

Tytuł projektu; Innowacyjne urządzenie do wykonywania testów wydajnościowych naftowych otworów wiertniczych.

D_1/1/2021a – dokumentacja opomiarowania, głowicy, manifoldu zwężkowego, separatora, zbiorników pomiarowych, zbiorników magazynowych ropy, podgrzewacza ropy, odstojnika z kominem zrzutowym.

Opis instalacji pomiarowej testu produkcyjnego.

W przemyśle naftowym jest to ustalony zespół działań i zestaw urządzeń na powierzchni, zaprojektowanych dla określenia jakości złoża węglowodorów udostępnionego otworem wiertniczym w warunkach samowypływu.

Wartość i charakter złoża określają:

-wielkości charakteryzujące wypływ medium złożowego:

ciśnienie i natężenie przepływu oraz ich zmiany spowodowane kontrolowanym dławieniem przepływu

-skład i proporcje składników płynu złożowego, który zazwyczaj zawiera gaz ziemny i inne gazy (siarkowódor, azot, dwutlenek węgla), kondensat (skroplone węglowodory C5-C8), ropę naftową (cięższe węglowodory płynne i stałe) oraz zasoloną w różnym stopniu wodę.

Wzajemne relacje składników medium złożowego oraz wielkości charakteryzujących przepływ tworzą zbiór danych do szeregu analiz określających stan otworu, potencjał złoża i sposób jego optymalnej ze względu na wybrany parametr eksploatacji.

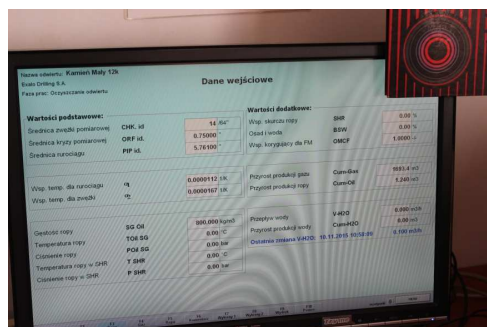
Kluczowym elementem testu jest akuratność dokonywanych pomiarów i ciągła rejestracja naturalnych lub wymuszonych procedurą zmian wielkości charakterystycznych badanego przepływu czy operacji. Dane te muszą być rejestrowane i bezpiecznie przechowywane dla wykorzystania ich do opisanie reakcji złoża w ustalonym profilu oprogramowania, który zawiera:

-bezpieczną standaryzowaną bazę danych

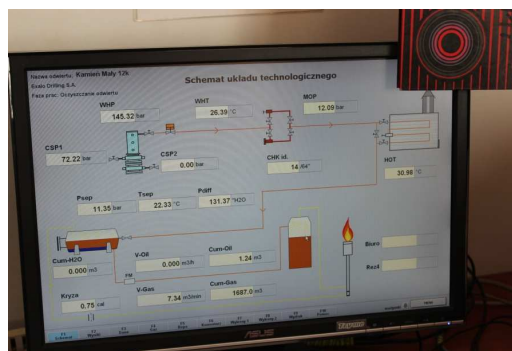
-system raportowania przebiegu testu

-system programów analitycznych, o których wspomniano wyżej

-system nadzoru przebiegu testu – wizualizacja kluczowych parametrów w czasie rzeczywistym, jak w przykładzie poniżej (Rys. 1 i 2), bądź kompleksowy monitoring zmian wszystkich mierzonych parametrów, wprowadzający nową jakość do metodyki i jakości oceny złoża.



Rys. 1



Rys. 2

System nadzoru obejmuje sterowanie automatycznym zamknięciem otworu (wypływu medium złożowego) w zdefiniowanych w programie testu sytuacjach.

Urządzenia zestawu testu produkcyjnego.

