

Kocioł w eksploatacji

Inż. Jochen Loos, LOOS INTERNATIONAL

Historia rozwoju ogranicznika poziomu wody w kotłach parowych i wodnych

1. Wprowadzenie

Przed wprowadzeniem automatycznych szybko nastawnych palników i ograniczników kotły parowe o ustalonym minimalnym poziomie wody były obsługiwane ręcznie, przy czym funkcję kontroli poziomu wody pełnił sam palacz.

W zależności od poziomu wody, obserwowanego przez wziernik umieszczony poza kotłem, ręcznie włączał lub wyłączał zasilanie, a w razie awarii zasilania z reguły również ręcznie wstrzymywał dopływ paliwa. W przypadku palników na paliwa stałe z rusztu trzeba było wówczas usunąć paliwo.

Takie kotły musiały mieć dostateczne pokrycie poziomu wody nad najwyższymi ogrzewanymiciągami, aby palacz miał dość czasu na podjęcie działań, zanim mogło nastąpić przegrzanie powierzchni grzejnych.

Wraz z wdrożeniem urządzeń do regulacji poziomu wody proces ten został zautomatyzowany. W kotłach z palnikami na olej i gaz urządzenia te działały bezpośrednio na dopływ paliwa. Funkcjonowały przeważnie na zasadzie pływaka z przenoszeniem siły magnetycznej. Jeśli urządzenie regulacyjne nie zadziało, czyli nie zasygnalizowało przekro-

czenia poziomu wody, automatycznie następowało zwolnienie dopływu paliwa.

Aby umożliwić konserwację i ustawianie urządzenia do regulacji poziomu wody były z reguły instalowane na zewnątrz kotła w specjalnych zbiornikach zanurzeniowych.

Na początku lat 70-tych, wraz z postępem automatyzacji kotłów parowych i dążeniem do eksploatacji bez stałego nadzoru, rozpoczął się rozwój udoskonalonej techniki regulacji i ograniczenia poziomu wody, zależnej od przewodności.

Użytkowanie pierwszych urządzeń sterowanych przewodnością wiązało się jednak z pewnym niebezpieczeństwem z powodu ich niedostatecznej izolacji. Połączono więc z nimi starą, sprawdzoną koncepcję pływaka. Osoba obsługująca kocioł mogła teraz kontrolować funkcjonowanie obu urządzeń dzięki przyrządom do automatycznej kontroli, uruchamianym co 24 godziny.

Z czasem udoskonalono izolację, a do tego wprowadzono dwukanałowe systemy przełączania elektrycznego, co umożliwiło wycofanie z użytku przyrządów mechanicznych i pracę kotła bez stałego

nadzoru i codziennych kontroli. Raz na pół roku musiały być jednak przeprowadzane badania przez rzeczoznawcę.

Konsekwencją tych innowacji było wynalezienie w końcu lat 70-tych absolutnie samokontrolującego ogranicznika poziomu wody na bazie elektrod, a następnie wdrożenie go do produkcji seryjnej.

Ograniczniki te nie wymagają ani żadnych dziennych kontroli, ani co półrocznych badań przez rzeczoznawcę. To wszystko jednak pod warunkiem, że umieszczone są wewnątrz kotła.

2. Sposób funkcjonowania różnych ograniczników poziomu

Do tej pory znano i stosowano następujące typy ograniczników poziomu

- mechaniczny ogranicznik pływakowy z przenoszeniem sygnału przez magnetycznie uruchamiane styki przełączające:
 - a) przyrządy z ręcznym urządzeniem kontrolnym
 - b) przyrządy z elektromechanicznym urządzeniem kontrolnym
- ograniczniki poziomu wody sterowane przewodnością:

- a) proste urządzenia z automatyczną kontrolą w określonych odstępach czasu
- b) urządzenia dwukanałowe
- c) urządzenia samokontrolujące

2.1 Ograniczniki pływakowe

Ograniczniki pływakowe pracują według zasady wyporności kulki pływaka, na której umieszczony jest drążek z magnesem.

Magnes jest wpuszczony w przewodnicę. Po zewnętrznej stronie przewodnicy zamocowany jest magnetyczny przełącznik blokujący.

