

Aneta CELAREK

e-mail: acelarek@pk.edu.pl

Katedra Aparatury Przemysłowej i Mechaniki Płynów, Wydział Mechaniczny, Politechnika Krakowska, Kraków

Nowoczesne zabezpieczenia aparatów ciśnieniowych przed niekontrolowanym wzrostem ciśnienia

Wstęp

Zapewnienie bezpieczeństwa pracy urządzeń ciśnieniowych wiąże się z zastosowaniem dodatkowych elementów w instalacjach technologicznych, jak również w samych urządzeniach. Ich zadaniem jest przeciwdziałanie nadmiernemu, niekontrolowanemu wzrostowi lub spadkowi ciśnienia. Urządzenia ciśnieniowe zabezpieczone w niewystarczający sposób mogą spowodować niekontrolowane uwolnienie energii, a co za tym idzie wybuchy, powodujące zniszczenia na dużą skalę. Pracodawcy zobowiązani są zagwarantować bezpieczeństwo pracowników, jak również realizować wzrastające zapotrzebowanie na poprawę ochrony środowiska w przypadku pracy z niebezpiecznymi, toksycznymi substancjami [Ring, 1985].

Urządzenia ciśnieniowe stosowane są praktycznie w każdej gałęzi przemysłu. W ich skład wchodzi zbiorniki ciśnieniowe stałe, przenośne, zbiorniki na gaz skroplony lub sprężony, jak również kotły parowe lub cieczowe. Do urządzeń ciśnieniowych należy zaliczyć również wytwornice acetylenowe, a także rurociągi przesyłowe oraz acetylenowe wyszczególnione w *Warunkach Urzędu Dozoru Technicznego*. Urządzenia pracujące pod określonym ciśnieniem są objęte kontrolą przez *Urząd Dozoru Technicznego*. Należy zachować szczególne warunki bezpieczeństwa podczas projektowania, produkcji i eksploatacji tych urządzeń. Konieczne staje się wprowadzenie do instalacji rozwiązań zapewniających bezpieczeństwo użytkownika aparatury ciśnieniowej.

W pracy przedstawiono informacje dotyczące płytek i głowic bezpieczeństwa zabezpieczających nowoczesne urządzenia ciśnieniowe przed nadmiernym wzrostem ciśnienia. Opisano ich konstrukcję, a także układy łączące płytki bezpieczeństwa z zaworem bezpieczeństwa. Szczególną uwagę poświęcono charakterystyce i porównaniu różnic powszechnie stosowanych zaworów bezpieczeństwa w stosunku do nowoczesnych aplikacji płytek i głowic bezpieczeństwa w instalacjach urządzeń ciśnieniowych. Omówiono również materiały wykorzystywane do budowy głowic i płytek bezpieczeństwa, związaną z tym trwałość elementów, a także zagadnienia montażowe i eksploatacyjne.

Dzięki przedstawieniu charakterystyk urządzeń stosowanych w nowoczesnych zabezpieczeniach aparatów ciśnieniowych przed nagłym, zmiennym lub niekontrolowanym wzrostem ciśnienia zebrany materiał może być przydatny przy projektowaniu, eksploatacji i użytkowaniu w bezpieczny sposób urządzeń ciśnieniowych,

Zawory, głowice i płytki bezpieczeństwa

Zawory.

Najczęściej stosowanymi formami zabezpieczeń, odpowiednio dobranymi pod względem warunków pracy są zawory bezpieczeństwa i zawory oddechowe. Ze względu na problemy związane z niedostateczną dynamiką działania ich mechanizmów zawory takie mogą się blokować powodując wzrost ciśnienia w urządzeniu czy instalacji.

Stała czasowa, która określa najkrótszy czas działania urządzenia zabezpieczającego jest charakterystyczną wielkością wpływającą na sprawność działania urządzenia zabezpieczającego. Pod tym względem najgorsze są zawory bezpieczeństwa bezpośredniego działania, a wiele lepszą stałą czasową mają sterowane zawory bezpieczeństwa. Jednak najlepszym rozwiązaniem są głowice bezpieczeństwa, których stała czasowa mieści się w przedziale 0,001÷0,005 s [Remlein, 1987].

