

Jerzy Antonowicz  
Edmund Nowakowski

## BADANIA STRAT CIŚNIENIA W INSTALACJACH DO HYDROTRANSPORTU PASTY BOROWINOWEJ W UZDROWISKACH

Pastą borowinową określa się w przyrodolecznictwie borowinę stosowaną do okładów i zawiązków leczniczych, w której zawartość suchej masy przekracza 15%. Pastę borowinową, ze względu na dużą gęstość, zalicza się do cieczy nienewtonowskich. W dotychczasowej praktyce eksploatacyjnej zakładów przyrodolecznictwa, pastę borowinową dostarcza się ręcznie z działu przygotowania do stanowiska zabiegowego. Próby zastosowania transportu hydraulicznego pasty borowinowej przeprowadzane w RFN nie powiodły się. Pierwsze pozytywne rozwiązanie tego problemu przyniosły dopiero badania autorów, w których wyznaczono straty ciśnienia w instalacjach do hydrotransportu pasty borowinowej w skali półtechnicznej [1].

### Instalacja doświadczalna

Koncepcje stanowisk badawczych do transportu hydraulicznego cieczy nienewtonowskich podaje wielu autorów [2—4]. Podstawowymi elementami stanowiska są zwykle: pompa cyrkulacyjna, blok pomiarowy oraz zbiorniki manipulacyjne. Przyjmując wagowy pomiar natężenia przepływu pasty borowinowej jako najdokładniejszy, w zaprojektowanej instalacji doświadczalnej pominięto blok pomiarowy (z węzła pomiarowe).

Podstawowymi elementami składowymi instalacji były: ciśnieniowy zbiornik-mieszalnik, pompa śrubowa, układ rurociągów różnych średnic (25, 32, 40 i 50 mm), punkty pomiaru ciśnienia oraz punkty czerpalne. W instalacji tej zastosowano zamknięty obieg borowiny. Do badań użyto pastę borowinową, zawierającą średnio 17,5% suchej masy, pochodzącą z Zakładu Przyrodolecznictwa Uzdrowiska Ustroń. W badaniach określono jednostkowe straty ciśnienia: liniowe (w odcinkach prostych instalacji) i miejscowe (w rurowych kolanach giętych). Pomiar spadku ciśnienia umożliwiły manometry zainstalowane na poszczególnych odcinkach badanych rurociągów. Masowe natężenie przepływu określano za pomocą pomiaru masy pasty pobieranej z punktu czerpalnego (metodą wagową) oraz pomiar czasu wypływu pasty.

Dr inż. J. Antonowicz: Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska; Dr inż. E. Nowakowski: Instytut Inżynierii Chemicznej i Urządzeń Ciepłych Politechniki Wrocławskiej, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

### Liniowe straty ciśnienia

Jednostkowe straty ciśnienia określono dla odcinków rurociągów, które wynosiły: dla  $\varnothing$  25 mm  $l=5,1$  m, dla  $\varnothing$  32 mm  $l=5,14$  m, dla  $\varnothing$  40 mm  $l=5,22$  m oraz dla  $\varnothing$  50 mm  $l=5,52$  m. Dodatkowo dla rurociągów o średnicy 50 mm ( $l=4,74$  m) i 40 mm ( $l=4,43$  m) przeprowadzono badania porównawcze na innych odcinkach instalacji. Wyniki tych pomiarów nie różniły się w istotny sposób od pomiarów podstawowych.

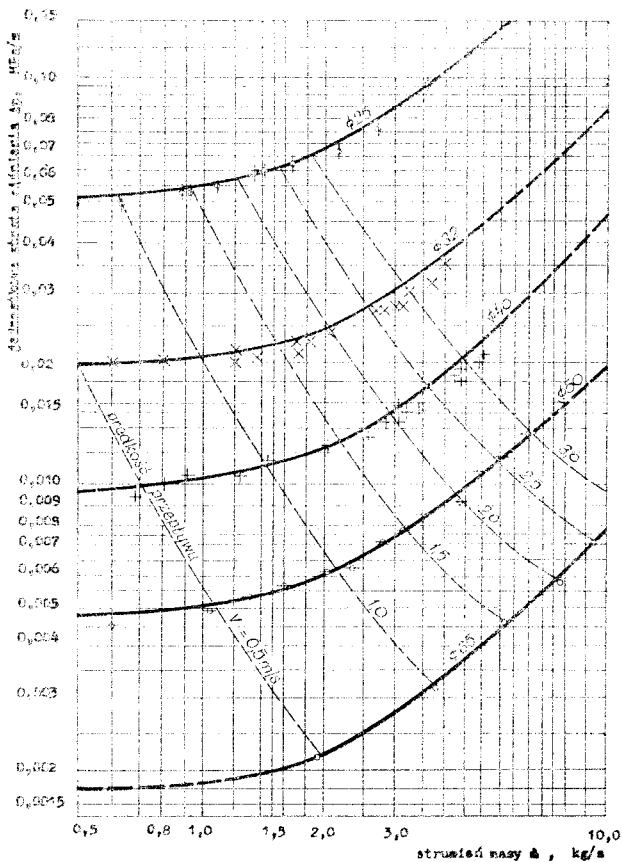
Pasta borowinowa stosowana w przyrodolecznictwie ma temperaturę w zakresie 40–44°C. W instalacji doświadczalnej uzyskiwano temperaturę pasty w zakresie 10–40°C. Analiza wyników badań przeprowadzona dla pasty borowinowej o wyżej podanych zakresach temperatur wykazała, że wpływ temperatury na wielkość jednostkowych strat ciśnienia jest bardzo mały i trudny do określenia. Można zatem przyjąć, że wyznaczone w badaniach jednostkowe straty ciśnienia mogą być stosowane zarówno dla pasty borowinowej zimnej (10°C), jak i gorącej (45°C).

