

STANOWISKO LABORATORYJNE DO BADANIA SZCZELNOŚCI ODLEWÓW ŻELIWNYCH O ZRÓŻNICOWANYCH STRUKTURACH

Z. JĘDRZYKIEWICZ¹, J. PLUTA, J. STOJEK, E. GUZIK², D. KOPYCIŃSKI
Akademia Górniczo-Hutnicza, WIMiR, Katedra Automatyzacji Procesów
Akademia Górniczo-Hutnicza, WO, Katedra Odlewnictwa Żeliwa

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono stanowisko laboratoryjne do wyznaczania szczelności odlewów żeliwnych o zróżnicowanych strukturach. Zaprezentowano sposób przeprowadzania badań oraz omówiono dotychczasowe metody wyznaczania szczelności odlewów żeliwnych.

Key words: cast iron, tightness test, laboratory station, hydraulics drive

1. WPROWADZENIE

Rozważając odlew żeliwny jako porowatą strukturę o wtrąceniach niemetalicznych (w tym głównie grafitu) można zdefiniować jego szczelność jako opór, jaki stawia ścianka odlewu przenikającemu przez nią płynowi (cieczy lub gazowi). Opierając się na prawach teorii przepływu płynu przez ośrodki nieodkształcalne, zagadnienie szczelności odlewów można więc rozważać jako proces przenikania płynu przez ściankę odlewu. Gdy na ściankę odlewu działa określony płyn, znajdujący się pod ciśnieniem, to następuje jego wnikanie do porów odlewu. W przypadku, gdy ciśnienie płynu wewnątrz poru przekroczy wytrzymałość jego ścianki, to ścianka ta ulega zniszczeniu, a płyn wnika do sąsiednich porów (następuje tzw. otwieranie porów). Osobnym zagadnieniem jest to co przyjmiemy za miarę szczelności, a następnie jak ją wyznaczać. W literaturze miarę szczelności, oznaczoną przez H_1 , określa się za pomocą wyrażenia matematycznego (1). Zależność ta ujmuje wpływ ciśnienia p płynu o znanej lepkości dynamicznej η , działa-

¹ prof. dr hab. inż. Zenon Jędrzykiewicz, e-mail: zenobi@agh.edu.pl

² prof. dr hab. inż. Edward Guzik, e-mail: guz@agh.edu.pl

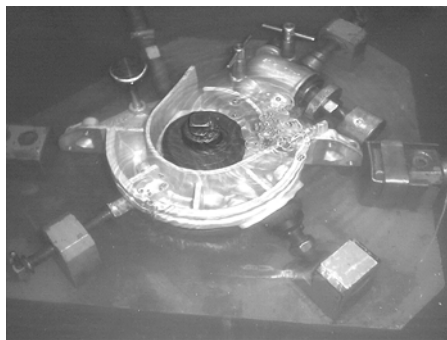
jącego na próbkę o założonej powierzchni F oraz objętość Q płynu przenikłego przez tę próbkę w czasie τ [1].

$$H_1 = \frac{p \cdot F \cdot \tau}{Q \cdot \eta^{0.35}} \quad (1)$$

W AGH Katedra Automatykacji Procesów przy współudziale Katedry Odlewnictwa Źeliwa podjęła problematykę wyznaczania szczelności odlewów żeliwnych na drodze eksperymentalnej.

2. METODY BADANIA SZCZELNOŚCI ODLEWÓW ŹELIWNYCH

Metody badania szczelności odlewów można podzielić na metody przemysłowe i laboratoryjne. W warunkach przemysłowych badanie szczelności odlewów polega np. na poddaniu ich, po końcowej obróbce mechanicznej i po dokładnym zamknięciu, działaniu płynu pod określonym ciśnieniem oraz obserwacji ewentualnych jego wycieków. Przykład przeprowadzenia przemysłowej próby, sprawdzającej szczelność odlewu korpusu pompy zanurzonego w wodzie, który poddano działaniu sprężonego powietrza, zamieszczono na rysunku 1.



Rys. 1. Próba szczelności odlewu korpusu pompy poddanego działaniu sprężonego powietrza
Fig. 1. Pump casing put on tightness test by measurement of pressure drop of air flow

Podczas przeprowadzania sprawdzających prób szczelności ciśnienie płynu użyte w badaniach przekracza kilkukrotnie wartość ciśnienia eksploatacyjnego odlewu. W przypadku pojawienia się przecieku podejmowana jest decyzja o zakwalifikowaniu sprawdzanego odlewu do grupy wybraków lub elementów przeznaczonych do naprawy.

