

Krystyna Jeżowiecka-Kabsch, Katarzyna Strzelecka

## Problemy opisu struktury przepływu wody w przewodach z nagłymi rozszerzeniami i zwężeniami przekroju

Nagłe rozszerzenia i zwężenia pola przekroju przepływowego występują we wszystkich rozbudowanych systemach hydraulicznych. Podczas przepływów cieczy lepkich przez przewody z takimi elementami (tzw. opory miejscowe) powstają straty hydrauliczne, wywołane zaburzeniami struktury przepływającej strugi, a w przepływie – nawet ustalonym – obserwuje się powstawanie i przemieszczanie makroskopowych struktur wirowych wywołujących falowanie strugi tranzytowej. W pobliżu takich elementów instalacji (na granicy strugi) tworzą się niekiedy także strefy recyrkulacji [1]. W pewnych warunkach przepływu, w obszarach zwanych obszarami stagnacji (tj. przepływu bardzo wolnego lub nawet zastoju), może dochodzić np. do zamarzania wody [2], czy też powstawania zatorów wywołanych sedimentacją cząstek stałych i kumulacją produktów korozji w przewodach wodociagowych [3].

Z drugiej jednak strony, to właśnie makroskopowe struktury wirowe, spływające z ostrej krawędzi skokowej zmiany pola przekroju przepływowego (rozszerzenie lub zwężenie przewodu), odpowiadają za procesy mieszania w przewodzie, a sterowanie skalą tych zjawisk może być jednym ze sposobów intensyfikacji lub spowalniania tych procesów [4]. W technologiach oczyszczania wody znane są urządzenia oparte na mieszanii hydraulicznej, np. mieszacze statyczne, w których zaburzenia przepływu wykorzystuje się podczas wprowadzania koagulantów i innych chemikaliów do oczyszczanej wody [5]. Określenie zasięgu tych oddziaływań, wywołanych strukturą przepływu wody, ma więc istotne znaczenie poznawcze i techniczne. Istnieje zatem konieczność oceny wpływu stopnia rozszerzenia i zwężenia przekroju przewodu na strukturę przepływu i intensywność procesów przebiegających za takimi oporami miejscowymi, w tym na długość obszarów przepływów zwrotnych, struktury wirowe powstające na spływie z krawędzi rozszerzenia, rozkład energii kinetycznej (współczynnik Coriolisa), straty hydrauliczne, a w wypadku nagłego zwężenia – na kontrakcję strugi.

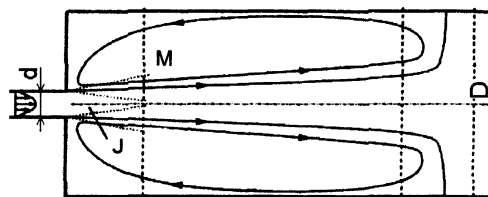
Celem rozważań podjętych w niniejszej pracy było zwrócenie uwagi na zjawiska i niewyjaśnione problemy związane z przepływem wody przez przewody z nagłymi skokowymi zmianami pola przekroju przepływu. Zaprezentowany materiał pozwala na wyjaśnienie niektórych prawidłowości, pokazuje trudności występujące w opisie tych zjawisk, a także uzasadnia potrzebę podjęcia badań zmierzających do wyjaśnienia pojawiających się wątpliwości.

### Rozszerzenie przekroju przewodu

W licznych pracach analizowane są wyniki badań eksperymentalnych i numerycznych przepływów (ustalonych i pulsujących) wody przez przewód z nagłym rozszerzeniem osiowosymetrycznym [6,7], przy czym dotyczą one zadanego stosunku średnic (przewodu za rozszerzeniem ( $D$ ) do przewodu dopływowego ( $d$ )). Na podstawie badań wizualizacyjnych (metodą barwnikową) [6] stwierdzono, że dla stopnia rozszerzenia przewodu  $D/d=2,08$  struktura przepływów za nagłym rozszerzeniem jest złożona zarówno dla przepływów pulsujących, jak i ustalonych. Szczególną uwagę zwrócono na odległość, na której struga wody zachowuje stabilność, na kształt i zasięg stref recyrkulacji oraz na zjawiska zachodzące na granicy strugi tranzytowej i strefy recyrkulacji.