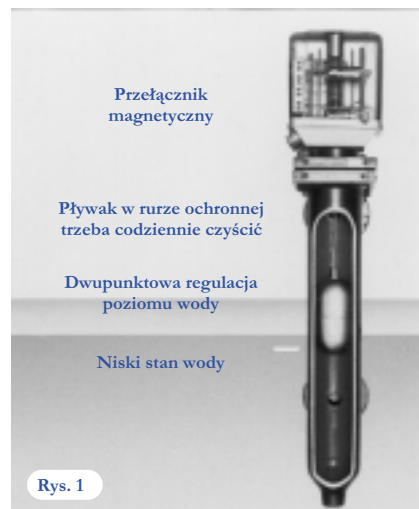
Kiedy magnes przechodzi obok

przełącznika blokującego, na skutek wytworzonej siły magnetycznej przełącznik zamyka się lub otwiera, dając impuls elektryczny, który z kolei powoduje zablokowanie palnika i włączenie alarmu.

Ogranicznik pływakowy można kontrolować za pomocą ręcznego magnesu w określonych odstępach czasu, z reguły raz dziennie. Podczas takiej kontroli siła magnetyczna wytworzona przez ręczny magnes wciśnie kulkę pływaka pod wodę, co spowoduje symulację braku wody. Magnes kulki pływaka musi wówczas przełączyć magnetyczny przełącznik blokujący, co powinno doprowadzić do awaryjnego wyłączenia palnika i kotła.

Aby system ten można było obsłu-

giwać zdalnie, ręczny magnes zastąpiono elektromagnesem, który za pomocą impulsu prądowego wciska kulkę pływaka pod wodę i wywołuje wyłączenie awaryjne.



Rys. 1: Pływakowy ogranicznik poziomu wody - konieczne kontrole wyłączania awaryjnego i codzienne przedmuchiwanie.

Porównanie typów ograniczników poziomu wody

1. Ogranicznik pływakowy

Zalety

- a) łatwe wyregulowanie punktu przełączenia
- b) nieograniczona odległość między rejestrowanym poziomem wody a położeniem głowicy przełączającej
- c) minimalny wysiłek elektrotechniczny do analizy sygnału przełączającego
- d) tani

Wady

- a) podatny na korozję
- b) zanik funkcji zabezpieczających na skutek utraty siły magnetycznej po dłuższym okresie używania
- c) trudności w poruszaniu się mechanicznych części magnetycznego przełącznika blokującego mogą zmniejszyć efektywność przełączeń
- d) efektywność przełączania zależna od szybkości zanurzania
- e) efektywność przełączania zależna od temperatury otoczenia
- f) łatwo dostępny dla osób niepowołanych, które mogą nim manipulować, zmieniając położenie przełącznika magnetycznego
- g) konieczne codzienne kontrole w celu wykrycia ewentualnych nieprawidłowości
- h) konieczne codzienne przepłukiwanie zbiornika zanurzeniowego w przypadku montażu na zewnątrz kotła
- i) stosowane zwykle metody kontrolne nie wykluczają w praktyce wystąpienia braku wody tuż po przeprowadzeniu kontroli z wynikiem pozytywnym
- j) szkody spowodowane brakiem wody przy powolnym opadaniu wody na skutek brakujących sił dodatkowych, występujących przy szybkim ruchu magnesu pływaka

2. Elektroda z kontrolą azotu

Zalety

- a) kontrola styku elektrody z rurą ochronną i zwarcia
- b) niedostępna do łatwej manipulacji punktów przełączających
- c) ciągła kontrola jakości wody kotłowej i wyłączanie awaryjne w przypadku wykrycia nieprzewodzących osadów na elektrodzie lub obecności oleju

Wady

- a) kontrola odbywa się z reguły wyłącznie co 24 godziny, więc przez ten bardzo długi okres nie jest zapewnione bezpieczeństwo, ponieważ elektroda zwykle jest najprostszego typu, a elektryczna część przełączająca też nie jest samokontrolująca
- b) wdmuchiwanie azotu zmusza do podjęcia szczególnych środków ostrożności podczas rewizji kotła. Podczas płukania niebezpieczeństwo uduszenia!
- c) urządzenia mechaniczne do doprowadzania azotu jak zawory elektromagnetyczne itd.
- d) duże zużycie azotu, jeśli odstępy czasu między kontrolami są krótsze niż 24 godziny
- e) do przeprowadzenia kontroli konieczne sprawdzanie dostatecznego zapasu azotu

Ograniczniki poziomu montowano początkowo na zewnątrz kotła w specjalnych pojemnikach, przy czym zewnętrzny korpus pływaka był łączony z walczykiem kotła przewodem łączącym za pomocą zaworów zabezpieczonych elektrycznie wyłącznikami krańcowymi.

