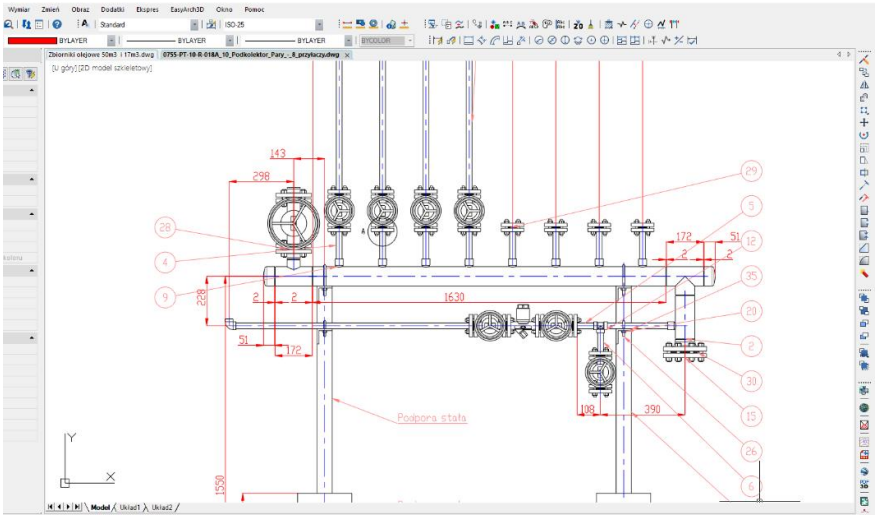
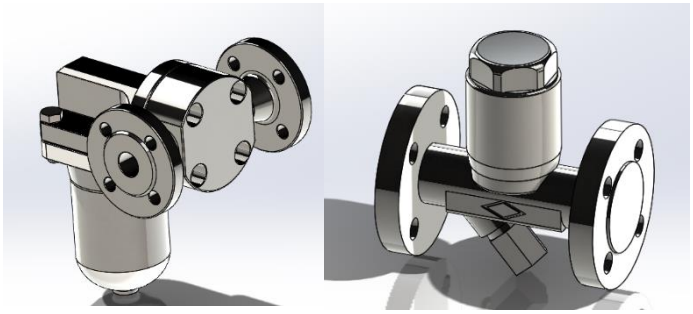
**Dobór armatury przemysłowej w kontekście realizacji procesu inwestycyjnego**
**Zanieczyszczenia w rurociągach przyczyną uszkodzeń zainstalowanej armatury**

Wszelkie procesy technologiczne realizowane w zakładach przemysłowych opierają się na precyzyjnie zaprojektowanych, przeliczonych i prawidłowo wykonanych instalacjach technicznych. Istotą niezawodności instalacji jest dopracowanie każdego jej elementu zgodnie z wytycznymi ekspertów – inżynierów z dziedziny: mechaniki, konstrukcji, fizyki płynów oraz wielu innych. Proces ten rozpoczyna się już na etapie projektowania i obejmuje m.in. wybór odpowiednich technologii, dobór kluczowych komponentów instalacji, działania administracyjno-prawne po realizację wykonawczą w której materializuje się koncepcja projektowa. Celem przedsięwzięcia jest zawsze uzyskanie określonych parametrów technologiczno-produkcyjnych przy jednoczesnym zachowaniu zasad bezpieczeństwa, efektywności ekonomicznej oraz zgodności z wymaganiami ekologicznymi. Droga do finalnej realizacji pełna jest pułapek i przeszkód, o których każda z firm wykonawczych mogłaby napisać niejedną sensacyjną książkę.

Pozornie błahe i mało istotne decyzje mogą skutkować błędami, które wpłyną na równowagę całego układu. Przykładem może być armatura przemysłowa – jej odpowiedni dobór znacząco wpływa na funkcjonalność instalacji, pozwala utrzymać parametry gwarantowane i minimalizuje przestoje by zachować ciągłość procesów technologicznych. Dlatego niezbędne jest korzystanie z wiedzy specjalistów danego zakresu np. wykorzystać doświadczenie producentów armatury na każdym etapie od fazy projektowej aż po dostawy, montaż i uruchomienie. Pozwoli to nie tylko uniknąć błędów i nieprawidłowości, ale pomoże w usprawnieniu procesów technologicznych, np. poprzez zaprojektowanie dodatkowych urządzeń czy zastosowanie innych sprawdzonych rozwiązań funkcjonalnych.