Przeprowadzone badania anemometryczne oraz wyniki czasowych przebiegów ciśnienia statycznego potwierdziły wyniki badań wizualizacyjnych, pozwalając na opracowanie modelu przepływu w takim systemie hydraulicznym [6]. Należałoby jednak sprawdzić poprawność modelu dla różnych wartości stopnia rozszerzenia przewodu. Interesujące będzie ponadto porównanie zasięgu stref przepływów zwrotnych oraz intensywności procesów mieszania, a więc m.in. szybkości przemieszczania się makroskopowych struktur wirowych, dla różnych stopni rozszerzenia i zwężenia przekroju przepływu.

Bardzo istotne są wyniki badań numerycznych przepływu wody przez nagłe rozszerzenie przewodu o stopniu rozszerzenia  $D/d \gg 1$  [7]. Schemat przepływu wody przez taki opór miejscowy przedstawiono na rysunku 1, na którym można wyróżnić kilka charakterystycznych obszarów.



Rys. 1. Schemat przepływu wody przez osiowosymetryczne rozszerzenie przekroju przewodu ( $D/d \gg 1$ ) [7]

Tuż za nagłym rozszerzeniem pojawia się wąski obszar rdzenia (J), w którym następuje rozwój strugi wody. Struga tranzytowa wywołuje ruch wody znajdującej się w jej pobliżu (tuż za rozszerzeniem), w wyniku czego powstaje obszar recyrkulacji (M). Linie prądu są początkowo zbliżone do równoległych do osi, po czym struga rozszerza się. Według autorów [7] w takim przepływie kształtuje się długa strefa

recykulacji, przy czym nie podano zależności jej długości od stosunku średnic ( $D/d$ ). Są to badania numeryczne, które wymagają odpowiedniego potwierdzenia doświadczalnego. Nie poruszono ponadto problemu powstawania i przemieszania się struktur wirowych odpowiedzialnych za procesy mieszania.

### Zwężenie przekroju przewodu

W literaturze brakuje analiz dotyczących struktury przepływu wody przez nagłe osiowoosymetryczne zwężenia przekroju przewodu, jakkolwiek można znaleźć opisy wyników badań numerycznych i eksperymentalnych przepływu wody przez symetryczne nagłe rozszerzenia i zwężenia kanału prostokątnego [8,9]. Podczas przepływu wody przez zwężenia pola przekroju przewodu dochodzi także do intensywnych zmian profili prędkości, m.in. na skutek zjawiska kontrakcji strugi, co z jednej strony wywołuje straty hydrauliczne, z drugiej jednak – intensyfikuje proces mieszania.

Na rysunku 2 przedstawiono wyniki badań numerycznych i eksperymentalnych przepływu wody w kanale prostokątnym z nagłym symetrycznym rozszerzeniem i zwężeniem [8]. Stwierdzono, że dla małych liczb Reynoldsa wyrażonych wzorem:

$$Re = \frac{U_{maks} h}{2\nu_w} \quad (1)$$

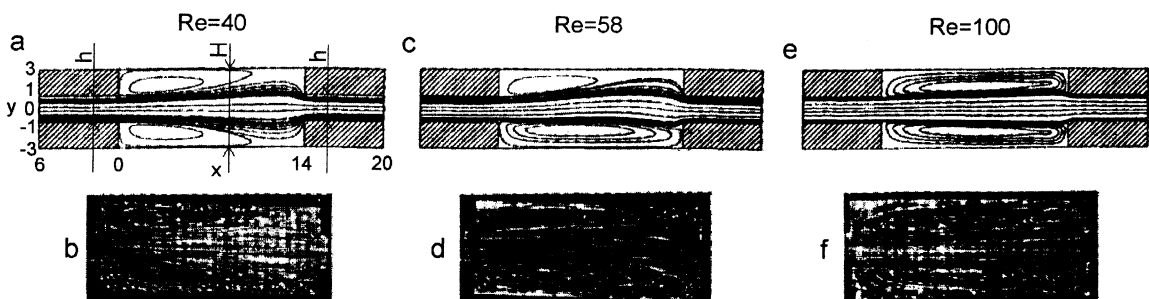
w którym:

$U_{maks}$  – maksymalna prędkość przepływu w przewodzie przed rozszerzeniem, m/s