Przy umieszczeniu na zewnątrz powierzchni zanurzenia musiały być codziennie sprawdzane i czyszczone, aby zapobiegać tworzeniu się osadów mułu, symulujących wodę.

2.2 Proste urządzenia elektrodowe z codzienną kontrolą

Proste elektrodowe zabezpieczenia przed brakiem wody, pracujące wg zasady przewodności, wymagają codziennej kontroli ze względu na niski stopień bezpieczeństwa

izolacji.

Kontrola polega na wdmuchaniu azotu do rury ochronnej otaczającej elektrodę. Wdmuchany azot obniża wodę w rurze, przez co elektroda traci kontakt z wodą.



Spadek poziomu wody poniżej czubka elektrody wywołuje wyłączenie kotła i nadanie sygnału, że urządzenie funkcjonuje prawidłowo.

2.3 Dwukanałowe elektrodowe ograniczniki poziomu wody

Wychodząc z założenia, że dwa urządzenia nigdy nie zadziałają w absolutnie jednakowym momencie, wymyślono urządzenia dwukanałowe. W urządzeniach tego typu stale jest kontrolowana izolacja elektrody, część przełączająca nie podlega jednak żadnej kontroli.

Funkcjonowanie tych urządzenia musiało i musi być najdalej co pół roku sprawdzane przez rzeczoznawcę UDT.

3. Dwukanałowy elektrodowy ogranicznik poziomu wody

Zalety

- brak elementów mechanicznych
- niedostępny do łatwej manipulacji punktów przełączających
- ciągła kontrola jakości wody kotłowej i wyłączanie awaryjne w przypadku wykrycia nie przewodzących osadów na elektrodzie lub obecności oleju
- tani

Wady

- część elektryczna nie kontroluje się automatycznie, więc w razie awarii obu kanałów może dojść niepostrzeżenie do braku wody
- wyższy poziom wody w kotle można z reguły uzyskać tylko przez skrócenie pręta elektrody

4. Samokontrolujący elektrodowy ogranicznik poziomu wody

Zalety

- brak elementów mechanicznych
- niedostępny do łatwej manipulacji punktów przełączających
- ciągła kontrola jakości wody kotłowej i wyłączanie awaryjne w przypadku wykrycia nie przewodzących osadów na elektrodzie lub obecności oleju itd.
- okresowa automatyczna kontrola elektrycznej części przełączającej w odstępach co 15..20 sekund
- przycisk kontrolny do sprawdzenia stanu izolacji elektrody oraz funkcjonowania elektrycznego układu przełączającego
- bezpieczeństwo w razie zerwania kabla i zwarcia przewodu doprowadzającego elektrody

Wady

- wysoka cena zakupu
- wyższy poziom wody w kotle można z reguły uzyskać tylko przez skrócenie pręta elektrody

Bez tej kontroli osoba obsługująca kocioł nie zawsze mogłaby jednoznacznie zdiagnozować awarię kanału.



Rys. 3: Dwukanałowy elektrodowy ogranicznik poziomu wody jest kontrolowany najdalej co 6 miesięcy przez UDT.

2.4 Samokontrolujący elektrodowy ogranicznik poziomu wody

Te ograniczniki składają się ze skomplikowanej elektrody z elektryczną częścią przełączającą, która sama kontroluje izolację, jak również elektryczną część przełączającą w odstępach co 15... 20 sekund.

Te urządzenia nie wymagają ani codziennych kontroli ani co półrocznych badań przez rzeczoznawcę. Ich funkcjonowanie jest sprawdzane przez serwis producenta kotła specjalnym przyciskiem kontrolnym.



Rys. 4: Samokontrolujący elektrodowy ogranicznik poziomu wody nie wymagający konserwacji ani kontroli funkcjonowania.

W Niemczech jest użytkowanych ponad 20000 kotłów parowych i wodnych z dwukanałowymi lub samokontrolującymi ogranicznikami poziomu wody.