**Kryteria doboru i zakupu armatury**



Armatura przemysłowa jest nieodzownym elementem każdego zakładu przemysłowego. Szeroko rozumiana armatura odcinająca, regulacyjna czy odwadniająca, aby właściwie funkcjonować powinna być składowana, montowana, użytkowana zgodnie przekazaną przez producenta Dokumentacją Techniczno- Ruchową (DTR), często zwaną paszportem urządzenia.

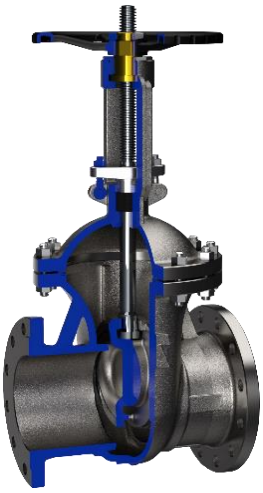
Dobór armatury przemysłowej uzależniony jest od:
a) **Rodzaju medium,** które będzie transportowane w instalacji. Określamy parametry takie jak: temperatura, ciśnienie, korozyjność, lepkość, właściwości chemiczne. W zależności od tego wybieramy odpowiedni materiał armatury (staliwo, żeliwo, stal nierdzewna) oraz rodzaj uszczelnień.
b) **Parametrów pracy,** armatura musi być dobrana do ciśnienia i temperatury panujących w instalacji. Należy wziąć pod uwagę maksymalne dopuszczalne ciśnienie robocze (PN) oraz temperaturę roboczą (właściwości materiału mają decydujący wpływ na te parametry).
c) **Funkcji armatury**, W zależności od potrzeb technologicznych należy dobrać odpowiedni typ armatury: zawory odcinające, zawory regulacyjne, zawory bezpieczeństwa, przepustnice, zasuwy itp.
d) **Wielkości armatury,** (średnica nominalna DN) powinna być dobrana do przepływu i ciśnienia medium, aby uniknąć nadmiernych strat ciśnienia lub niestabilnej pracy instalacji.
e) **Normy i certyfikaty**, armatura powinna spełniać odpowiednie normy, takie jak ISO, EN czy ASME, oraz być dopuszczona do stosowania w danej branży (np. ATEX dla środowisk zagrożonych wybuchem).
W przypadku ekstremalnych warunków, jak bardzo wysokie lub niskie temperatury, wysokie ciśnienia, czy agresywne chemicznie media, armatura powinna być odpowiednio wzmocniona (np. zawory specjalne, materiały odporne na ekstremalne warunki).

Bardzo często ilość nabytej armatury przemysłowej można przyjąć jako wskaźnik poziomu rozwoju zakładu przemysłowego. Około 15% firm kupuje armaturę w aspekcie modernizacji istniejących już instalacji, co świadczy o dobrej kondycji przedsiębiorstw z jednoczesnym ich ukierunkowaniem na rozwój poprzez inwestycje.
Firmy najczęściej nie starają się gromadzić dużych ilości części zamiennych w postaci armatury. Takie postępowanie wydaje się być zrozumiałym, gdyż zapasy to zamrożenie środków finansowych. Nie licząc budowy nowych instalacji, ponad 25% przedsiębiorstw nabywa armaturę tylko w przypadku awarii lub zużycia. Użytkownicy przywiązują się do producentów oraz typów armatury, dlatego przy kolejnych zakupach korzystają najczęściej z urządzeń sprawdzonego producenta, którego produkty posiadają na instalacjach.
Ze zrozumiałych powodów zakłady przemysłowe stawiają w pierwszej kolejności na trwałość armatury i jej niezawodność przy eksploatacji. Oczekiwania dotyczące żywotności armatury wahają się od 2 do 15 lat. Powodem takich rozbieżności jest zróżnicowana w każdym zakładzie intensywność eksploatacji instalacji (ciągła lub z przerwami), do tego dochodzą także zmiany w parametrach obsługiwanego medium.