$h$  – szerokość przewodu przed rozszerzeniem (i za zwężeniem), m

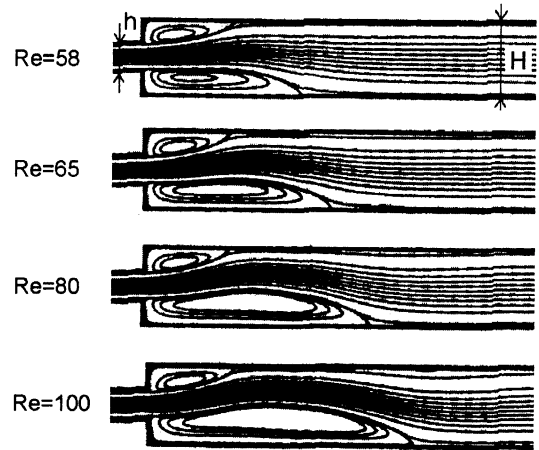
$\nu_w$  – kinematyczny współczynnik lepkości wody,  $m^2/s$

przepływ wody był stabilny i symetryczny. Za rozszerzeniem przewodu zaobserwowano dwie symetryczne strefy recykulacji dla  $Re=40$  (rys. 2a i 2b), natomiast dla  $Re \geq 47,7$  przepływ stracił symetrię, ale pozostał stabilny i widoczne były dwie niesymetryczne strefy recykulacji dla  $Re=58$  (rys. 2c i 2d). Po przekroczeniu wartości  $Re=65,2$  zaobserwowano powrót do symetrii (rys. 2e i 2f dla  $Re=100$ ). W okolicy nagłego zwężenia we wszystkich wypadkach nastąpiło dodatkowe przewężenie linii prądu (zjawisko kontrakcji), które występuje także podczas przepływu przez osiowoosymetryczne nagłe zwężenie przekroju. Autorzy uzyskali tu dobrą zgodność wyników badań numerycznych z wizualizacyjnymi [8]. Należałoby jednak zbadać strukturę przepływu cieczy przez nagłe osiowoosymetryczne zwężenie przekroju w analizowanym zakresie liczb Reynoldsa. Interesujące będzie ponadto porównanie zjawisk przebiegających za nagłym rozszerzeniem przewodu dla różnych stopni jego rozszerzenia ( $D/d$ ).



Rys. 2. Schematy linii prądu (badania numeryczne) oraz obrazy wizualizacji przepływu wody przez przewód prostokątny z nagłą symetryczną zmianą przekroju [8]

Również w pracy [9] opisano wyniki numerycznych badań przepływu przez kanał prostokątny z symetrycznym rozszerzeniem przekroju (rys. 3). Podobnie jak poprzednio, zaobserwowano brak symetrii dla  $Re > 47,7$  ( $Re = U_{sr}h/\nu_w$ ). Stwierdzono jednak, że asymetria rosła wraz ze wzrostem wartości liczby Reynoldsa.



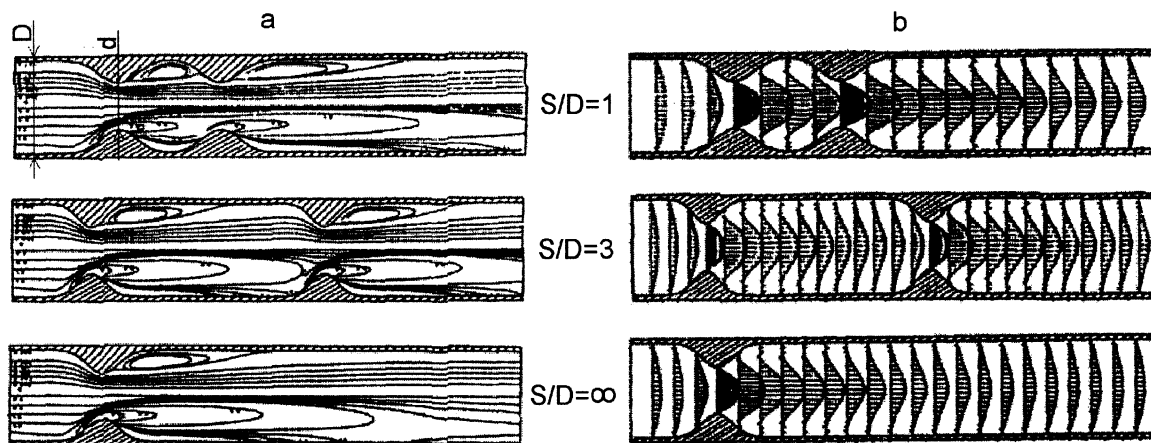
Rys. 3. Schematy linii prądu (badania numeryczne) w przepływie wody przez przewód prostokątny z nagłym rozszerzeniem symetrycznym [9]

Należy podkreślić, że autorzy badań [9] nie uzyskali potwierdzenia doświadczalnego wyników badań numerycznych, a tym samym wiarygodność tych badań jest zdecydowanie mniejsza niż poprzednich.