Wpływ medium złożowego jest kontrolowany w następującym typowym zestawie elementów:

1	Głowica eksploatacyjna	- ujęcie medium złożowego na wylocie otworu
2	Zdalnie sterowana zasuwa bezpieczeństwa	- awaryjne zamknięcie otworu
3	Odcinek pomiarowy	- pierwszy za głowicą eksploatacyjną pomiar ciśnienia i temperatury medium złożowego, porty do poboru próbek i iniekcji zapobiegających powstawaniu hydratów
4	Manifold zwężkowy	- dławienie wypływu z otworu na ustalonym procedurą
5		poziomie
6	Podgrzewacz	- utrzymanie temperatury medium umożliwiające dalsze pomiary i ułatwiające separację składników
6	Separator poziomy trójfazowy	- rozdział medium złożowego na gaz, ropę naftową i wodę i pomiar wielkości charakterystycznych
7	Odstojnik kominu zrzutowego	- element buforowy poprzedzający spalanie gazu w kominie zrzutowym
8	Komin zrzutowy	- wyniesiony w górę palnik spalania odseparowanego gazu
9	Separator pionowy – zbiornik pomiarowy	- końcowe odgazowanie ropy i pomiar jej ilości w czasie
10	Pompa transferowa	- przetwarzanie ropy z separatora pionowego do zbiorników magazynowych
11	Zbiorniki magazynowe	- przechowanie ropy naftowej przeznaczonej do wywozu
12	Urządzenia towarzyszące	- źródło energii elektrycznej, sprężonego powietrza, wody technicznej, panel sterowania zaworami bezpieczeństwa, rurociągi i połączenia

Urządzenia te opisane są poniżej na przykładzie pracującej instalacji. Zasadniczym elementem opisu jest wskazanie punktów pomiaru wielkości charakterystycznych, warunków podłączenia elementów pomiarowych oraz zaproponowanie producenta elementów pomiarowych.

Proponowane i możliwe do zastosowania czujniki i przetworniki przedstawiono w rozdziale **PROPONOWANE PRZETWORNIKI POMIAROWE**.

Schemat instalacji i opomiarowania przedstawia załącznik 1.

Urządzenia zestawu testu produkcyjnego 1:

Głowica eksploatacyjna

- jest to zamontowany na wylocie odwiertu zespół odpowiednio szczelnych i wytrzymałych elementów zapewniających kontrolowany wypływ płynów złożowych i umożliwiający prowadzenie wszystkich operacji związanych z eksploatacją odwiertu.

Głowica umożliwia szczelne podwieszenie rur wydobywczych w ostatniej kolumnie rur okładzinowych, kontrolę odprowadzenia płynu złożowego, bieżący pomiar podstawowych wielkości eksploatacyjnych oraz wykonywanie prac wewnątrz rur wydobywczych z użyciem odpowiednich zestawów.

Głowice eksploatacyjne produkowane są dla ciśnień roboczych od kilkunastu do kilkudziesięciu MPa. Według przyjętych norm standardowe ciśnienia nominalne głowic eksploatacyjnych wynoszą: 7, 14, 21, 35, 70, 105 oraz 140 MPa. Wykonywane są one w odpowiednich klasach materiałów ze względu na spodziewane temperatury (od -60 do 180 °C) i własności eksploatowanego medium, zwłaszcza obecność siarkowodoru H₂S, katastrofalnie korozyjnego dla zwykłej stali.

Zasadniczymi elementami głowic eksploatacyjnych są zasuwy suwakowe kołnierzowe o pełnym przelocie, bloki stalowe z przelotem trój- lub czwór-drożnym i korpus cylindryczny do podwieszenia rur wydobywczych

połączone odpowiednio do spodziewanych warunków eksploatacji. Mogą one być wykonane mogą w wersji kutej lub kuto-spawanej.