3. Podsumowanie

Pływakowe ograniczniki poziomu wody zostały prawie całkowicie wyparte przez nowoczesne ograniczniki elektrodowe.

Coraz częściej kotły parowe pracują bez stałego nadzoru, ograniczniki pływakowe nie były więc dostatecznie bezpieczne ze względu na niedociągnięcia mechaniczne, co pociągało za sobą konieczność przeprowadzania codziennych kontroli.

Niebezpieczeństwo dysfunkcji ogranicznika pływakowego rosło wraz z wiekiem urządzenia.

Powodem tego była utrata siły magnetycznej zarówno przez magnes nadawczy jak i przełączający w magnetycznym przełączniku blokującym.

Na początku lat 70-tych skonstruowano ogranicznik elektrodowy.

We wszystkich urządzeniach elektrodowych główny nacisk kładziono na zwarcie masowe elektrody z otaczającym ją korpusem kotła.

Ze względu na pracę wg zasady przewodności błąd w izolacji elektrody, tzn. elektrycznym oddzieleniu bieguna elektrody od masy, mógł pozorować wodę, a w razie zaistnienia rzeczywistego braku wody nie spowodować wyłączenia, wywołując stan zagrożenia.

Błąd ten udało się opanować dzięki stworzeniu urządzenia do kontroli izolacji.

W pierwszych ogranicznikach elektrodowych elektrodę próbowano oddzielić od rury ochronnej za pomocą plastikowych krzyży centrujących, co się jednak nie sprawdziło, ponieważ osady gromadzące się na plastiku powodowały powstawanie odcinków przewodzących, przywracając elektryczne połączenie masy z elektrodą.

W elektrodach samokontrolujących - rys. 4 - zrezygnowano z montażu jakichkolwiek krzyży centrujących, za to ograniczenie długości pręta elektrody do maksymalnie 600 mm oraz pochylenie poprzeczne elektrod do punktu środkowego i zwiększenie rury ochronnej pozwoliło na zwiększenie odstępów między rurą ochronną a elektrodą na tyle, że przy prawidłowym montażu wykluczony jest kontakt prętów elektrod z rurą ochronną.

W ciągu 20 lat 20000 kotłów zostało wyposażonych w taki system i nie odnotowano przypadków braku wody czy nieprawidłowości spowodowanych dysfunkcją tych urządzeń.

Zmniejszenie szkód spowodowanych brakiem wody od chwili zastosowania elektrodowego ogranicznika poziomu wody, zwłaszcza wersji samokontrolującej, mówi samo za siebie.

Wyposażenie już użytkowanych kotłów, które wcześniej posiadały pływakowy lub dwukanałowy ogranicznik poziomu wody, w elektrody samokontrolujące znacznie podniosło stopień ich bezpieczeństwa.

Szkody spowodowane brakiem wody notuje się dzisiaj z reguły w starych kotłach, pracujących nadal wg zasady pływaka.

Wyjątek stanowią oczywiście manipulacje elektrotechniczne przy urządzeniach, możliwe niezależnie od rodzaju urządzenia. Personelowi obsługującemu i konserwatorskiemu

należy bezwzględnie zakazać dokonywania takich manipulacji.

Chociaż doświadczenie pokazuje, że urządzenia samokontrolujące zapewniają najwyższy możliwy stopień bezpieczeństwa, to istnieją jeszcze dodatkowe zabezpieczenia dla wyjątkowo ostrożnych użytkowników, które stale kontrolują odcinek przewodności między rurą ochronną a elektrodą i w razie przekroczenia maksymalnej dopuszczalnej przewodności na tym odcinku ogranicznik poziomu wody powoduje awaryjne wyłączenie kotła.

Takich urządzeń nie stosuje się jednak w Niemczech ze względu na wspomniane wcześniej doświadczenia.

W innych krajach stosuje się jeszcze nadal najprostsze urządzenia elektrodowe bez jakiegokolwiek stopnia bezpieczeństwa.

W takich urządzeniach konieczna jest stała kontrola przez obserwację lustra wody, ponieważ w razie błędu nie nastąpi samoczynne wyłączenie kotła.



Rys. 5: Układ elektrodowy w rurze ochronnej - trwała izolacja między elektrodami a rurą ochronną