

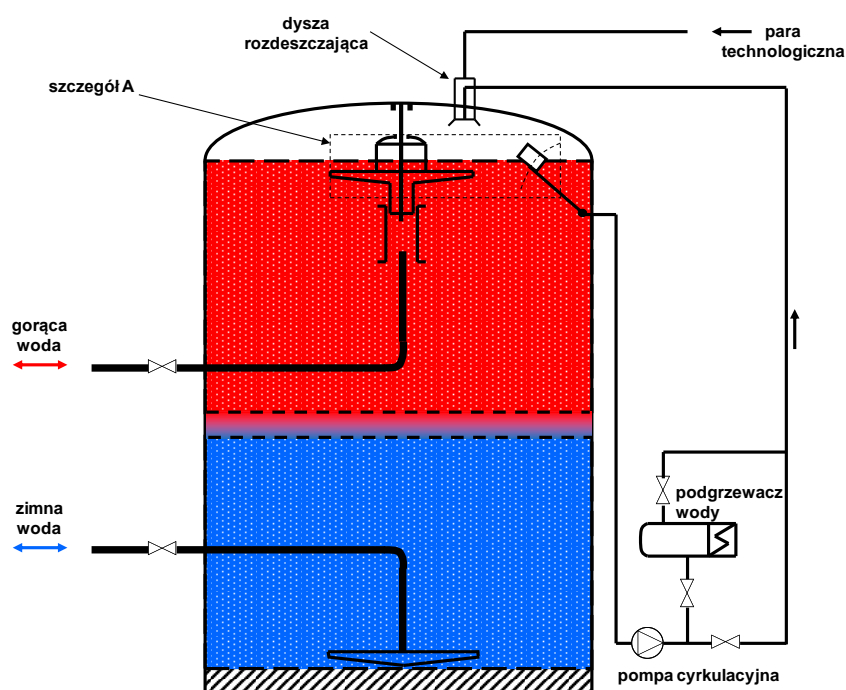
## Sposoby zabezpieczania wody sieciowej magazynowanej w akumulatorze ciepła przed absorpcją tlenu z powietrza atmosferycznego

Ważną instalacją z uwagi na zabezpieczenie akumulatora przed penetracją tlenu z atmosfery do wody sieciowej jest powszechnie stosowany system poduszki parowej lub gazowej dla akumulatorów bezcisnieniowych włączonych w układ hydrauliczny źródła w sposób bezpośredni. Jakość wody sieciowej i w tym dopuszczalną zawartość rozpuszczonego w niej tlenu określa Polska Norma PN-85/C-04601, a także PN-EN 12952-12.

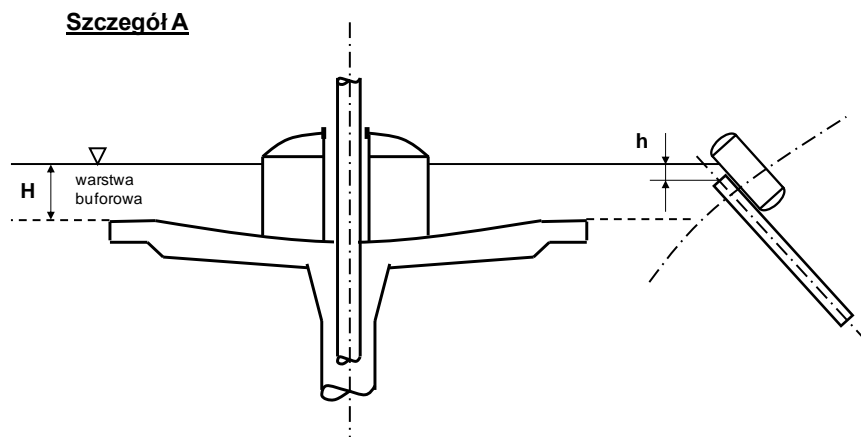
Ponieważ woda sieciowa w akumulatorze może kontaktować się z powietrzem atmosferycznym, poprzez zawór oddechowy (przerwywacz próżni) jak i zawory bezpieczeństwa, nad lustro wody w zbiorniku wprowadzana jest para wodna (poduszka parowa) lub gaz inertny (poduszka azotowa) izolująca powierzchnię wody przed absorpcją tlenu. W przestrzeni poduszki parowej lub azotowej utrzymywane jest niewielkie nadciśnienie najczęściej ok. (400 – 600) Pa  $\pm$ 100 Pa blokujące dostęp tlenu do wody sieciowej z powietrza atmosferycznego.

### **Poduszka parowa (wraz z rozwiązaniem technicznym redukującym zużycie energii do jej funkcjonowania)**

Instalacja poduszki parowej schematycznie przedstawiona jest na rys. 1, zaś na rys. 2 przedstawiono szczegół rozwiązania technicznego tzw. kryzy górnej, która dzięki pływakowi może zmieniać swoje położenie wraz z lustrem wody w zbiorniku. W akumulatorze, który praktycznie pracuje ze stałym poziomem cieczy, zakłada się dopuszczalną zmianę poziomu cieczy w zbiorniku z uwagi na zmianę objętości zładu wody sieciowej w systemie wraz ze zmianą temperatury. Również na pływaku zamocowana jest rura pobierająca wodę w temperaturze bliskiej wrzenia, bezpośrednio spod lustra cieczy. Tego typu rozwiązanie zastosowano praktycznie we wszystkich dużych (tj. o pojemności powyżej 10 000 m<sup>3</sup>) akumulatorach ciepła w Polsce. Rozwiązanie to pozwala zaoszczędzić ok. 60 – 80% energii na utrzymanie poduszki parowej nad lustrem wody w zbiorniku w stosunku do rozwiązań bez zastosowania ww. elementów. Szczegóły tego rozwiązania zostały opublikowane w prestiżowym czasopiśmie *Energies* i artykuł ten został dołączony do tego opracowania (*Energies* **2022**, 15, 286. <https://doi.org/10.3390/en15010286>).