Nie określano wpływu gęstości pasty borowinowej na stratę ciśnienia w rurociągach, jednak w zakresie od 17,1 do 18,4% (średnio 17,5%), uzyskane wyniki pomiarów były do siebie zbliżone. Aby umożliwić praktyczne zastosowanie wyników strat w badaniach jednostkowych wartości strat ciśnienia w prostych odcinkach rur, opracowano nomogram (rys. 1), w którym dodatkowo podano jednostkową stratę ciśnienia (określoną analitycznie) dla rurociągu o średnicy 65 mm.

Należy zaznaczyć, że nomogram ten ustalony został dla borowiny pochodzącej ze złoża Polomia, użytkowanego przez uzdrowiska Jastrzębie Zdrój i Ustroń. Pasta przygotowana z innych złóż borowinowych może powodować zatem inne wartości jednostkowych strat ciśnienia.

### Miejscowe straty ciśnienia

Badania przeprowadzone zostały dla łuków wykonanych z rur (kolana gięte) o krzywiznie  $R/d=4-4,5$ , gdyż ten rodzaj kształtek jest powszechnie stosowany w praktyce instalacyjnej. Ponieważ przy przepływie cieczy nienewtonow-



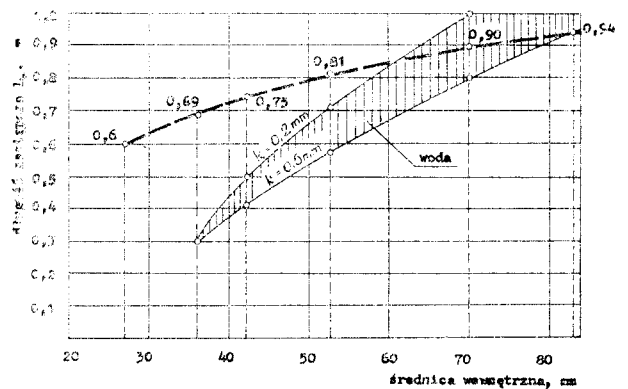
Rys. 1 Nomogram do wyznaczania jednostkowych strat ciśnienia w prostych odcinkach rur do transportu pasty borowinowej, zawierającej 17,5% suchej masy

skiej miejscowe straty ciśnienia nie zależą od kwadratu prędkości przepływu, dlatego też straty ciśnienia w łukach odniesiono do jednostkowych strat ciśnienia w rurze prostej, za pomocą długości zastępczej  $l_z$ . Wyznaczone w badaniach długości zastępcze dla łuku podano na rys. 2.

W celach porównawczych, na rysunku tym podano również długości zastępcze dla kolan ( $R/d=4$ ) w rurociągach wodnych o różnym stopniu chropowatości ścian.

## Wnioski

1. Przeprowadzone badania wykazały możliwość hydraulicznego transportu pasty borowinowej, co może wyeliminować bardzo uciążliwą



Rys. 2 Zastępcza długość dla łuków giętych z rur gładkich ( $R/d=4-4,5$ )

pracę fizyczną, związaną z dostarczaniem pasty borowinowej do stanowisk zabiegowych. Powinno to wpłynąć także na zahamowanie tendencji ograniczania zabiegów borowinowych w krajowych uzdrowiskach.

2. Wyznaczone w badaniach wartości jednostkowych strat ciśnienia w prostych odcinkach rur, mogą być stosowane do projektowania rurociągów w technicznych instalacjach do hydrotransportu pasty borowinowej.

3. Dla powszechnie stosowanych w praktyce instalacyjnej łuków giętych wyznaczono wartości oporów miejscowych, w oparciu o długość zastępczą rury prostej. Dla pozostałych elementów instalacji wartości oporów miejscowych można wyznaczyć przyjmując szacunkowo ich długości zastępcze, poprzez analogię do wartości wyznaczonych dla łuków.

## LITERATURA

1. J. ANTONOWICZ, E. NOWAKOWSKI: Badania transportu rurowego borowiny do zawiązań. Raport Inst. Inż. Ochr. Środow. P.Wr. nr SPR-37/85, Wrocław 1985.
2. W. PARZONKA, Z. WOLAŃSKI: Podstawy metodyczne pomiaru parametrów hydrotransportu rurowego w warunkach laboratoryjnych i polowych. Prace naukowe Inst. Inż. Ochr. Środow. P.Wr. nr 7, Wrocław 1970.
3. N. A. SILIN i inni: Gidrotransport. Naukowa Dumka, Kijew, 1971.
4. Z. KEMBŁOWSKI: Reologia płynów nienewtonowskich. WNT, Warszawa 1973.

## J. Antonowicz, E. Nowakowski

### LOSS OF PRESURE DURING HYDROTRANSPORT OF THERAPEUTIC MUD

The attempt to substitute hydraulic transport for the troublesome handling of therapeutic mud in health resorts has failed. As the mud transport problem is

of crucial importance to the health service, model investigations have been run for flow resistance determination. The model system used for this purpose enabled the unit linear resistances and local resistances to be established. The results presented in the form of a nomogram may be of utility in designing a hydrotransport system for therapeutic mud with an average dry solids content amounting to 17,5%.