Szczelność zaworów jest sprawdzana dla ciśnienia wynoszącego 90% ciśnienia początku otwarcia zaworu poprzez liczbę pęcherzy-

ków powietrza wydobywających się z zaworu. Normy dopuszczają przedział 20÷50 pęcherzyków wydobywających się z zaworu w ciągu minuty. Wynika z tego, że już w tej sytuacji zawór bezpieczeństwa nie zapewnia pełnej szczelności. Na przestrzeni lat wprowadzano poprawki konstrukcyjne, które nie przyczyniły się jednak do zapewnienia całkowitej szczelności zaworu.

Problemy pojawiają się również w przypadku czynników roboczych posiadających duże gęstości czy lepkości o konsystencji ciastowatej. Zawór bezpieczeństwa może ulec zaczopowaniu czy częściowemu zapchaniu, co przyczynia się do wzrostu ciśnienia w instalacji lub w samym urządzeniu. Zawory bezpieczeństwa mają również ograniczony zakres stosowania, dotyczący panującego w aparacie ciśnienia. Mogą być zastosowane w przypadku, gdy nie występuje podciśnienie w instalacji [Remlein, 1987].

Płytki bezpieczeństwa

Mogą być zastosowane zarówno, jako komplet zabezpieczający wraz z zaworem bezpieczeństwa lub jako osobne elementy instalacji. Płytki bezpieczeństwa w literaturze określane są również jako membrany bezpieczeństwa, przepony bezpieczeństwa lub wkładki ciśnieniowe. Przewagą płytek nad zaworami bezpieczeństwa jest przede wszystkim ich niższa cena. Płytki wykonywane są z różnych materiałów, dzięki czemu mogą być stosowane jako dodatkowy element montowany pod zaworem bezpieczeństwa. Połączenie tych dwóch elementów pozwala na ochronę zaworu przed korozją, a także agresywnymi, toksycznymi lub polimeryzującymi czynnikami [ANB, 2018]. Na rys 1 pokazano przykładową wklęsłą płytkę bezpieczeństwa, która może być zastosowana w przypadku czynnika roboczego zarówno w postaci cieczy jak i gazu. Jest wykorzystywana w przemyśle chemicznym i farmaceutycznym [CORONA, 2018].



Rys. 1. Płytki bezpieczeństwa wklęsła normalna AXIUS [CORONA, 2018].

Dodatkowo płytka bezpieczeństwa chroni zawór w przypadku występowania wysokich temperatur czynnika roboczego. Ponadto płytka bezpieczeństwa gwarantuje pełną szczelność instalacji lub urządzenia, która jest istotna w przypadku drogich, agresywnych lub toksycznych mediów.

Płytki bezpieczeństwa stosuje się również, gdy zachodzi możliwość wystąpienia eksplozji czynnika roboczego (gaz, pył), na skutek tworzenia się znacznych ilości par lub gazów w procesach technologicznych. Podobna sytuacja występuje w momencie powstawania zakłóceń w działaniu urządzenia lub instalacji.

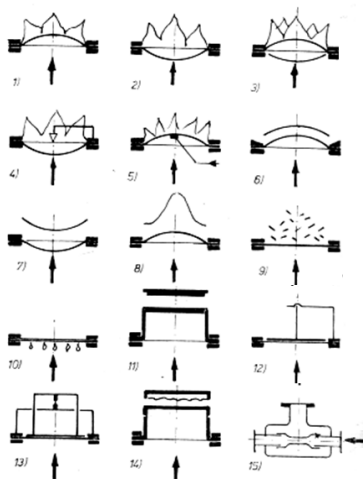
Głowice bezpieczeństwa

W przypadku głowic bezpieczeństwa czynnik roboczy zostaje odprowadzony z instalacji przez wolny przekrój, który powstaje poprzez zerwanie płytki bezpieczeństwa, spowodowane nagłym wzrostem ciśnienia. Czynnik roboczy wyprowadzany jest w zależności od miejsca zainstalowania głowicy z instalacji lub z samego urządzenia ciśnieniowego. Zakres stosowania głowic bezpieczeństwa w odniesieniu do ciśnienia panującego w urządzeniu nie ma znaczenia,

głowica spełnia swoje zadania zarówno w przypadku nagłych spadków ciśnienia (implozja), jak i nagłych wzrostów ciśnienia (eksplozja) [Remblein, 1985].