Nieszczelności armatury użytej na instalacjach mogą prowadzić nie tylko do obniżenia jakość produkowanych produktów, ale także generować sytuacje skrajnie niebezpieczne.

Po wyborze i zakupie produktów istotny jest sposób obchodzenia się z nabytą armaturą zarówno w aspekcie przechowywania, konserwacji jak i samej instalacji na rurociągach. Konserwacja armatury przemysłowej na instalacjach technologicznych jest kluczowym elementem, aby zapewnić bezpieczeństwo, niezawodność i wydajność systemu.
Zaufajmy producentowi i w naszych działaniach kierujmy się zapisami umieszczonymi w DTR urządzenia. W zależności od produktu konserwacja armatury przemysłowej może zawierać:
a) **Regularne przeglądy.** Przeglądy armatury powinny być wykonywane zgodnie z harmonogramem zaplanowanym na podstawie warunków pracy i rodzaju medium. Regularne inspekcje pomagają wcześnie wykryć potencjalne uszkodzenia lub wycieki.
b) **Czyszczenie i smarowanie.** Armatura, szczególnie ta, która pracuje w trudnych warunkach, powinna być regularnie czyszczona z osadów i zanieczyszczeń. Zawory i inne elementy ruchome muszą być odpowiednio smarowane, aby zapewnić ich płynne działanie.
c) **Kontrola uszczelnień.** Uszczelnienia (np. uszczelki, oringi) są szczególnie narażone na zużycie, zwłaszcza w instalacjach wysokociśnieniowych i wysokotemperaturowych. Zawory mogą wymagać wymiany uszczelnień, sprężyn lub całych mechanizmów wewnętrznych. Należy regularnie monitorować ich stan, przeprowadzać naprawy lub wymieniać, gdy są zużyte.
d) **Kalibracja i testowanie.** Zawory regulacyjne i bezpieczeństwa powinny być regularnie kalibrowane i testowane, aby upewnić się, że działają prawidłowo. Zaniedbanie tego aspektu może prowadzić do nieprawidłowego działania systemu, co może mieć niebezpieczne skutki. W nowoczesnych instalacjach technologicznych coraz częściej stosuje się systemy monitorowania stanu technicznego armatury (np. detektory przecieków, systemy diagnostyczne). Dzięki temu możliwe jest wczesne wykrycie problemów i zapobieganie awariom.
e) **Ochrona przed korozją.** W przypadku pracy w środowiskach korozyjnych (chemikalia, wilgoć) armatura powinna być zabezpieczona przed korozją poprzez odpowiednie powłoki ochronne (np. malowanie proszkowe, galwanizacja) lub zastosowanie materiałów odpornych na korozję. Powierzchnie antykorozyjne wymagają okresowej kontroli wizualnej.

Podsumowując, dobór i konserwacja armatury przemysłowej wymaga dokładnej analizy warunków pracy instalacji, rodzaju medium, parametrów pracy oraz odpowiednich standardów konserwacyjnych. Regularna konserwacja i kontrola armatury zwiększają jej żywotność oraz zmniejszają ryzyko awarii.





**Armatura a rozruch instalacji**

Jednym z najważniejszych zadań podczas realizacji budowy instalacji technologicznych jest proces rozruchowo- odbiorowy.

Bywa to etap zarówno energochłonny, jak i czasochłonny, ale prawidłowo przygotowany i zrealizowany pozwala sprawnie uruchomić i przekazać instalację do użytku.

Jednak podczas przygotowania instalacji do uruchomienia popełnianych jest najwięcej błędów które wpływają na jakość, trwałość i niezawodność armatury.

Szacuje się, ze 90% wszystkich uszkodzeń armatury powstaje na etapie rozruchu nowych instalacji i instalacji odstawionych na dłuższy czas.

Do najczęstszych uszkodzeń dochodzi poprzez nieprawidłowe przedmuchanie i wyczyszczenie rurociągów po pracach wykonawczych. Zalegające w nich różnego rodzaju zanieczyszczenia powstałe przy etapie prefabrykacji, ciała stałe zalegające wewnątrz rurociągów, mają tendencje do gromadzenia się w zakamarkach zainstalowanych urządzeń.