Rys. 1. Schemat instalacji poduszki parowej wytwarzanej nad lustrem wody w zbiorniku w celu zabezpieczenia przed absorpcją tlenu do wody sieciowej.



Rys. 2. Przedstawienie rozwiązania technicznego w celu redukcji zużycia energii przez instalację poduszki parowej.

Do prawidłowego funkcjonowania poduszki parowej niezbędna jest cyrkulacja gorącej wody pobieranej spod lustra cieczy w zbiorniku przy pomocy pompy cyrkulacyjnej, a następnie podanie jej do dyszy spray, gdzie miesza się ona z parą technologiczną, wytwarzając tzw. „deszcz parowy”, czyli poduszkę parową. W ten sposób unikamy kontaktu pary technologicznej (przegrzanej w stosunku do ciśnienia panującego w przestrzeni poduszki parowej) z lustrem wody sieciowej w akumulatorze ciepła. W przypadku braku zasilania pary technologicznej, „deszcz parowy” wytwarzany jest tylko z wody cyrkulacyjnej ale przegrzanej w elektrycznym podgrzewaczu wody do odpowiedniej temperatury powyżej 100 °C, tak aby utrzymać założoną wartość ciśnienia roboczego w poduszce parowej.

Przedstawiona powyżej instalacja poduszki parowej (zabezpieczająca wodę sieciową przed penetracją tlenu z atmosfery, a magazynowaną w akumulatorze ciepła) jest obecnie powszechnie stosowana z uwagi na:

- sprawdzone w praktyce i dobrze funkcjonujące rozwiązanie techniczne w szczególności gdy akumulator ciepła jest instalowany w Elektrociepłowni, gdzie praktycznie zawsze dostępna jest para technologiczna (jej wymagane parametry to: ciśnienie  $p \geq 0,5$  MPa i maksymalny strumień przepływu  $G \leq 0,1$  kg/s),
- niskie zużycie pary (w ustabilizowanych warunkach pracy) dla utrzymania jej prawidłowej pracy tj. utrzymania założonego ciśnienia roboczego,
- ciepło z kondensującej pary nie jest tracone, ale gromadzone w akumulatorze ciepła,

### **Poduszka azotowa**

W poduszce tej, zabezpieczającej wodę sieciową (magazynowaną w akumulatorze ciepła) przed penetracją tlenu z atmosfery, jest stosowany azot jako gaz inertny. Podobnie jak w poduszce parowej, także w poduszce azotowej utrzymuje się zadaną wartość nadciśnienia roboczego. Z uwagi na absorpcję (rozpuszczanie się) azotu w wodzie sieciowej istnieje konieczność dostarczania azotu do przestrzeni poduszki, aby utrzymać stabilną, założoną, roboczą wartość nadciśnienia. Azot dostarczany jest z instalacji wytwórczej azotu, bądź z magazynu azotu.

Instalacja poduszki azotowej w akumulatorach ciepła jest stosowana rzadziej, w szczególności w dużych akumulatorach z uwagi na:

- duże akumulatory ciepła (tj. o pojemności powyżej 10 000 m<sup>3</sup>) zabudowane są zwykle w Elektrociepłowniach, gdzie praktycznie zawsze dostępna jest para technologiczna o podanych wyżej parametrach,
- zwiększona zawartość rozpuszczonego azotu jako gazu inertnego nie pogarsza jakości wody sieciowej, a w szczególności jej stopnia korozyjności,
- jednakże jak wiadomo, azot powoduje zwiększenie wytrzymałości ale i zmniejszenie plastyczności stali (tzw. kruchość na niebiesko), tak więc zwiększona zawartość rozpuszczonego azotu w wodzie sieciowej może w dłuższej perspektywie czasowej niekorzystnie wpływać na żywotność instalacji przez które przepływa woda sieciowa w szczególności w wysokich temperaturach.

Tak więc, w przypadkach ogólnych trudno stwierdzić, czy koszty inwestycyjne i koszty eksploatacyjne dla poduszki azotowej i parowej będą znacząco się różniły. Zdaniem autora tego opracowania koszty te będą zbliżone, jednakże doświadczenia eksploatacyjne i potencjalne zagrożenia wynikające z nadmiernej zawartości rozpuszczonego azotu w wodzie sieciowej przemawiają za stosowaniem poduszki parowej, w szczególności dla dużych akumulatorów ciepła zabudowanych w Elektrociepłowniach.

Opracowanie wykonał:

Dr hab. inż. Ryszard Zwierzchowski, AF-Proinstall Sp. z o.o.