wielkości parametrów technologii podsadzki hydraulicznej dla głębokich kopalń. Zeszyty Naukowe Pol.Śl., nr 19, Gliwice 1966.

[3] Adamek R., Łojas J.: Eksploatacja instalacji podsadzkowych głębokich kopalń. Przegląd Górniczy nr 6, Katowice 1968.

[4] Bobrowskij S.A.: Gidrawliczeskij rasczot raspriedielitielnych truboprowodow. Izdat.Lit. po stroitielstwo, Moskwa 1968.

[5] Czetwertyński E., Utrysko B.: Hydraulika i hydromechanika. PWN Warszawa 1970.

[6] Prandtl L.: Dynamika przepływów (tłum. z jęz. niem.). PWN, Warszawa 1956.

[7] Krysik M.: Trwałość instalacji podsadzki hydraulicznej w warunkach eksploatacji w kopalniach. Komunikat GIG nr 537, Katowice 1971.

[8] Osuch A.: Problem uderzeń hydraulicznych w rurociągach podsadzkowych podczas przepływu mieszaniny podsadzkowej. Prace ZKMPW nr 52, Katowice 1966.

РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЯ ЗАКЛАДОЧНОЙ ПУЛЬПЫ
В ЗАКЛАДОЧНОЙ УСТАНОВКЕ ИЗМЕНЕНИЕМ ДИАМЕТРОВ ТРУБОПРОВОДА

Р е з ю м е

В статье приводятся методы регулировки течения закладочной пульпы в закладочной установке. Одним из них является регулирование рабочего давления существующего в закладочной установке при помощи ответвляющегося гасителя напора, второй метод – применение сторичной воронки. Скорость течения пульпы в установке можно регулировать тоже при помощи изменения диаметра провода (черт. 3, 4, 5, 6).

CONTROLLING THE PACKING MIX FLOW RATE BY CHANGING PIPE DIAMETERS

S u m m a r y

Means of mix flow control in the piping have been presented, either by a drag by-pass or a secondary funnel. The mix flow rate can be as well controlled by changing pipe diameters (fig. 3, 4, 5, 6).