Konstrukcje głowic i płytek bezpieczeństwa

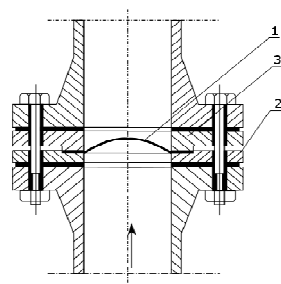
Na rynku dostępnych jest wiele rozwiązań konstrukcyjnych głowic, jak również płytek bezpieczeństwa. Różnią się one przede wszystkim budową i zasadą działania wkładki ciśnieniowej. Wyróżnia się 15 głównych konstrukcji wkładek ciśnieniowych pokazanych na rys. 2. Obecnie wprowadzane są na rynek nowe rozwiązania konstrukcyjne płytek bezpieczeństwa poprawiające poprzednie wersje. Niezależnie jednak od konstrukcji muszą one spełniać konkretne wymagania. Najważniejszym kryterium jest zagwarantowanie pełnego otwarcia przekroju wylotowego w trakcie zadziałania płytki bezpieczeństwa. Materiał przeznaczony na płytki bezpieczeństwa musi być zatem odpowiednio trwały i odporny na działanie czynnika roboczego. Podczas eksploatacji membrany bezpieczeństwa muszą zapewniać bezpieczną pracę instalacji. W przypadku aparatów ciśnieniowych najczęściej stosowana jest wkładka ciśnieniowa normalnie wypukła (Rys. 2.1).



Rys. 2. Klasyfikacja wkładek ciśnieniowych: 1) wkładka normalnie wypukła, 2) odwrotnie wypukła, 3) podwójnie wypukła, 4) z ostrzem tnącym, 5) z detonatorem, 6) ścinana, 7) przegubowa, 8) wrywana, 9) rozpryskowa, 10) topikowa, 11) magnetyczna, 12) z trzpieniem wybaczanym, 13) z trzpieniem rozrywającym, 14) rozrywana cylindryczna, 15) z tulejką rozrywającą [KryWit, 2018a]

Każda głowica bezpieczeństwa składa się z co najmniej trzech elementów (Rys. 3): 1 – wkładki ciśnieniowej, 2 – obudowy gniazda (dolnej części głowicy), a także 3 – płyty dociskowej (górnej części głowicy).

W przypadku płytek wielowarstwowych górna płytka jest płytką główną, jest grubsza i ma odpowiednio usytuowane otwory oraz przecięcia. Środkową warstwę stanowi wkładka uszczelniająca, która ma za zadanie gwarantować szczelność przepony bezpieczeństwa. Wkładka uszczelniająca podobnie jak płytka górna wykonana jest z cenniejszej folii metalowej, czy teflonu. Podczas zadziałania membrany bezpieczeństwa wkładka uszczelniająca ulega rozerwaniu



Rys. 3. Konstrukcja głowicy bezpieczeństwa z wkładką ciśnieniową: 1 – przepona bezpieczeństwa, 2 – gniazdo, 3 – płytka dociskowa [KryWit, 2018a]

tuż za główną płytką po kilku milisekundach. Dodatkowym plusem stosowania wkładki uszczelniającej jest ochrona przed wystąpieniem korozji. Najczęściej, jako oddzielny element stosuje się pierścienie uszczelniające, aby uchronić wkładkę przed zniszczeniem. W przypadku, gdy w instalacji występuje podciśnienie stosuje się podpory próżniowe. Przeciwdziałają one odkształceniu płytki głównej w przeciwnym kierunku. Podobnie jak płytka główna wykonane są z folii metalowej, jednak nieco grubszej. Wszystkie opisane wyżej elementy płytki wielowarstwowej muszą dokładnie przylegać do siebie tak, aby konstrukcja płytki wielowarstwowej była odporna na tzw. przeciągnięcia w przeciwnym kierunku. Podpory próżniowe wykorzystuje się także w przypadku występowania nadciśnień zmiennych. Dotyczy to zarówno wahań między podciśnieniem a nadciśnieniem, a także nagłych spadków ciśnienia.

