

Zawory zwrotne kulowe do cieczy zanieczyszczonych

Mirosław Szuster

1. Wstęp. Nierealne stało się możliwe

Tytuł wstępu nawiązuje do pierwszego artykułu (PP1 - luty 2002) pt. „Zawory zwrotne kulowe do cieczy zanieczyszczonych systemu SZUSTER. Niemożliwe stało się realne”.

Celem artykułu jest zwrócenie uwagi na zupełnie inne podejście w projektowaniu zaworów zwrotnych do ścieków zawierających fekalia zgodne z obowiązującymi nowymi normami. W szczególności autor zwraca uwagę na nowe możliwości dalszej optymalizacji zaworów zwrotnych kulowych systemu SZUSTER pod kątem spełnienia tych norm, a także pod kątem oczekiwań projektantów i użytkowników przepompowni ścieków.

2. Podstawy rewizji założeń doboru i projektowania zaworów zwrotnych kulowych do ścieków fekalnych

2.1 Podstawy rewizji założeń zgodnych z nowymi normami [1]:

- PN-EN 12050-1; *Przepompownie ścieków w budynkach i ich otoczeniu; Zasady budowy i badania; Część 1: Przepompownie ścieków zawierających fekalia.*

- minimalna prędkość przepływu w przewodzie odpływowym w punkcie pracy - 0,7 m/s (p. 5.4 rys. nr 1),
- minimalny wymiar przyłączy odpływowych w przepompowniach fekalnych bez urządzenia rozdrabniającego - DN 80 (tam gdzie jest to wymagane DN 50), a przelot w zaworze zwrotnym nie powinien być mniejszy niż 60 mm (tam gdzie jest to wymagane 50 mm) (p. 5.6),

- minimalny wymiar przewodu odpływowego oraz zaworów zwrotnych w przepompowniach fekalnych z urządzeniem rozdrabniającym - DN 32 (p. 5.7).

- PN-EN 12050-4; *Przepompownie ścieków w budynkach i ich otoczeniu; Zasady budowy i badania; Część 4:*



Rys 1. Zawory systemu SZUSTER: Po lewej - zawór o długiej zabudowie (poprzednia konstrukcja); po prawej - nowy zawór o krótkiej zabudowie

Zawory zwrotne do przepompowni ścieków bez fekaliiów i z fekaliami.

- wolny prześwit dla części stałych zaworu zwrotnego powinien być nie mniejszy niż 80% wewnętrznej średnicy przewodu odpływowego, minus 4 mm; $D_s = 0,8 \times D_i - 4$ mm (p. 5.2), w którym: D_s - prześwit dla części stałych w milimetrach, D_i - wewnętrzna średnica przewodu w mm,
- badania zaworów zwrotnych na przecieki przy ciśnieniu 0,2 bara w ciągu 10 minut w kierunku zamykania przy użyciu czystej wody, przy czym w czasie tej próby przecieki przez zawór nie powinny być większe niż podane w tabl. 1.

Tablica 1. Zależność między wielkością zaworu i maksymalnym przeciekiem - PN-EN 12050-4, p.8.2.4

Wielkość zaworu	Maksymalny przeciek w czasie próby trwającej 10 minut (w litrach)
DN < 32	0,5
32 ≤ DN ≤ 100	1
DN > 100	3

- próba ciśnieniowa zaworów zwrotnych, zarówno w stanie otwartym jak i zamkniętym, na ciśnienie próbne nie mniejsze niż 6 bar (w przypadku zaworów zwrotnych, które są zintegrowane z przepompownią, ciśnienie próbne powinno wynosić 1,5-krotnego maksymalnego ciśnienia pompy zastosowanej w urządzeniu), a w czasie próby trwającej 10 minut nie powinien wystąpić widoczny przeciek (p.8.2.5).