Laboratoryjne metody sprawdzania szczelności odlewów polegają na pobraniu próbek z określonego miejsca badanego odlewu bądź odlewu próbnego. Tak pobraną próbkę instaluje się w stanowisku laboratoryjnym, a następnie poddaje działaniu odpowiednio wysokiego ciśnienia płynu. Wartość ciśnienia płynu dobierana jest stosownie

do oczekiwanej szczelności odlewu. Objętość płynu, która przeniknęła przez próbkę w założonym czasie trwania próby może być miarą szczelności.

W przypadku zastosowania cieczy, wyciek gromadzony jest na sączku, po czym następuje jego oszacowanie. Opisana metoda wymaga dużego doświadczenia osoby przeprowadzającej badanie i nie umożliwia precyzyjnego pomiaru.

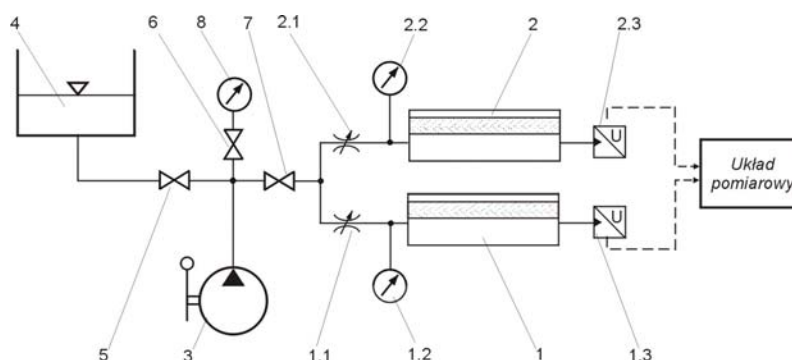
Wady tej nie ma izotopowa metoda wyznaczania szczelności odlewu, która polega na zastosowaniu płynu z równomiernie rozmieszczonym czynnikiem radioaktywnym. Określenie objętości czynnika, który przeciekł przez próbkę odbywa się na drodze pośredniej, po wcześniejszej detekcji czynników promieniotwórczych i zliczeniu w mierniku promieniowania.

W zaplanowanych przez AGH badaniach laboratoryjnych szczelność odlewów żeliwnych określana będzie na podstawie spadku ciśnienia płynu użytego w badaniach, zarejestrowanego w określonym czasie.

3. OPIS STANOWISKA LABORATORYJNEGO

Podjmując problematykę badania szczelności odlewów żeliwnych zdecydowano, że próby szczelności prowadzone będą na próbkach żeliwnych o zróżnicowanych strukturach, z zastosowaniem zarówno cieczy jak i gazu. Dla ułatwienia obsługi i rozszerzenia możliwości badawczych opracowano i zbudowano dwa niezależne stanowiska laboratoryjne, z których jedno przeznaczone jest tylko do pracy na ciecz, a drugie tylko na gaz.

Dobierając płyny robocze do stanowisk, za podstawowe kryteria tego doboru przyjęto: bardzo dobre właściwości penetrujące, względy bezpieczeństwa ich eksploatacji oraz dostępność. Powyższe warunki w grupie cieczy dobrze spełnia nafta, a w grupie gazów hel. Na rys. 2 przedstawiono schematycznie budowę stanowiska laboratoryjnego przystosowanego do przeprowadzania prób szczelności za pomocą nafty.



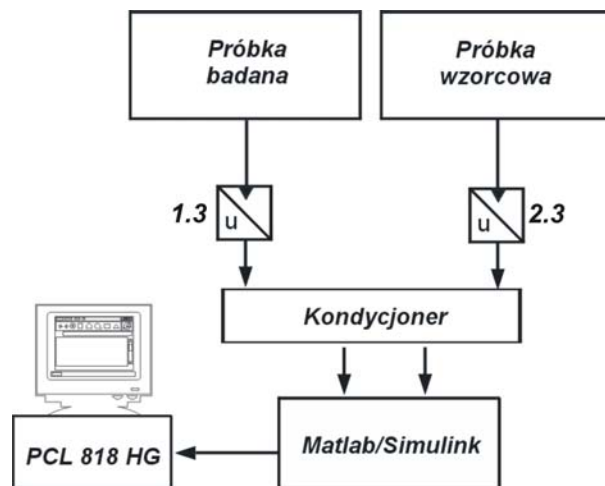
Rys. 2. Schemat stanowiska do wyznaczania szczelności próbek żeliwnych za pomocą nafty
Fig. 2. Scheme of the laboratory station use in cast iron tightness tests

Budowa i działanie stanowiska na gaz jest zbliżone, stąd jego opis został w dalszej części pominięty.