W zależności od występującego nadciśnienia zmiennego i średnicy płytki bezpieczeństwa stosuje się dwa typy podpór próżniowych:

- otwarte, gdzie otwarcie podpory następuje wraz z wkładką główną, dzięki czemu osiągnięty jest pełny przekrój wylotowy.
- zamknięte - w postaci perforowanej kopuły. Nie następuje tutaj jednoczesne otwarcie w momencie zadziałania płytki. Powoduje to zmniejszenie powierzchni przekroju płytki bezpieczeństwa o ok. 55%.

W przypadku głowic bezpieczeństwa wyróżnia się cztery podstawowe typy [KryWit, 2018a]. Obudową głowicy bezpieczeństwa może być kasetka lub oprawa.

Głowica bezpieczeństwa z obudową zewnętrzną przeznaczona jest dla wysokich ciśnień nominalnych $p_{nom} > 6,4$ MPa, gdy zamyka bezpośrednio mechanizm układu. Wymiary głowicy bezpieczeństwa są odzwierciedleniem wymiarów kołnierza, w którym jest osadzona. Podobna sytuacja ma miejsce w przypadku otworów w głowicy bezpieczeństwa, gdyż są one spasowane z zamocowaniem zastosowanym w kołnierzu. Przeciwnieństwem są głowice.

Głowica bezpieczeństwa z obudową wewnętrzną umieszczona jest pomiędzy śrubami współpracujących kołnierzy. Dzięki takiemu rozwiązaniu zostaje zapewniona osiowa orientacja głowicy. Średnica zewnętrzna głowicy bezpieczeństwa musi być tak sparowana, aby swobodnie mieściła się między śrubami zastosowanymi w połączeniu. Obecnie jest to najczęściej stosowany typ głowicy.

Głowica bezpieczeństwa z kołnierzem jest nowo wprowadzonym typem, gdzie płytka bezpieczeństwa instalowana jest bezpośrednio pomiędzy pracującymi przyłgami w kołnierzach. W rozwiązaniach tych stosuje się przyłgi płaskie, gładkie lub też przyłgi typu wpust-wypust, podobnie jak w połączeniach kołnierzo-śrubowych.

Głowice miniaturowe zawierają specjalne, dedykowane miniaturowe płytki bezpieczeństwa, których średnica wynosi zwykle 3-15 mm. Głowice bezpieczeństwa tego typu najczęściej stosowane są w urządzeniach laboratoryjnych.

W każdym z przedstawionych typów głowic bezpieczeństwa stosuje się dwa sposoby mocowania płytek bezpieczeństwa: z przyłgą płaską oznaczane w skrócie GBP lub z przyłgą skośną oznaczane GBS [KryWit, 2018]. Płytki bezpieczeństwa stosuje się takie same. Ciśnienie działa na płytkę od strony wklęsłej [CORONA, 2018].

Bardzo często stosuje się również system potwierdzający zadziałanie płytki bezpieczeństwa lub system szczelności układu. Wykorzystuje się również specjalne czujniki rozerwania płytek bezpieczeństwa. Do informacji o zadziałaniu płytki bezpieczeństwa używa się manometru. Urządzenia te mogą być używane jako pojedyncze alarmy lub jako cały system alarmowy łączony z systemami kontroli prowadzonego procesu [CORONA, 2018].

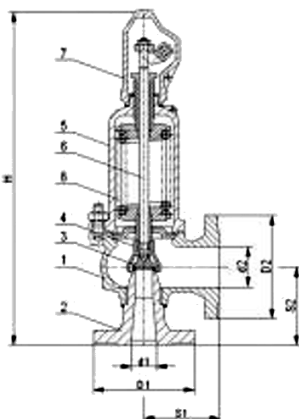
Charakterystyka płytek bezpieczeństwa

Porównanie głowic i zaworów bezpieczeństwa. Płytki bezpieczeństwa posiadają wiele zalet w porównaniu z innymi urządzeniami zabezpieczającymi (np. dobre właściwości użytkowe). W tab. 1 przedstawiono porównanie głowic bezpieczeństwa i zaworów bezpieczeństwa (Rys. 4).