### Zafalowanie ścian przewodu

Badania struktury przepływów w przewodach o zwężeniach i rozszerzeniach pola przekroju wywołanych zafalowaniem ścian bocznych opisano m.in. w pracach [10,11]. Prowadzono je zarówno dla przepływów wody przez przewód ze słabo, jak i bardzo silnie pofalowanymi ścianami, tworzącymi już wyraźne zwężenia przekroju. W pracy [10] przeanalizowano numerycznie przepływ wody przez osiowoosymetryczny przewód z pofalowanymi ścianami, tworzącymi nagłe zwężenia przekroju ( $Re = U_{sr}D/\nu_w = 50$ ). Przykładowe wyniki badań pokazano na rysunku 4.

Oporo miejscowe usytuowane były w różnych odległościach od siebie. W skrajnym wypadku założono, że odległość pomiędzy nimi jest nieskończenie duża, czyli istnieje tylko jedno zwężenie. Wprowadzono współczynnik będący stosunkiem odległości pomiędzy oporami ( $S$ ) do średnicy przewodu ( $D$ ). Przedstawiono schematy linii prądu i wirowości oraz profile prędkości. Stwierdzono, że dla  $Re=50$  obszar recykulacji za pierwszym zwężeniem oddziaływał na wodę przepływającą



Rys. 4. Przepływ wody ( $Re=50$ ) przez nagłe osiowoosymetryczne zwężenia przewodu usytuowane w różnych odległościach od siebie (a – schematy linii prądu (górna część rysunków) i wirowości (dolna część rysunków), b – profile prędkości) [10]

przez drugie zwężenie. Dla przepływów o mniejszych wartościach liczby Reynoldsa nie zaobserwowano tego zjawiska, choć małe obszary recyrkulacji były widoczne już dla  $Re=10$ . Należy zwrócić uwagę, że maksymalna prędkość przepływu wystąpiła za zwężeniem przekroju, co sygnalizowało zjawisko kontrakcji. Tuż za przewężeniem przewodu prawdopodobnie powstawać będą struktury wirowe, intensyfikujące proces mieszania. Teza ta wymaga jednak doświadczalnego potwierdzenia.

### Kontrakcja strugi cieczy

Wyniki badań wizualizacyjnych (metodą pęcherzyków wodorowych) przepływów wody przez przewody z wbudowaną kryzą oraz doświadczalnie wyznaczone wartości współczynników kontrakcji przedstawiono w pracy [1]. Podobnie jak w przepływie przez przewód z nagłym osiowoosymetrycznym rozszerzeniem przekroju [6], obrazy przepływu oraz występowanie dużych struktur wirowych zależały od wartości liczby Reynoldsa.

Na szczególną uwagę zasługuje zjawisko kontrakcji, które występuje również podczas przepływu wody przez nagłe osiowoosymetryczne zwężenie przekroju przewodu. Korzystając z zależności:

$$\kappa = (d_s/d)^2 \quad (2)$$

w której:

$d_s$  – zewnętrzna średnica przewężonej strugi za kryzą, m  
 $d$  – średnica przewężenia kryzy, m  
 wyznaczono doświadczalnie wartości współczynników kontrakcji dla przepływu ustalonego przez przewód z kryzą dla różnych wartości przewężeń ( $\beta=d/D$ ) i różnych wartości liczb Reynoldsa.