W celu wyeliminowania wpływu ewentualnych zmian temperatury otoczenia na wartość ciśnienia mierzonego w głowicy z próbką badaną, przyjęto koncepcję stanowiska wyposażonego w dodatkową głowicę z próbką wzorcową o pełnej szczelności i równoczesny pomiar ciśnienia w komorach obu głowic.

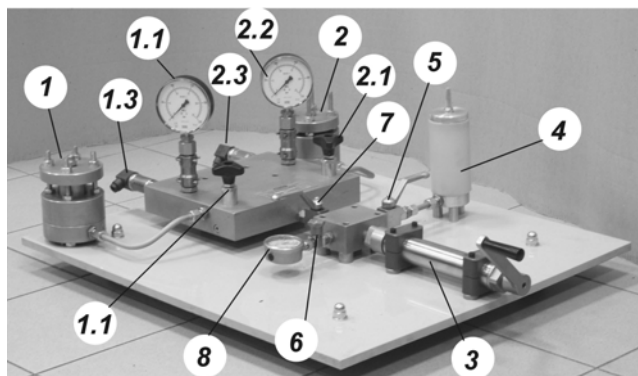
W skład stanowiska na naftę wchodzi układ hydrauliczny oraz układ pomiarowy. Układ hydrauliczny obejmuje: głowice pomiarowe 1, 2, pompę ręczną 3, zbiornik 4 z cieczą penetrującą, zawory odcinające 5, 6, 7 zawory dławiąco-odcinające 1.1, 2.1, manometry 8, 1.2, 2.2. Na układ pomiarowy składają się: przetworniki ciśnienia 1.3, 2.3, komputer PC, karta pomiarowa typu PCL 818 HG oraz zasilacz 24 V DC.

Sygnały z przetworników ciśnienia 1.3, 2.3 za pomocą układu kondycjonującego podawane są na zaciski terminala pomiarowego dwunastobitowej karty pomiarowo-sterującej typu PLC 818HG współpracującej z komputerem klasy PC. Oprogramowanie karty oraz akwizycja danych pomiarowych na dysku twardym komputera realizuje się przy wykorzystaniu pakietu Matlab/Simulink. Różnica ciśnień w głowicach z próbką badaną i wzorcową uzyskiwana będzie programowo (rys. 3). Różnica ta, określająca spadek ciśnienia w głowicy z badaną próbką wraz z wyznaczonym czasem spadku ciśnienia posłuży, do określenia szczelności odlewu.



Rys. 3. Schemat blokowy układu pomiarowego stanowiska laboratoryjnego
Fig. 3. Block diagram of the laboratory station control circuit

Widok części hydraulicznej zbudowanego stanowiska zamieszczono na rysunku 4.



Rys.4. Widok stanowiska laboratoryjnego (oznaczenia jak na rysunku 2)

Fig. 4. View of the laboratory station – the position of equipment is the same as on fig. 2

4. SPOSÓB PROWADZENIA BADAŃ LABORATORYJNYCH

Aktualnie nie ma norm dotyczących przygotowania i przeprowadzania pomiarów związanych z wyznaczaniem szczelności odlewów żeliwnych. Nie ma także norm opisujących sposób przygotowania próbek dla wyrobów z żeliwa. Dlatego przygotowanie próbek żeliwnych do badań laboratoryjnych będzie oparte o istniejące normy dotyczące pobierania i przygotowywania próbek do badań dla wyrobów ze stali i staliwa. Do zaplanowanych badań przygotowany zostanie szereg próbek żeliwnych o zadanej strukturze i określonej grubości, które wykonane będą dla płatkowego i kulkowego kształtu wydzielen grafitu, przy różnej kombinacji rodzaju osnowy metalowej. Próbki przygotowane będą w postaci okrągłych płytek o początkowej grubości g . Przy instalowaniu próbek badanej i wzorcowej w głowicach będą one mocowane najpierw z niepełnym dociskiem, umożliwiającym odpowietrzenie komór roboczych głowic. Po całkowitym odpowietrzeniu nastąpi docisk próbek z siłą nominalną, zapewniającą szczelność na styku łączonych elementów.