Tab. 1. Porównanie głowicy bezpieczeństwa z zaworem bezpieczeństwa [KryWit, CORONA, 2018]

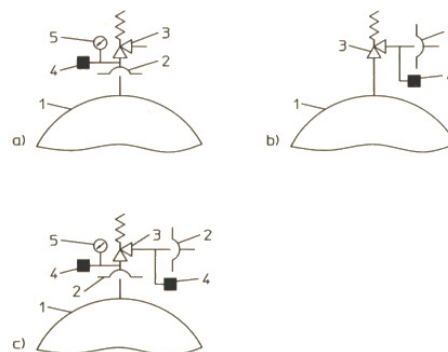
Cecha	Zawór bezpieczeństwa	Głowica bezpieczeństwa
Koszty wytworzenia	wysokie	niskie
Przekrój przelotowy	200 - 300 [mm]	600 - 800 [mm]
Szczelność zamknięcia	niecałkowita	całkowita
Wymiana urządzenia zabezpieczającego po jego zadziałaniu	nie	tak
Czas zadziałania	wolny	szybki
Stosowność w sferze podciśnienia	nie	tak
Efektywność pracy	średnia	duża
Kontrola szybkich wzrostów ciśnienia	nie	tak
Rozrzut ciśnienia zadziałania urządzenia (margines między ciśnieniem dopuszczalnym a roboczym)	$0,5 \div 1$ % ciśnienia początku otwarcia	$5 \div 10$ % ciśnienia początku otwarcia
Trwałość materiału stosowanego do urządzeń zabezpieczających	wysoka	niska
Używanie do czynników roboczych o wysokiej gęstości i lepkości (konsystencje ciastowate)	nie	tak
Zakłócenia procesów technologicznych na skutek nieoczekiwanego zadziałania urządzenia zabezpieczającego	nie	tak
Zabezpieczenia konstrukcji przed zmianą ciśnienia zadziałania	nieskuteczne (mogą występować obciążenia mechanizmu zamykającego)	skuteczniejsze (skuteczne)

Głowica bezpieczeństwa charakteryzuje się lepszymi właściwościami niż zawór bezpieczeństwa (wybrany jako przykładowe urządzenie zabezpieczające) dla większości cech przedstawionych w tab. 1. Można zauważyć, że płytka bezpieczeństwa jest o wiele lepszym i tańszym rozwiązaniem zabezpieczającym urządzenia ciśnieniowe. Jednak ma również wady, jak np. niska trwałość lub większe różnice między ciśnieniem roboczym a dopuszczalnym.



Rys. 4. Zawór bezpieczeństwa kołnierzywo-pelnoskokowy kątowo-sprężynowy z uszczelnieniem twardym [AQUA, 2018]

Układ: płytka bezpieczeństwa – zawór bezpieczeństwa stosuje się w celu całkowitego zabezpieczenia urządzeń ciśnieniowych. Połączenie to sprawia, że sumuje się zalety poszczególnych typów urządzeń zabezpieczających w jednym, najlepszym rozwiązaniu (Rys. 5).



Rys. 5. Układ płytka bezpieczeństwa/ zawór bezpieczeństwa, a) płytka bezpieczeństwa umieszczona na dopływie zaworu bezpieczeństwa, b) płytka bezpieczeństwa umieszczona na odpływie zaworu bezpieczeństwa, c) płytka bezpieczeństwa umieszczona na dopływie i odpływie zaworu bezpieczeństwa: 1 - aparat ciśnieniowy, 2 - płytka bezpieczeństwa, 3 - zawór bezpieczeństwa, 4 - króćce przelewowe, 5 - manometr [ARMAK, 2009]

Dzięki takiemu połączeniu otrzymuje się oprócz wspomnianej wcześniej całkowitej szczelności układu, także możliwość ponownego zamknięcia otworu wylotowego, po zadziałaniu całego połączenia. Najczęściej stosuje się trzy różne układy płytka bezpieczeństwa – zawór bezpieczeństwa (Rys. 5).