Zasuwę umieszczoną w pionie to w kierunku przepływu (Rys.3.):

- główna zasawa awaryjna i robocza oraz zasawa zabiegowa, nad nią połączenie do śluzy zabiegowej

Zasuwę umieszczoną w poziomie to od dołu

-zamknięcie przestrzeni pierścieniowej rurki produkcyjnej/ kolumna eksploatacyjna rur okładzinowych

-zasawa produkcyjna

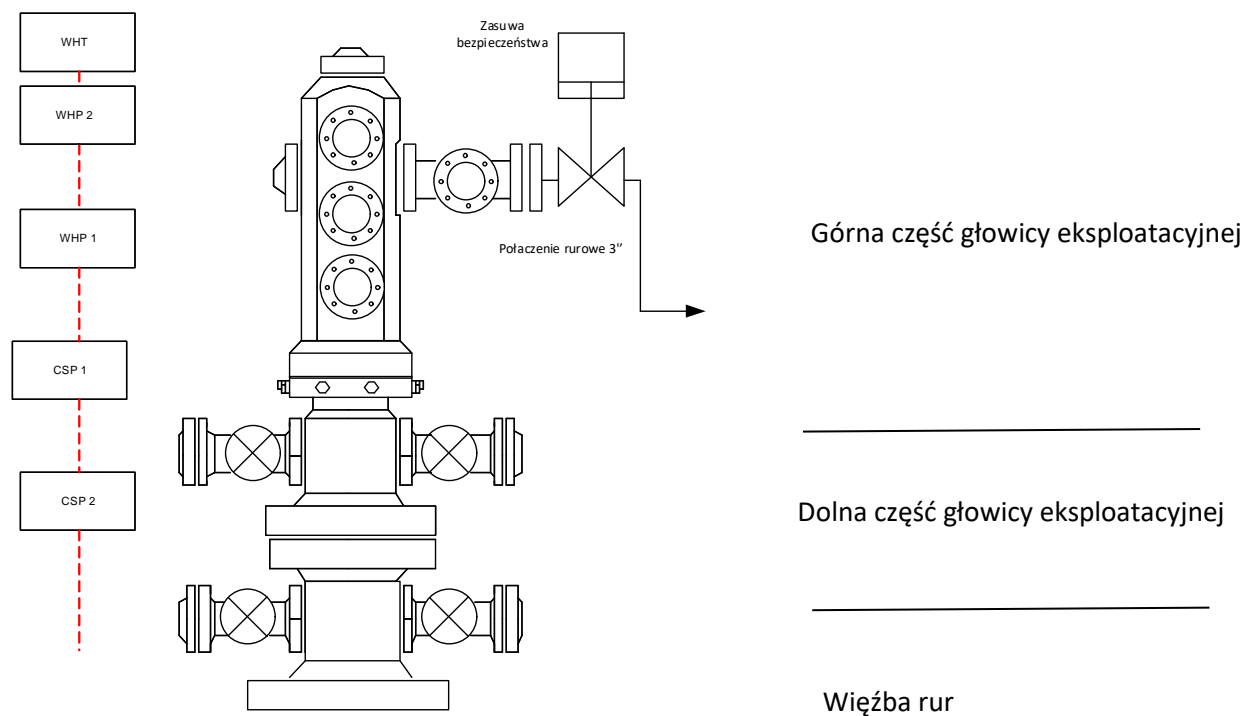
W tym rozwiązaniu pominięto symetryczną do produkcyjnej zasawę linii zatłaczania.

Głowice eksploatacyjne często wyposażone są w zasuwę sterowaną zdalnie, przeważnie pneumatyczną. Jako normalnie otwarte lub normalnie zamknięte utrzymywane są w położeniu roboczym ciśnieniem powietrza w systemie sterującym, Zmiana ciśnienia powietrza zamyka otwór – wypływ medium. Zasuwę takie pełnią rolę zasuw bezpieczeństwa z uwagi na łatwość sterowania z bezpiecznej odległości.