W tabeli 1 przedstawiono wyznaczone doświadczalnie wartości współczynników kontrakcji i porównano je z wartościami współczynników kontrakcji wyznaczonymi z następujących wzorów:

– Weisbacha [12]:

$$\kappa = 0,63 + 0,37\beta^6 \quad (3)$$

– Buckinghama [12]:

$$\kappa = 0,598 + 0,395\beta^4 \quad (4)$$

– Kremlewskiego [1]:

$$\kappa = \frac{0,613}{\sqrt{1 - 0,624\beta^4}} \quad (5)$$

Zakres wartości współczynników kontrakcji wyznaczonych w badaniach [7] był szerszy od obliczonego z zależności (3)–(5). W żadnym ze wzorów nie uwzględnia się wpływu wartości liczby Reynoldsa na wartość współczynnika  $\kappa$ . Istnieje zatem konieczność doświadczalnego wyznaczenia wartości współczynników kontrakcji podczas przepływu wody przez nagłe osiowoosymetryczne zwężenia przewodu o różnych stopniach zwężenia ( $D/d$ ), dla różnych wartości liczb Reynoldsa.

### Rozkład energii kinetycznej w przewodzie

Współczynnik Coriolisa ( $\alpha$ ) jest określany jako stosunek rzeczywistej energii kinetycznej do średniej energii kinetycznej. Określa on niejednorodność rozkładu prędkości przepływu w poprzecznym przekroju strugi wody. W literaturze [13–16] podawane są następujące wartości współczynnika Coriolisa:

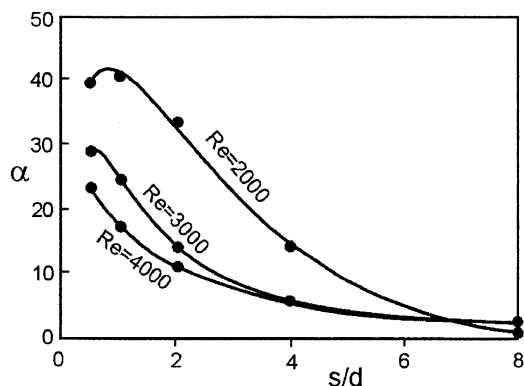
Tabela 1. Porównanie uzyskanych wartości współczynników kontrakcji z danymi literaturowymi [7]

Przewężenie kryzy ( $\beta$ )	Współczynnik kontrakcji ( $\kappa$ )						
	liczba Reynoldsa [7]				wzór		
	1000	2000	4000	6000	(3)	(4)	(5)
0,35	0,73	0,51	0,46	0,49	0,630	0,604	0,616
0,50	0,76	0,71	0,57	0,51	0,636	0,623	0,625
0,63	0,83	0,83	0,68	0,61	0,61	0,653	0,660
0,75	0,88	0,87	0,72	0,74	0,696	0,723	0,684

- dla przepływu płynu doskonałego:  $\alpha=1$  (jednorodny rozkład prędkości),
- dla przepływu laminarnego:  $\alpha=2$ ,
- dla przepływu turbulentnego:  $\alpha=1,06+1,3$ ,

przy czym najmniejsze wartości występują w przepływach scharakteryzowanych wysokimi wartościami liczby Reynoldsa, kiedy profil prędkości jest zbliżony do profilu dla jednorodnego rozkładu prędkości.

W pracy [6] przedstawiono zależność wartości współczynnika Coriolisa od odległości od nagłego osiowosymetrycznego rozszerzenia przewodu ( $s$ ), dla różnych wartości liczby Reynoldsa i tylko jednej wartości  $D/d=2,08$  (rys. 5).



Rys. 5. Wartości współczynnika Coriolisa w przewodzie za nagłym osiowosymetrycznym rozszerzeniem, przy przepływach ustalonych ( $D/d=2,08$ ) [6]

W przepływach ustalonych współczynnik Coriolisa osiągał wysokie wartości (nawet ok. 40) tuż za rozszerzeniem i w pewnej odległości od oporu miejscowego malał do 1,5–2,0. Wprawdzie tuż za nagłym rozszerzeniem następowały intensywne zmiany profili prędkości, a tym samym można oczekiwać, że wartości współczynnika Coriolisa będą większe od 2, to jednak tak wysokie wartości budzą zdziwienie i wymagają potwierdzenia oraz określenia dla innych stopni rozszerzenia przewodu.