Pierwsze rozwiązanie (a) stosuje się do zabezpieczenia zaworu bezpieczeństwa przed agresywnym czynnikiem roboczym przepływającym w instalacji. Głowica bezpieczeństwa pełni jeszcze dodatkową rolę, polegającą na uszczelnieniu układu.

Przypadek drugi (b) stosowany jest w sytuacji, gdy zawór bezpieczeństwa kontaktuje się z medium chemicznie obojętnym. Zawór bezpieczeństwa zrzuci nadmiar medium do sieci zrzutowej, gdzie występuje agresywna chemicznie substancja.

Ostatnie rozwiązanie (c) jest kombinacją dwóch poprzednich, wykorzystywane, gdy w instalacji zastosowano czynnik roboczy agresywny chemicznie, znajdujący się także w przestrzeni zrzutowej.

W połączeniach płytka bezpieczeństwa – zawór bezpieczeństwa należy zwrócić uwagę na odpowiednie dobranie tych podzespołów; płytki bezpieczeństwa nie mogą być fragmentujące czy odpryskowe. Przepuszczalność głowicy bezpieczeństwa musi być większa niż zaworu bezpieczeństwa. Przestrzeń pomiędzy zaworem bezpieczeństwa i płytką bezpieczeństwa musi zapewniać swobodne otwieranie się płytki bezpieczeństwa podczas zadziałania układu. Po zadziałaniu układu nie ma konieczności natychmiastowego zatrzymania całej instalacji. Dużym plusem takiego układu jest możliwość wykonania zaworu bezpieczeństwa z materiału o gorszych właściwościach wytrzymałościowych niż w przypadku, gdyby zastosować sam zawór bezpieczeństwa.

Materiały konstrukcyjne na płytce bezpieczeństwa. Wspomniana wcześniej trwałość płytek bezpieczeństwa dotyczy bezpośrednio materiałów wykorzystywanych do ich produkcji. Materiałami stosowanymi na płytce i głowicy bezpieczeństwa są przede wszystkim stale kwasoodporne, szczególnie w zastosowaniach sanitarnych. Innym bardzo rozpowszechnionym materiałem jest teflon (PTFE). Oba te materiały cechuje się odpornością na działanie mediów agresywnych. Używane są w wyższych zakresach temperatur, odpowiednio stal (ok. 400÷450 °C), teflon (ok. 220÷250 °C). Płytki wykonane z tych materiałów są najczęściej stosowane, bo mają szerokie i dość uniwersalne zastosowanie. W sytuacji, gdy warunki prowadzenia procesu ulegają zmianie (np. ze względu na temperaturę lub inny czynnik roboczy) konieczne staje się użycie innego materiału niż wyżej wspomniane.

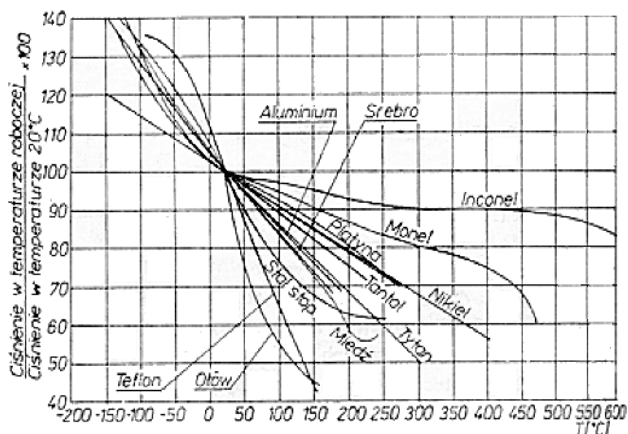
Oprócz odporności chemicznej w doborze materiałów zwraca się także uwagę na charakterystyki temperaturowe, które określają zakres pracy dla danego materiału. Innymi materiałami są różnego rodzaju stopy niklowo - chromowe. Cechują się odpornością na korozję i utlenianie w wysokich temperaturach. Nikiel jest również materiałem stosowanym na płytki i głowice bezpieczeństwa. Znajduje on szczególne zastosowanie w przypadku instalacji przetwórstwa spożywczego. Na rynku pojawił się nowy materiał, z którego wykonuje się płytki bezpieczeństwa, jest nim grafit. Elementy zabezpieczające wykonywane są z jednego kawałka grafitu, który jest impregnowany żywicą fenylową [Zetkama, 2018]. Można spodziewać się, że niedługo materiałem wykorzystywanym na membrany bezpieczeństwa będą materiały kompozytowe, stosowane już w zbiornikach ciśnieniowych w postaci den sitowych i innych elementów wyposażenia aparatury procesowej. Materiały kompozytowe mogą być wykonane z kompozytów metalowych lub kompozytów z tworzyw sztucznych. Z powodzeniem mogą one być zamiennie stosowane na równi z tradycyjnymi materiałami.