2.2 Podstawy rewizji założeń zgodne z oczekiwaniami projektantów przepompowni i użytkowników instalacji przepompowni ścieków zawierających fekalia (i nie tylko)

a) wyeliminowanie ciągłych ruchów elementu zamykającego w trakcie przepływu, a zwłaszcza wibracji kuli przez zawór zwrotny kulowy w całym zakresie zalecanych prędkości przepływu (od 0,7-0,8 m/s do 2,3-3 m/s), który to warunek, jak dotąd, wydawał się być „nierealnym”, tak, aby wielkość współczynnika oporu miejscowego ζ zaworu zwrotnego dla wody był stała ($\zeta = \text{constans}$) i była porównywalna ze współczynnikiem oporu miejscowego ζ zaworu zwrotnego dla ścieków fekalnych.

Uwaga: Opory miejscowe zaworów zwrotnych przeznaczonych do ścieków z fekaliami bada się na czystej wodzie i dlatego klasyczne zawory zwrotne kulowe pracujące na nierozdrobnionych ściekach fekalnych zwykle mają kilkakrotnie wyższy współczynnik oporu miejscowego ζ . Spowodowane jest to wibracjami kulowego elementu zamykającego w związku z niepełnym otwarciem zaworu i pulsacjami ciśnienia przy przepływie części stałych przez pompę. Może to być również spowodowane innymi czynnikami związanymi, między innymi, z efektem Magnusa i z efektem powierzchni nośnych, a dla większych średnic zaworów, z paradoksem G. Eiffla (przy liczbie Reynoldsa ok. 240000 – 300000).

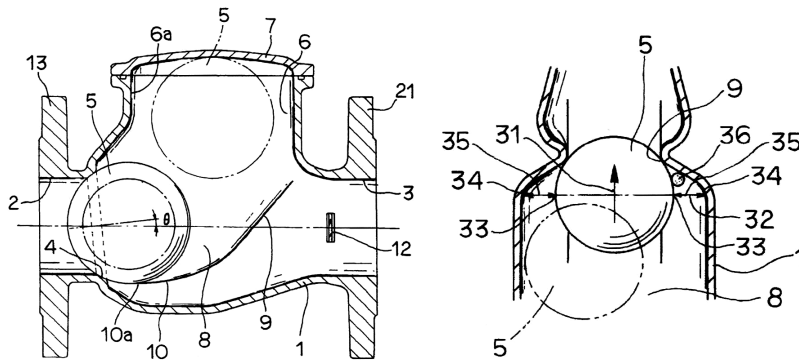
Przykład 1

W pewnej przepompowni suchej, znajdującej się na terenie miejskiej oczyszczalni ścieków, obserwowano pracę zaworów zwrotnych kulowych DN150 dwóch znanych i renomowanych firm zagranicznych. Przy przepływie ścieków surowych przez te zawory występowały regularne wibracje kuli, co było słyszalne z pewnej odległości i wyczuwalne po przyłożeniu dłoni do korpusu zaworu. Częstotliwość tych wibracji wynosiła od 2 do 3 uderzeń kuli na sekundę, czyli ok. 7.000 - 10.000 uderzeń kuli na godzinę.

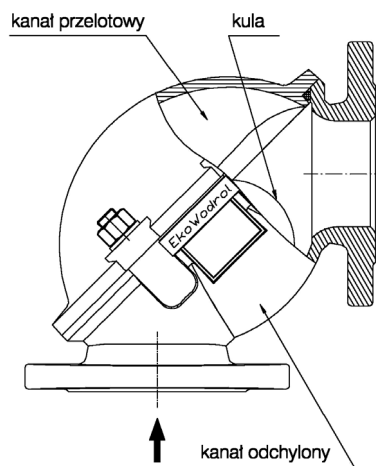
Uwaga: Pomijając, w tym przypadku, ewentualne przyspieszone zużycie kuli, należy liczyć się również ze zwiększonymi oporami przepływu wywołanymi wibracjami kuli. Jeżeli nastąpi efekt nałożenia się na to również zwiększonych oporów przepływu przez pompę, a projektant tego nie przewidzi, to może wtedy zdarzyć się sytuacja, że prędkość przepływu przez rurociąg spadnie poniżej prędkości samooczyszczania się tego rurociągu. Im więcej jest takich zmiennych tym projektant ma większe trudności z przewidzeniem możliwego spadku prędkości przepływu przez rurociąg, w trakcie jego eksploatacji.