Rys.3 Widok głowicy eksploatacyjnej produkcji ZUN Naftomet typu „Solid Block” z dedykowaną zasawą bezpieczeństwa 21/16” x 70 MPa Cameron

Opomiarowanie głowicy eksploatacyjnej. Wszystkie punkty pomiarowe na gwint 1/2” NPT



Rys. 4. Opomiarowanie głowicy eksploatacyjnej

- WHP1 - ciśnienie medium na głowicy 1 zakres pomiarowy: 0-70 MPa
- WHP2 - ciśnienie medium na głowicy 1 zakres pomiarowy: 0-70 MPa – czujnik zainstalowany wraz z zaworem injekcyjnym poniżej dolnej zasuwy głównej
- WHT - temperatura medium zakres pomiarowy: - 45 do +150° C – pożądana instalacja poniżej dolnej zasuwy głównej
- CSP1 - ciśnienie w przestrzeni pierścieniowej 1 zakres pomiarowy: 0-70 MPa
- CSP2 - ciśnienie w przestrzeni pierścieniowej 2 zakres pomiarowy: 0-45 MPa

Przewiduje się zainstalowanie w pobliżu głowicy czujników H2S, CH4 i czujnika kierunku i siły wiatru.

Urządzenia zestawu testu produkcyjnego 2:

Zdalnie sterowana zasuwa bezpieczeństwa

jest zazwyczaj instalowana za blokiem głowicy pomiarowej. Jest to zasuwa suwakowa napędzana siłownikiem. W położeniu otwartym utrzymuje ją ciśnienie medium sterującego, którym zazwyczaj jest sprężone powietrze. Pulpit sterujący powinien być umieszczony w centrum instalacji, gdzie prowadzony jest stały fizyczny nadzór nad pracą urządzeń.

Zalecany rozmiar, ciśnienie robocze i wyposażenie.

1. Zalecanym rozmiarem jest zawór o przelocie równym średnicy rurociągów zestawu z siłownikiem pneumatycznym lub hydraulicznym produkcji firmy potwierdzonej w przemyśle reputacji. Rys.5 przedstawia zasuwę bezpieczeństwa 2 1/16" 10000 Psi produkcji Cameron.
2. Ciśnienie robocze musi być co najmniej równe wytrzymałości rurociągów połączonych.
3. Sterowanie zdalne ręczne i automatyczne zamykania i otwierania zasuwy bezpieczeństwa
4. Urządzenie śledzące aktualny stan zaworu z odczytem przy zasuwie i w centrum sterowania.



Rys.5. Zasuwa bezpieczeństwa 2 1/16" 10000 psi produkcji Cameron.

Zależnie od wymaganego poziomu zabezpieczenia instalacji zasuwa bezpieczeństwa może być sterowana z kilku niewrażliwych dla testu punktów.

Wymagania pomiarowe

Wymagana jest instalacja czujnika położenia serca zasuwy.

Urządzenia zestawu testu produkcyjnego 3:

Odcinek pomiarowy

to odcinek rurociągu testowego z odpowiednimi połączeniami umieszczony pomiędzy głowicą eksploatacyjną a manifoldem zwężkowym, wyposażony do pomiaru parametrów fizycznych medium wypływającego z odwiertu.



Rys.6. Odcinek pomiarowy w istniejącej instalacji.

Standardowo wykonuje się pomiar temperatury i ciśnienia medium złożowego, w zaawansowanych rozwiązaniach mierzy się też całkowity przepływ trójfazowy.

Odcinek wyposażony jest w porty do poboru próbek medium oraz do dawkowania pod ciśnieniem środków zapobiegających tworzeniu się hydratów za zwężką, zapobiegających korozji, ułatwiających koalescencję fazy ciekłej.

Wymagania pomiarowe.

- Ciśnienie miejscowo i zdalnie.
- Temperatura miejscowo i zdalnie.
- Całkowita wielkość przepływu.