Zanieczyszczenia w rurociągach mogą mieć istotny wpływ na armaturę przemysłową, zarówno w krótkim, jak i długim okresie eksploatacji. Oto główne aspekty wpływu zanieczyszczeń na armaturę:

**1. Zatkanie i spadek wydajności**

- **Zanieczyszczenia mechaniczne** (np. piasek, rdza, osady mineralne) mogą prowadzić do zatkania elementów armatury, takich jak zawory, przepustnice czy regulatory przepływu. To powoduje spadek wydajności przepływu, zwiększone opory oraz konieczność częstszego czyszczenia.
- Zawory mogą przestać prawidłowo funkcjonować, co z kolei obniża efektywność całego systemu i może prowadzić do niekontrolowanych spadków ciśnienia.

**2. Zużycie mechaniczne**

- **Cząstki ścierne** w medium, takie jak piasek czy drobne fragmenty metalowe, mogą powodować zużycie elementów ruchomych armatury (np. gniazd zaworów, trzpieni, uszczelek). Długotrwała praca w takich warunkach prowadzi do erozji powierzchni i pogorszenia szczelności, a nawet całkowitego zniszczenia elementów.
- W wyniku tarcia zanieczyszczeń z powierzchnią metalową może dochodzić do mikro uszkodzeń, które z czasem się powiększają, obniżając trwałość urządzeń.

**3. Korozja**

- **Zanieczyszczenia chemiczne** (np. chlor, siarka, kwasy) mogą powodować korozję elementów armatury. Jeśli medium zawiera substancje chemiczne agresywne dla materiału armatury (np. żelaza, stali węglowej), korozja może znacząco skrócić jej żywotność.
- Powstające zanieczyszczenia w postaci osadów mineralnych mogą także tworzyć środowisko sprzyjające korozji pod powierzchnią osadów, co jest trudne do wykrycia i naprawy.

**4. Problemy z uszczelnieniem**

- Zanieczyszczenia mogą osadzać się na uszczelkach i powierzchniach przylegania elementów armatury, co prowadzi do nieszczelności. Nawet drobne cząstki mogą powodować mikronieszczelności, które w efekcie skutkują wyciekami medium.
- W szczególności w przypadku zaworów i klap, uszkodzenia uszczelnień mogą prowadzić do utraty ciśnienia i niemożności prawidłowego zamknięcia przepływu.

**5. Sklejanie elementów ruchomych**

- Zanieczyszczenia, zwłaszcza osady organiczne lub mineralne, mogą powodować **zablokowanie elementów ruchomych** (np. trzpieni zaworów, przepustnic). W efekcie zawory mogą się zacinać, nie otwierać się lub nie zamykać prawidłowo, co zaburza kontrolę przepływu medium.
- Z czasem problem ten może wymagać ręcznego odblokowywania lub wymiany elementów armatury.

**6. Zwiększone zużycie energii**

- Zanieczyszczenia w rurociągach mogą powodować **wzrost oporów przepływu**, co skutkuje koniecznością zwiększenia energii potrzebnej do przepompowywania medium przez system. Armatura, której ruchome elementy są zanieczyszczone, może wymagać więcej energii do uruchomienia i regulacji.

**7. Zanieczyszczenia biologiczne**

- W przypadku instalacji wodnych lub transportujących inne ciecze biologiczne (np. w przemyśle spożywczym), może dojść do **rozwoju mikroorganizmów** (np. biofilmów), które mogą osadzać się na wewnętrznych powierzchniach armatury. To prowadzi do pogorszenia higieny, a w przypadku systemów chłodniczych do zmniejszenia wydajności wymiany ciepła.

**8. Problemy z kontrolą przepływu**

- Zanieczyszczenia mogą prowadzić do **zmniejszenia precyzji regulacji przepływu** w zaworach regulacyjnych i siłownikach. Cząstki stałe mogą utrudniać prawidłowe działanie mechanizmów, co wpływa na efektywność i bezpieczeństwo instalacji.

**9. Uszkodzenia w wyniku kawitacji**

- Jeśli zanieczyszczenia powodują lokalne zakłócenia przepływu lub zmiany ciśnienia, może dochodzić do kawitacji – gwałtownego powstawania i zapadania się pęcherzyków pary, co prowadzi do erozji materiału armatury. W dłuższym czasie kawitacja może prowadzić do poważnych uszkodzeń elementów metalowych.