Przykład 2

W przepompowni ścieków komunalnych w Koszalinie z pompami zasilanymi i z zaworami zwrotnymi kulowymi kątowymi DN80 o długiej zabudowie ($L = 3 \times DN = 240 \text{ mm}$), dla których pełne otwarcie następuje przy



Rys. 2. Zawór wg patentu USA [2]



Rys. 3. Nowy zawór systemu SZUSTER

prędkości przepływu ok. 1,0 m/s, jeden z zaworów wymieniono na nowy zawór zwrotny kulowy DN 80 systemu SZUSTER o krótkiej zabudowie ($L = 2 \times DN + 5 \text{ mm} = 165 \text{ mm}$) - rys. 1. Przy projektowanej prędkości przepływu w rurociągu tłocznym w granicach $v = 0,75 \text{ m/s}$ drgania zaworu wynikające z wibracji kuli zaworu występowały tylko na zaworze o długiej zabudowie, natomiast na zaworze o krótkiej zabudowie takich drgań nie stwierdzono.

b) wyeliminowanie zmienności współczynnika oporu miejscowego zaworu ζ w zależności od prędkości przepływu ścieków fekalnych w rurociągu tłocznym (zalecane prędkości przepływu od 0,7 m/s do 2,3-3,0 m/s) oraz od składu ścieków fekalnych, co ułatwia liczenie oporów miejscowych przepływu, bez uciekania się do często „naciąganych” wykresów;

c) jak najkrótsza droga elementu zamykającego z położenia pełnego otwarcia do położenia zamknięcia, co ogranicza silne i niekontrolowane uderzenia hydrauliczne;

d) jak największe oddziaływanie strugi powrotnej płynu na element zamyka-

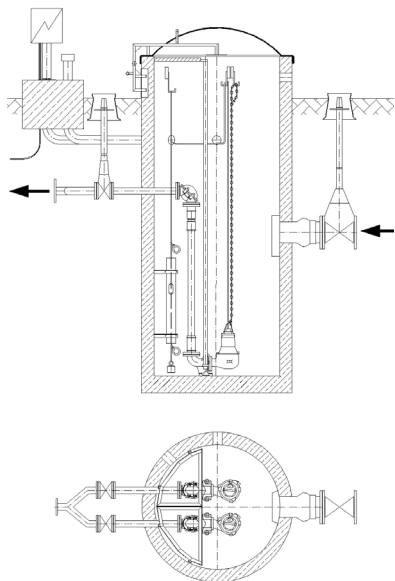
jący, co również ogranicza silne i niekontrolowane uderzenia hydrauliczne oraz umożliwia np. zastosowanie zaworu zwrotnego kulowego w instalacjach wodociągowych, gdzie następuje szybkie wyhamowanie prędkości przepływu wody w rurociągu tłocznym pionowym (na ujęciu wód ze studni głębinowych);
e) możliwie krótka długość zabudowy zaworu zwrotnego kulowego kąтового L (dotyczy to zwłaszcza zaworów zwrotnych kulowych systemu SZUSTER).