## Podsumowanie

Analiza zagadnień dotyczących struktury przepływów wody przez przewody z nagłym rozszerzeniem i zwężeniem pola przekroju przepływu pozwala stwierdzić, że istnieją niespójne i niekompletne wyniki badań numerycznych i doświadczalnych przepływów przez nagłe zmiany pola przekroju przewodu. W wypadku nagłego rozszerzenia najczęściej dotyczą one wybranego (jednego) stopnia rozszerzenia. Brakuje natomiast oceny wpływu stopnia skokowej zmiany średnicy na strukturę przepływu wody i intensywność procesów w okolicy takiego oporu miejscowego. Przeprowadzono nieliczne badania struktury przepływu wody przez przewody z nagłym symetrycznym zwężeniem przekroju przepływu, przy czym większość z nich dotyczyła przepływów przez kanał prostokątny. Najczęściej badanym osiowosymetrycznym oporem miejscowym była kryza, a praktycznie nie ma analiz struktury przepływu wody przez nagłe osiowosymetryczne zwężenia przewodu. Istniejące rozbieżności wartości współczynników kontrakcji i wyników fragmentarycznych badań doświadczalnych wskazują na konieczność doświadczalnego wyznaczenia wartości tych współczynników, w zależności od stopnia zwężenia przewodu oraz w zależności od wartości liczby Reynoldsa, a następnie skorygowania istniejących wzorów.

Część danych literaturowych opisuje przepływ wody przez przewody ze zwężeniem przekroju na skutek wprowadzenia zafalowania ścian [10,11]. Omawiane w nich badania dotyczą zarówno przepływów przez przewód ze słabo, jak i bardzo silnie pofalowanymi ścianami, tworzącymi już wyraźne zwężenia i rozszerzenia przekroju przepływu. Struktury wirowe pojawiające się za takimi zmianami przekroju przewodu mogą intensyfikować procesy mieszania. Wymaga to jednak potwierdzenia doświadczalnego.

Wiele miejsca w literaturze poświęcono osiowosymetrycznym zwężeniom w postaci kryz lub zwęzek [1,17]. Przeprowadzono też badania eksperymentalne i numeryczne dotyczące przepływów ustalonych oraz pulsujących z zakresu laminarnego, przejściowego i turbulentnego. Podawana w literaturze wartość współczynnika Coriolisa dla przepływów turbulentnych w przewodzie ( $\alpha \in (1,06; 1,3)$ ) jest przyjmowana w dokładniejszych obliczeniach inżynierskich. Brak jest jednak danych umożliwiających określenie wartości współczynników Coriolisa w strefie oddziaływania oporu miejscowego, a więc strefie intensywnych zmian profilu prędkości.

W celu naukowego wyjaśnienia przynajmniej części zasygnalizowanych problemów, związanych z przepływami wody w elementach systemów hydraulicznych, podjęte zostały badania hydrauliczne, wizualizacyjne i anemometryczne przepływu wody w przewodach z nagłymi rozszerzeniami i zwężeniami przekroju ( $D/d \in (1,22; 2,86)$ ), w zakresie  $Re \in (1200; 125000)$ . Pozwolą one na ocenę wpływu stopnia skokowej zmiany średnicy przewodu na strukturę przepływu wody w zakresie oddziaływania oporów miejscowych (nagłe rozszerzenie i zwężenie przewodu), poprzez uzyskanie zmiennych w czasie obrazów pól miejscowych prędkości przepływu (uśrednionych i fluktuacyjnych), wyznaczenie stref recyrkulacji, kształtu struktur wirowych spływających z ostrej krawędzi przewężenia lub rozszerzenia oraz określenie współczynników kontrakcji i rozkładu energii kinetycznej w czasie (wsp. Coriolisa). Badania te, łącznie z badaniami hydraulicznymi (rozkład ciśnień), umożliwią dokładniejsze wyznaczenie współczynników oporów miejscowych i określenie ich wartości nie tylko w zależności od geometrii tych oporów (jak dotychczas), ale również od struktury i charakteru przepływu wody, co istotnie wpłynie na zwiększenie dokładności hydraulicznych obliczeń inżynierskich.

## LITERATURA

1. K. JEŻOWIECKA-KABSCH, H. SZEWCZYK, Z. BECHTOLD, W. WĘDRYCHOWICZ, A. GRIGORIEW: Wizualizacyjne studium formowania się i ewolucji struktur wirowych przy przepływie przez przewężenia. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1999.
2. Z. BECHTOLD, H. SZEWCZYK: Likwidacja stref zamarzania w zbiorniku zimnej wody przez lokalną zmianę struktury pola prędkości. Mat. konf. „Air Conditioning, Air Protection & District Heating”, Politechnika Wroclawska, PZITS, Wrocław–Szklarska Poręba 2002, ss. 609–611.
3. M. ŚWIDERSKA-BRÓŹ, M. WOLSKA: Wpływ nierównomierności rozbioru wody wodociągowej na zmianę jej jakości. Ochrona Środowiska, 2004, nr 4, ss. 21–23.
4. K. JEŻOWIECKA-KABSCH, H. SZEWCZYK, W. WĘDRYCHOWICZ: Struktura pulsującego przepływu przez rurę z kryzą. Inżynieria Chemiczna i Procesowa, 2004, nr 25, ss. 155–168.