Trwałość płytek bezpieczeństwa jest ich ważnym aspektem. Zależy ona przede wszystkim od wspomnianego wcześniej zastosowanego materiału, który ma konkretne wyjściowe właściwości wytrzymałościowe. Od materiału zależy też zakres temperatur czynnika roboczego, w jakim może zostać zastosowana płytka bezpieczeństwa przy maksymalnym ciśnieniu roboczym (Rys. 6).

Wraz ze wzrostem temperatury użytego medium, spada wartość ciśnienia działania płytki bezpieczeństwa. Innym aspektem związanym z materiałem jest jego reaktywność z agresywnym czynnikiem roboczym występującym w instalacji. Podczas doboru płytki bezpieczeństwa do konkretnego zastosowania należy zastosować odpowiednią konstrukcję membrany bezpieczeństwa. Płytki bezpieczeństwa nie będzie trwała w przypadku znacznych wahań ciśnienia występującego w instalacji. Dużą rolę odgrywa także częstotliwość zmian tego ciśnienia. W przypadku dużych częstotliwości płytka bezpieczeństwa nie zapewni poprawnej pracy urządzenia i może spowodować niekontrolowane zadziałanie. W doborze płytki bezpieczeństwa istotną rolę odgrywa stosunek ciśnienia roboczego do ciśnienia zadziałania płytki. Stosunek ten w temperaturze pokojowej powinien wynosić ok. 0,7, natomiast wraz ze wzrostem temperatury należy odpowiednio go zmniejszyć. Dopuszczalny czas pracy płytki bezpieczeństwa szacuje się na 1 rok.

Eksploatacja i montaż płytek bezpieczeństwa

Montaż i zasady postępowania podczas pracy płytek bezpieczeństwa określa instrukcja BHP na stanowisku pracy. Informacje dotyczące właściwości płytki bezpieczeństwa dostarcza producent. Podczas wymiany płytek instalacja bądź samo urządzenie musi zostać wyłączone. Istnieje możliwość pracy urządzenia ciśnieniowego podczas wymiany płytki; należy wtedy zastosować układ na rurociągach dopływowych z zasuwami odciążającymi.



Rys. 6. Charakterystyka temperaturowa materiałów przeznaczonych na płytki bezpieczeństwa wielowarstwowe [KryWit, 2018a].

Uzyskuje się wtedy możliwość odcięcia jednej głowicy bezpieczeństwa oraz równoczesne przeniesienie przestrzeni zabezpieczającej na drugą głowicę.

W trakcie wymiany płytki bezpieczeństwa wyjmuje się poprzednią płytkę z gniazda obudowy, dokładnie oczyszcza powierzchnię przyłgi, na której mogą znajdować się różnego rodzaju pozostałości. Mogą to być resztki po poprzedniej uszczelce, czynnika roboczym lub nawet rdza. Płytkę bezpieczeństwa należy precyzyjnie zamontować. W przypadku zastosowania kołnierzy, musi ona zostać umieszczona w sposób centryczny do przyłgi kołnierza tak, aby stworzyć idealne ich połączenie, następnie mocuje się śrubami całe połączenie.