**10. Wpływ na zawory bezpieczeństwa**

- Zanieczyszczenia mogą powodować zmniejszenie skuteczności działania zaworów bezpieczeństwa, które są kluczowe dla ochrony instalacji przed nadmiernym ciśnieniem. Cząstki stałe mogą zablokować mechanizm otwierania zaworu lub utrudnić jego pełne zamknięcie po zadziałaniu.

Aby ograniczyć wpływ zanieczyszczeń na armaturę, warto wprowadzić następujące działania zapobiegawcze:

**Zainstalować filtry**: Filtry siatkowe, magnetyczne lub sedymentacyjne mogą zatrzymywać zanieczyszczenia przed ich dostaniem się do armatury.

- **Regularnie czyścić rurociągi**: Płukanie rurociągów może usunąć nagromadzone osady i inne zanieczyszczenia.

- **Monitorować jakość medium**: Analiza składu medium i utrzymanie jego parametrów w granicach tolerancji minimalizuje ryzyko zanieczyszczeń.
- **Wymieniać uszczelki i smarować armaturę**: Regularna konserwacja przedłuża żywotność armatury i zapobiega uszkodzeniom wynikającym z zanieczyszczeń.

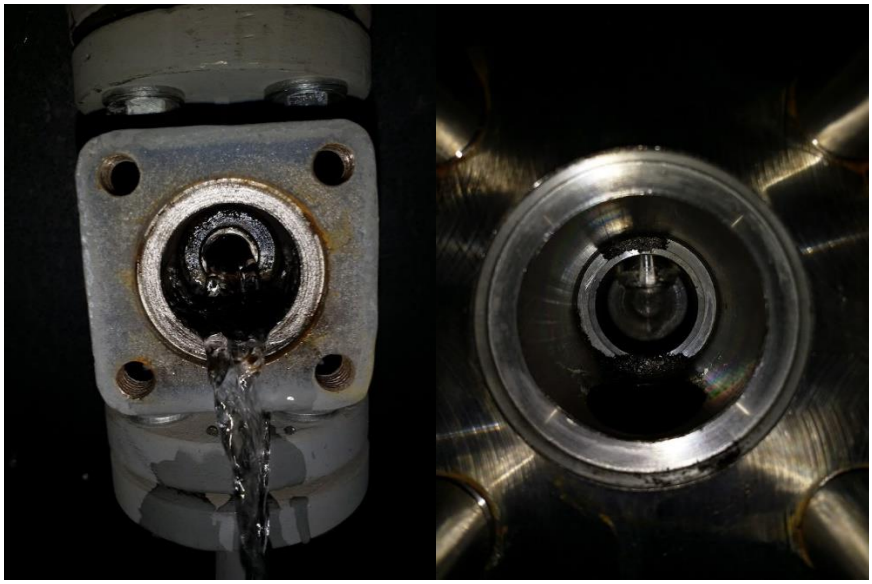
Podsumowując, zanieczyszczenia w rurociągach mogą mieć poważny wpływ na działanie i trwałość armatury. Regularne czyszczenie, stosowanie filtrów i monitorowanie stanu instalacji to kluczowe kroki w minimalizowaniu negatywnych skutków tych zanieczyszczeń.