3. Nowe założenia do projektowania zaworów zwrotnych kulowych systemu SZUSTER

3.1. Minimalny wolny prześwit dla części stałych zaworu zwrotnego (założenia zgodne z normą PN-EN 12050-4)

- $D_s = 0,8 \times D_i - 4 \text{ mm}$
- DN 32 → 32 mm x 0,8 - 4 mm = 21,6 mm;
- DN 40 → 40 mm x 0,8 - 4 mm = 28 mm;
- DN 50 → 50 mm x 0,8 - 4 mm = 36 mm;
- DN 65 → 65 mm x 0,8 - 4 mm = 48 mm;
- DN 80 → 80 mm x 0,8 - 4 mm = 60 mm;
- DN 100 → 80 mm x 0,8 - 4 mm = 76 mm;
- DN 125 → 125 mm x 0,8 - 4 mm = 96 mm;
- DN 150 → 150 mm x 0,8 = 116 mm;
- DN 200 → 200 mm x 0,8 - 4 mm = 156 mm;

3.2. Rzeczywisty wolny prześwit dla części stałych (wg autora optymalny ze względu na pełne otwarcie zaworu przy minimalnej prędkości przepływu i jednocześnie dużej odporności na zanieczyszczenia) dla zaworów zwrotnych od DN 32 do DN 50 zbliżony do minimalnego (jak w pkt 3.1); dla zaworu DN 80, DN 100 i DN 150 od 0,9 do 0,85 x D_i ; natomiast gdy przez zawór DN 65 przepływają ścieki zawie-



Rys. 5. Przepompownia z nowymi zaworami kolanowymi na rurociągach tłocznych

Trudno się również nie oprzeć wrażeniu, że nowe normy zharmonizowane dotyczące zaworów zwrotnych do ścieków z fekaliami ze względu na dość skomplikowaną i odmienną od dotychczasowych procedurę oceny zgodności wyrobu, w tym badań typu i zakładowej kontroli produkcji, sprawiać będą duże utrudnienia w produkcji dla typowych firm armaturowych, ze względu na koszty budowy nowych stanowisk do badań zaworów zwrotnych jak i na koszty samych badań. Ponadto, normy te niejako stawiają na uprzywilejowanej pozycji zawory zwrotne klapowe (zwłaszcza z dyskiem gumowym), do zabudowy w położeniu poziomym, w stosunku do klasycznych zaworów zwrotnych kulowych, gdyż przy niższych prędkościach przepływu posiadają one lepsze parametry eksploatacyjno-hydrauliczne i nie wywołują hałasu spowodowanego wibracjami elementu zamykającego. Jednak zalecane usytuowanie zaworów zwrotnych klapowych na rurociągu poziomym (np. tłocznie ścieków) powodujące zwiększenie objętości budowli hydrotechnicznych (zbiorników mokrych i komór suchych przepompowni), zdecydowanie zwiększa szanse na zastosowanie zaworów zwrotnych kulowych kolanowych systemu SZUSTER, wszędzie tam, gdzie na rurociągu tłocznym występuje kolano 90°, tym bardziej, że zawory te nie wywołują wibracji elementu zamykającego (kuli). Są one również zdecydowanie trwalsze i odporniejsze na zanieczyszczenia oraz

szybciej reagują na przepływ wsteczny, gdyż droga powrotna kuli jest krótka a strumień powrotny bezpośrednio naciera na prawie całą jej powierzchnię.

Nowy zawór zwrotny kolanowy to jedyny znany na świecie zawór zwrotny kątowy, który w zakresie zalecanych prędkości przepływu ścieków pracuje jak typowe kolano - jednocześnie je zastępując.

LITERATURA:

1. Normy: PN-EN 12050-1; PN-EN 12050-4; PN-EN 1074-1,
2. Amerykański opis patentowy nr US 6,267,137 B1,
3. Amerykański opis patentowy nr US 6,510,869 B1,
4. M. Szuster, polskie opisy zgłoszeniowe wynalazków i europejski opis zgłoszeniowy wynalazku, które są wspólną własnością M. Szustera i firmy EkoWodrol Sp. z o. o. Koszalinie.

AUTOR:

mgr inż. Mirosław SZUSTER jest właścicielem firmy BIURO TECHNICZNE „SZUSTER” oraz inżynierem ds. produkcji i rozwoju w firmie EkoWodrol Sp. z o. o. w Koszalinie.

Kontakt:

*e-mail: miroslaw@szuster.pl;
tel. kom. 0607266751*