Czynnik penetrujący w postaci nafty pobierany będzie do układu stanowiska ze zbiornika 4 przez otwarty zawór odcinający 5. Do zapelnienia komór obu głowic cieczą, a następnie do wytworzenia ciśnienia w tych komorach służy pompa ręczna 3. Z chwilą osiągnięcia wymaganej wartości ciśnienia następuje zamknięcie zaworów dławiająco-odcinających 1.1, 2.1 i oddzielenie komór głowic od pozostałej części układu. Od tego momentu rozpoczyna się pomiar i rejestracja ciśnień za pomocą przetworników 1.3, 2.3. W przypadku, gdy po założonym czasie T nie wystąpi oczekiwana wartość spadku ciśnienia Δp w głowicy z badaną próbką, zostanie podniesiona wartość ciśnienia w obu głowicach i przeprowadzona ponowna próba. Jeżeli osiągnięta zostanie dopuszczalna wartość ciśnienia dla stanowiska i nadal nie wystąpi oczekiwana wartość spadku ciśnienia Δp , grubość próbki zostanie odpowiednio zmniejszona za pomocą obróbki mechanicznej, a próbka poddana ponownemu badaniu. Proces ten będzie powtarzany do chwili wystąpienia oczekiwanej różnicy ciśnień w założonym czasie τ . Dla każdej z badanych próbek przeprowadzi się rejestrację przebiegu ciśnienia od chwili wywarcia

założonego ciśnienia do chwili wystąpienia nieszczelności. Zainstalowane w stanowisku manometry umożliwiają obserwację ciśnienia w głowicach podczas odpowietrzania i wytwarzania ciśnienia.

Wstępne badania szczelności odlewów z żeliwa szarego z grafitem płatkowym zostały już przeprowadzone, a ich wyniki opublikowane w pracy [3].

4. ZAKOŃCZENIE

Zaplanowane badania mają umożliwić wyznaczenie zależności funkcyjnej pomiędzy spadkiem ciśnienia Δp , uzyskanym w określonym czasie τ i będącym przyjętą miarą szczelności odlewu, a grubością g próbki odlewu i wartością ciśnienia eksploatacyjnego p . Dysponując wyznaczoną funkcją obiektu badań, możliwe będzie określenie szczelności odlewu o znanej strukturze dla wymienionych powyżej parametrów (z określonych ich zakresów), wyznaczenie ewentualnego ekstremum funkcji obiektu, stwierdzenie charakteru i istotności wpływu każdego z parametrów na szczelność odlewu. Biorąc pod uwagę teorię eksperymentu, wyniki pomiarów zostaną opisane wielomianem drugiego stopnia w postaci:

$$\Delta p = c_0 + c_1 \cdot g + c_2 \cdot p + c_{11} \cdot g^2 + c_{22} \cdot p^2 + c_{12} \cdot g \cdot p \quad (2)$$

Powyzsza zależność zostanie wyznaczona dla każdej z badanych struktur żeliwa, oddzielnie dla czynnika roboczego typu gaz i ciecz. Przeprowadzone badania umożliwią wskazanie struktury odlewu żeliwnego wykazującej największą szczelność.

Stanowiska laboratoryjne zbudowano w ramach projektu badawczego KBN nr3 T08B 065 28

LITERATURA

- [1] Cz. Podrzucki: *Żeliwo*. Wyd. ZG STOP, Kraków 1990.
- [2] R. Górecka: *Teoria i technika eksperymentu*. Skrypt Politechniki Krakowskiej, Kraków 1998.
- [3] E. Guzik, D. Kopyciński, Z. Jerzykiewicz, J. Stojek: *Odporność żeliwa szarego niskostopowego na przenikanie cieczy i gazów pod ciśnieniem*. XXIX Konferencja Naukowa z Okazji Dnia Odlewnika, Kraków 2005.

THE LABORATORY STATION FOR TIGHTNESS TESTS OF IRON CAST

SUMMARY

The paper presents laboratory station for different kinds of cast iron tightness tests. Method of the laboratory tests carried out in formally practice was introduced. Finally the future plans of tests were described.

Recenzował: Prof. Józef Dańko