*Niewłaściwie przechowywana przepustnica*



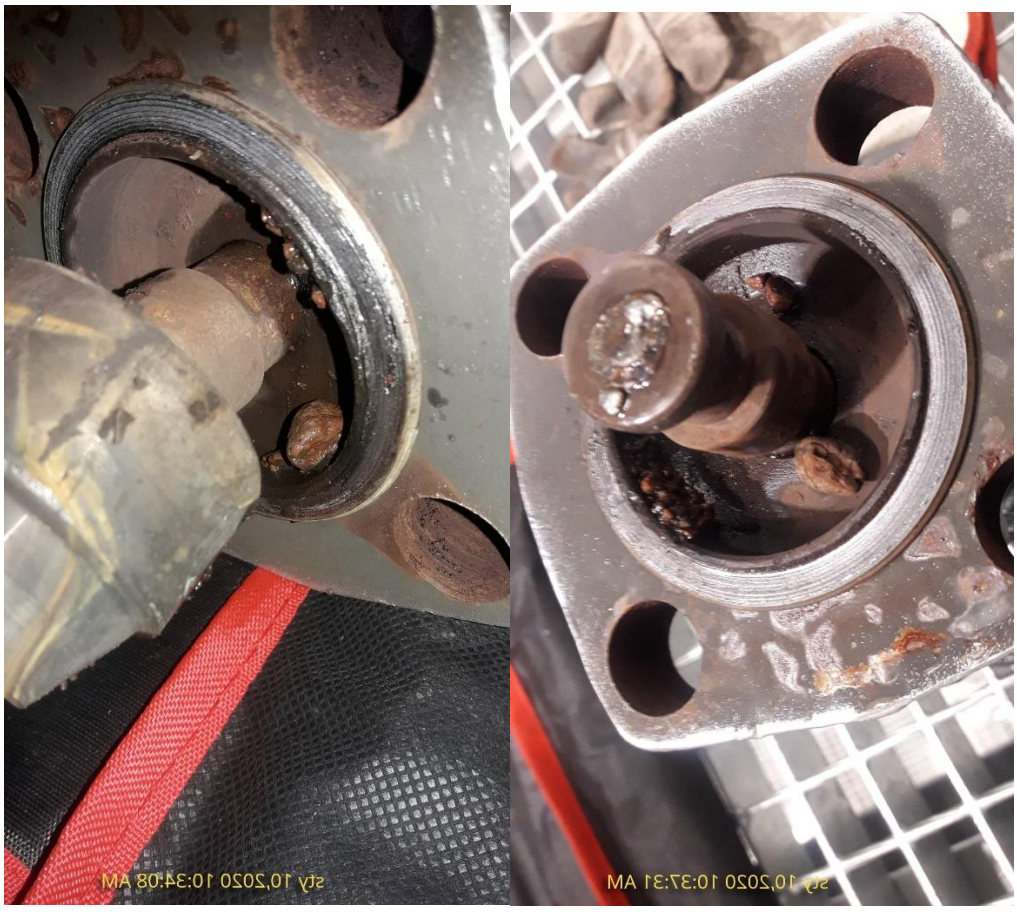
*Uszkodzenia elementów przepustnicy elementem metalowym*



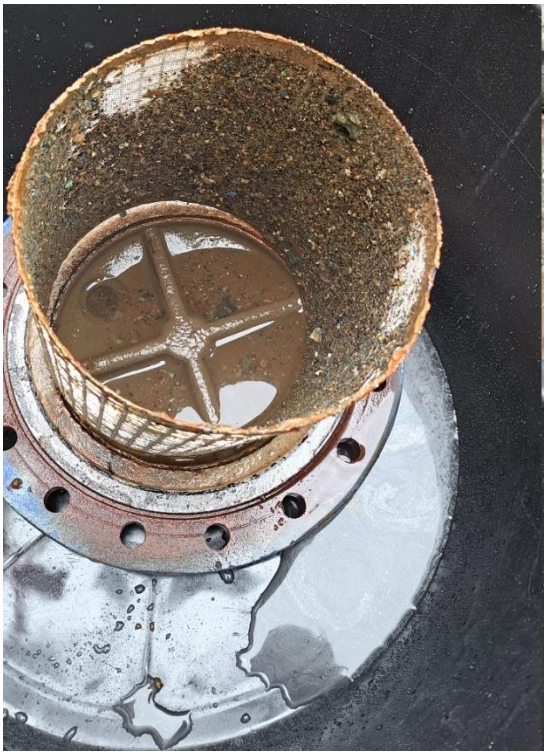
*Uszkodzenia zaworu i wyciek spowodowany elementami metalowymi znajdującymi się w rurociągu.*



*Uszkodzenie trzpienia zasuwy klinowej i przekładni spowodowane elementem stalowym który utkwił pomiędzy klinem zasuwy i korpusem. Obsługa próbowała zamknąć za wszelką cenę zasuwę przy użyciu 2 metrowego  klucza typu „F”*



*Kamienie w korpusach zaworów*
*(prawdopodobnie dostały się do korpusów wraz z medium)*