Montowaniu nowej membrany bezpieczeństwa wymaga zwrócenia szczególnej uwagi na jej stan. Sprawdza się, czy nie uległa ona uszkodzeniu podczas wytworzenia, transportu czy magazynowania. Oprócz samej kondycji płytki bezpieczeństwa istotnym jest zamontowanie płytki zgodnie z kierunkiem przepływu, który oznaczony jest na wkładce bezpieczeństwa, a także na głowicy bezpieczeństwa.

Głowicę bezpieczeństwa należy montować, jeżeli istnieje taka możliwość w najwyższym punkcie zabezpieczanej przestrzeni w urządzeniu ciśnieniowym. Najlepszym rozwiązaniem jest instalowanie głowicy bezpieczeństwa na oddzielnych króćcach, do których jest łatwy dostęp. Gdy w instalacji może dojść do nagłego wzrostu ciśnienia w niebezpieczny sposób, mogący prowadzić do eksplozji, głowicę bezpieczeństwa należy zamontować w układzie krzyżowym, prostopadle do kierunku przepływu fali wzrastającego ciśnienia [KryWit, 2018b].

Podsumowanie

Płytki bezpieczeństwa są dobrą alternatywą w stosunku do powszechnie stosowanych zaworów bezpieczeństwa. Kombinacja z zastosowaniem połączenia płytki z zaworem jest optymalnym rozwiązaniem zapewniającym całkowitą szczelność układu. Gwarantuje ono również, bardzo ważne z przyczyn ekonomicznych, braki wypływu drogiego czynnika roboczego użytego w instalacji. W przypadkach agresywnego, toksycznego medium ma to ogromne znaczenie dla ochrony środowiska. Dzięki takiemu rozwiązaniu nie występuje konieczność wyłączenia całej instalacji, powodująca duże straty ekonomiczne.

Dodanie do instalacji urządzenia ciśnieniowego dodatkowego systemu sygnalizacji zadziałania lub szczelności stwarza warunki bezpiecznej pracy urządzeń ciśnieniowych.

LITERATURA

- ARMAK Śląskie Zakłady Armatury Przemysłowej. *Układ płytka bezpieczeństwa – zawór bezpieczeństwa*(2009). (03.2018): http://www.old.emet-impex.com/armak/uklad_zawor_plytka_pl.pdf
- AQUA-Grupa SBS sp. z o.o. *Zawór kołnierzowy-płnoskokowy kątowno-sprężynowy z uszczelnieniem twardym - 6103* (03.2018): <http://zaworybezpieczenstwa.pl/kolpe-kats-t-6103.php>
- CORONA Sp. z o.o. *SERWIS Systemy zabezpieczeń dla przemysłu* (03.2018): <https://corona.org.pl>
- Grupa ANB Sp. z o.o. *Zawory - Automatyka - Pomiary. Membrany bezpieczeństwa* (03.2018): <http://www.anb.com.pl/membrany-plytki-bezpieczenstwa>
- KryWit Produkcja głowic i płytek bezpieczeństwa (a) *Kompendium* (03.2018): <http://krywit.com.pl/wp-content/uploads/2017/01/kompendium.pdf>
- KryWit Produkcja głowic i płytek bezpieczeństwa (b) *Instrukcja i eksploatacja głowicy bezpieczeństwa / wkładek ciśnieniowych* (03.2018): http://krywit.com.pl/wp-content/uploads/2017/01/instrukcja_montazu_WNP.pdf
- Masiuk S., Łącki H., Kruszyński Z., (1992). *Przepony i panele bezpieczeństwa*. Wyd. Pol. Szczecińskiej
- Remlein J., (1985). *Głowice bezpieczeństwa. Dozór Techniczny nr 2, 3-4, 5*
- Remlein J.,(1987). *Urządzenia zabezpieczające przed wzrostem ciśnienia*. UDT, Poznań
- Ring M., (1985). *Bezpieczeństwo techniczne w przemyśle chemicznym*. WNT, Warszawa
- ZETKAMA Sp. z o.o. (MANGATA Holding). *Producent armatury przemysłowej* (03.2018): <http://www.zetkama.pl>