5. A. L. KOWAL, M. ŚWIDERSKA-BRÓŹ: *Oczyszczanie wody*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa–Wrocław 1996.
6. J. FYDRYCH, K. JEŻOWIECKA-KABSCH, H. SZEWCZYK: *Pulsujące przepływy cieczy przez przewód z nagłym rozszerzeniem*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2003.
7. A. REVUELTA, A. L. SANCHEZ, A. LINAN: Confined axisymmetric laminar jets with large expansion ratios. *Journal of Fluid Mechanics*, 2002, Vol. 456, pp. 319–352.
8. J. MIZUSHIMA, Y. SHIOTANI: Transitions and instabilities of flow of a symmetric channel with suddenly expanded and contracted part. *Journal of Fluid Mechanics*, 2001, Vol. 434, pp. 355–369.
9. T. HAWA, Z. RUSAK: The dynamics of laminar flow in a symmetric channel with sudden expansion. *Journal of Fluid Mechanics*, 2001, Vol. 436, pp. 283–320.
10. T. S. LEE: Numerical studies of fluid flow through tubes with double constriction. *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, 1990, Vol. 11, pp. 1113–1126.
11. H. H. WEI, S. L. WATERS, S. Q. LIU, J. B. GROTBORG: Flow in a wavy-walled channel lined with a poroelastic layer. *Journal of Fluid Mechanics*, 2003, Vol. 492, pp. 23–45.
12. L. PRANDTL: *Dynamika przepływów*. PWN, Warszawa 1956.
13. R. GRYBOS: *Mechanika płynów z hydrauliką*. Politechnika Śląska, Gliwice 1977.
14. K. JEŻOWIECKA-KABSCH, H. SZEWCZYK: *Mechanika płynów*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2001.
15. W. J. PROSNAK: *Mechanika płynów. Tom I. Statyka płynów i dynamika cieczy*. PWN, Warszawa 1970.
16. E. Z. RABINOWIČ: *Gidravlika*. Gosudarstvennoe izdatelstvo fiziko-matematičeskoj literatury, Moskva 1961.
17. G. K. BATCHELOR: *An Introduction to Fluid Dynamics*. Cambridge University Press, Cambridge 2000.

**Jeżowiecka-Kabsch, K., Strzelecka, K. Effect of Sudden Diameter Changes on Water Flow Structure. *Ochrona Środowiska* 2005, Vol. 27, No. 1, pp. 23–27.**

**Abstract:** Flows through channels and tubes with suddenly expanded or constricted parts (also with an orifice) were analyzed on the basis of relevant literature reports. The data obtained in this way revealed some regularities, as well as a number of analytical problems, and enabled us to prepare our own research programme. The so-far reported experimental (mainly visualizations) and numerical researches into flow through a pipe with an axisymmetric sudden expansion have generally involved one selected diameter ratio. No estimations have been carried out to establish how other diameter ratios (differing from the chosen one) may affect the flow structure in the vicinity of such resistance. The available literature also fails to include analyses of flow over an axisymmetric sudden constriction. There are inconsistencies between the values of the contraction coefficients in the

available formulas and the experimental values. This substantiates the need of finding the contraction coefficients and relating them to the Reynolds number. Jet contraction and intensification of the mixing process can be observed in flows through wavy walled channels. Many authors have referred to such axisymmetric constrictions as the orifice. Experimental and numerical researches have been reported into steady and pulsatile flows. Some of the studies concentrated on the changes in the non-symmetric area section. Velocity profiles undergo changes in the vicinity of sudden expansion, but the available literature does not include the values of the Coriolis coefficients in such a zone. It is therefore necessary to find out how different diameter ratios in axisymmetric sudden expansions and constrictions affect the structure of flow and the intensity of the turbulence processes after such resistance.

**Keywords:** Water flow, sudden expansion, sudden constriction, turbulence.