*Sito filtra użytego do separacji cząstek stałych na instalacji*



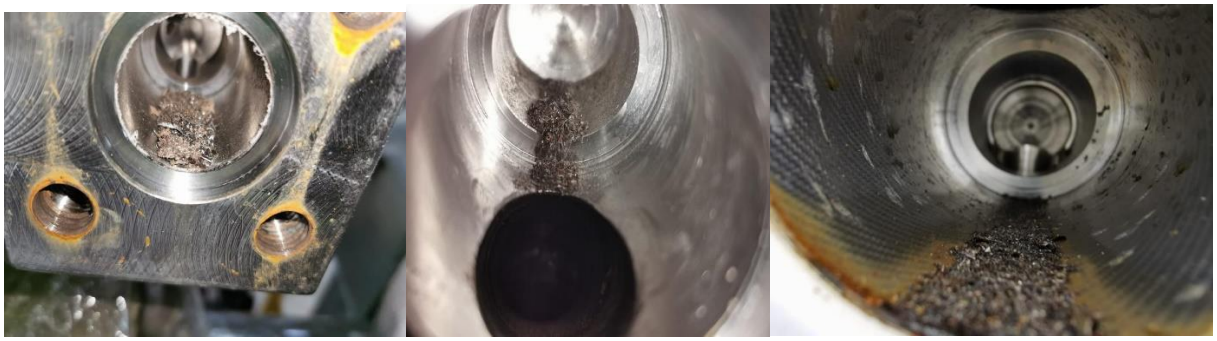
*Uszkodzenia przepustnicy pracującej na rurociągu pary spowodowane kamieniem kotłowym.*



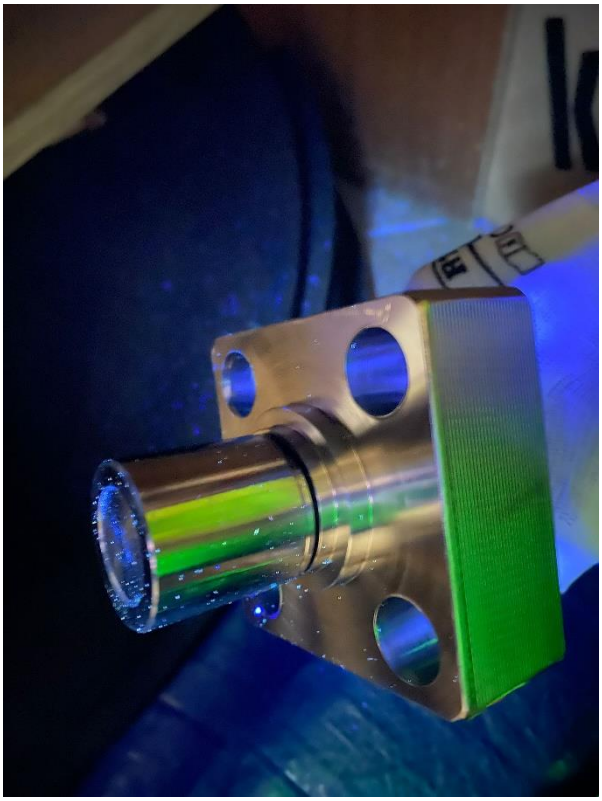

*Stanowiska prób i testów armatury*



*Pokrywa z grzybkiem z zaworu – przygotowanie do czyszczenia instalacji*



*Pozostałości po czyszczeniu instalacji tlenowej w korpusie zaworu.*



*Montaż pokrywy zaworu tlenowego do korpusu zaworu po czyszczeniu.*

**Problemy użytkowników i roszczenia reklamacyjne**

Dostawcy, bardzo często bezpośrednio po montażu armatury oraz uruchomieniu na instalacji otrzymują reklamacje od nabywców. Użytkownicy uważają, że skoro armatura jest nowa to powinna być szczelna i twierdzą, że dostarczony towar jest wadliwy.

Żaden producent nie może sobie pozwolić na to, aby produkowana przez niego armatura opuszczała zakład produkcyjny bez stosownych testów i kontroli. W tym celu przeprowadza się kontrole na każdym etapie produkcyjnym.

Uszkodzenia armatury spowodowane niewłaściwym postępowaniem użytkownika w trakcie eksploatacji są widoczne i nietrudno stwierdzić w jaki sposób armatura została uszkodzona lub zniszczona.

Każdy zawór, zasuwa, przepustnica, odwadniacz lub innego rodzaju armatura jest kilkukrotnie sprawdzana zanim opuści zakład produkcyjny. Wypuszczenie z zakładu wadliwej armatury jest zminimalizowane praktycznie do zera. Jakość i szczelność jest potwierdzona certyfikatami i atestami z poszczególnych etapów produkcyjnych - od wytopu aż po końcowe próby szczelności.

Niejednokrotnie producenci zapraszają na końcowe próby szczelności i odbiory inwestorów aby potwierdzić, iż produkowana armatura spełnia ich oczekiwania i jest w pełni funkcjonalna, bez jakichkolwiek wad.

Producenci dokładają wszelkich starań na wszystkich etapach produkcyjnych zakładając, że im więcej nieprawidłowości wykrytych na etapie produkcyjnym, tym mniej reklamacji i utraconych korzyści.

Warte podkreślenia jest, że użytkownicy armatury coraz większą uwagę przywiązują do obsługi posprzedażowej. Stąd też w tym zakresie istotny jest serwis, gwarancja oraz szybki kontakt telefoniczny, a najlepiej osobisty, z doradcami technicznymi producenta lub dostawcy armatury.

**Prawidłowe podejście do montowanej armatury na instalacji**

Poniżej przedstawiamy prawidłowe podejście do montowanej armatury na przykładzie zaworów tlenowych w ścisłym reżimie tlenowym. Po zamontowaniu zaworów na instalacji, zdemontowana zostaje w reżimie tlenowym pokrywa wraz z elementami współpracującymi (grzybek, trzpień, dławnica)

Kolejnym etapem jest czyszczenie instalacji. Tutaj w zależności od procedur opracowanych dla danej instalacji proces ten może polegać na płukaniu instalacji poprzez zastosowanie odpowiedniego medium. W zależności od przeznaczenia danej instalacji można tego dokonywać różnymi metodami i z zastosowaniem odpowiednich cieczy czyszczących. Najlepiej proces ten jest zlecić odpowiednim firmom, które profesjonalnie potrafią dobrać całą technologię i procedurę pod daną instalację.

Po czyszczeniu i płukaniu instalacji należy uważnie przejrzeć elementy armatury zamontowane na instalacji. Należy zwrócić szczególną uwagę na wszystkie elementy, aby usunąć ewentualne pozostałości które osadziły się w zakamarkach. Po dokładnych oględzinach i oczyszczeniu armatury z zanieczyszczeń można zamontować pozostałe elementy armatury i korzystać z pełnej funkcjonalności bez obawy o uszkodzenia i awarie.

Po demontażu i oględzinach w armaturze widoczne są duże uszkodzenia i degradacje elementów wynikające z dostania się do przestrzeni uszczelniającej ciał obcych, których nie powinno tam być. W większości przypadków podczas zamykania i otwierania, ciała obce są porywane przez przepływającą strugę cieczy i w armaturze nie ma pozostałości po nich. Powodem tego jest znaczna prędkość przepływu, która podczas dławienia (zamykania/otwierania) znacząco rośnie miejscowo. Przepływ staje się wtedy turbulentny, co powoduje że porywane są znajdujące się w armaturze elementy. Dodatkowo do zniszczeń przyczyniają się sami użytkownicy, którzy próbując zamknąć lub otworzyć uszkodzony zawór, przepustnicę lub inną armaturę, powodują dodatkowe zniszczenia pozostałych części armatury takich jak przekładnie, wrzeciona itp.

Przyczynić się również do tego może nieodpowiedni montaż wynikający najczęściej z braku odpowiedniego szkolenia brygady montującej. Powstałe w wyniku nieodpowiedniego montażu lub spawania naprężenia, mogą doprowadzić do nieszczelności, a tym samym do uszkodzenia armatury.

Drugim bardzo poważnym problemem są zanieczyszczania znajdujące się w medium pracującym w instalacji. Są to w większości cząstki o małych rozmiarach, które uszkadzają armaturę poprzez oddziaływanie na jej elementy w dłuższym przedziale czasowym. Takie oddziaływania znacząco skracają żywotność armatury. Media przepływające mogą mieć również tendencje do osadzania się na elementach armatury, co także przyczynia się do jej degradacji.