Urządzenia zestawu testu produkcyjnego 4:

Manifold zwężkowy

Służy do dławienia wypływu z odwiertu do ustalonego programem testu poziomym przez zmniejszenie przekroju przepływu. Zazwyczaj rejestruje się parametry złożowe na zwężkach o kilku średnicach. Manifold zwężkowy umożliwia skierowanie przepływu przez zwężkę nastawną, o płynnej regulacji średnicy, lub przez zwężkę stałą, jak widać na ryc.7 a;b.



Rys.7 a; b. Manifold zwężkowy w istniejącej instalacji.

Wymagania pomiarowe

- Ciśnienie za zwężką miejscowo i zdalnie
- Temperatura miejscowo i zdalnie.
- Całkowita wielkość przepływu.

Urządzenia zestawu testu produkcyjnego 5:

Podgrzewacz

to w tej instalacji kocioł wodny ogrzewający medium złożowe do temperatury umożliwiającej optymalne rozdzielanie płynów w separatorze trójfazowym (rys.8a, b), zależnej od składu zawartej w medium ropy naftowej i od warunków złożowych.

Podgrzewacz z rys. 8a, b opalany jest olejem napędowym bądź gazem złożowym z separatora (po pomiarze). Spiralny rurociąg z medium złożowym zanurzony jest w kąpeli wodnej ogrzewanej palnikiem przez płomienieć lub/i płomieniówki.



Rys.8 a; b. Podgrzewacz w istniejącej instalacji

Wymagania pomiarowe

Parametrami charakterystycznymi i zarazem parametrami bezpieczeństwa pracy są:

- temperatura wody i spalin (lub w komorze spalania) dla kontroli procesu spalania miejscowo i zdalnie
- poziom wody w kotle miejscowo i zdalnie
- temperatura płynu złożowego na wejściu i na wyjściu miejscowo i zdalnie
- ciśnienie płynu złożowego na wejściu/wyjściu miejscowo i zdalnie
- zdefiniowane alarmy

Zdefiniowane nieprawidłowości w pracy podgrzewacza powinny zaalarmować obsługę i/lub w dalszym cyklu spowodować zadziałanie systemu awaryjnego zamknięcia otworu.

Separator trójfazowy poziomy

rozdziela składniki płynu złożowego: wodę złożową, ropę naftową i gaz ziemny umożliwiając pomiar i rejestrację ich przepływu.

W procesie oddzielania wykorzystuje się takie zjawiska jak:

- rozbicie strumienia ropy w separatorze o jego wewnętrzne przegrody,
- działanie siły ciężkości,
- działanie siły odśrodkowej,
- zmianę kierunku przepływu strumienia płynów złożowych,
- działanie temperatury.

Separatory (oddzielacze) można podzielić ze względu na:

1) działanie:

- grawitacyjne,
- odśrodkowe,

2) funkcję

- dwufazowe
- trójfazowe,

3) konstrukcję

- poziome (leżące
- pionowe (stojące),
- kuliste,

4) wysokość ciśnienia roboczego:

- wysokiego ciśnienia powyżej 2,5 MPa,
- średniego ciśnienia od 0,5 do 2,5 MPa,
- niskiego ciśnienia od 0,1 do 0,5 MPa,
- pracujące pod ciśnieniem atmosferycznym.

5) doprowadzenie ciepła;

- podgrzewane
- niepodgrzewane

Przy odwiercie może być zastosowany jeden separator lub kilka połączonych szeregowo, które charakteryzują się coraz mniejszym ciśnieniem roboczym. Pozwala to na bardziej efektywne wydzielenie gazu ziemnego z ropy (rozpuszczalność gazu w ropie zależy głównie od ciśnienia). Układ z jednym separatorem trójfazowym można uważać za separację dwustopniową, gdzie separator stanowi pierwszy stopień, natomiast zbiornik roboczy drugi stopień oddzielania gazu. Im więcej oddzielaczy stosuje się na odwiercie samoczynnym ropno-gazowym, tym mniejsze są straty gazu oraz lotnych węglowodorów ropnych.



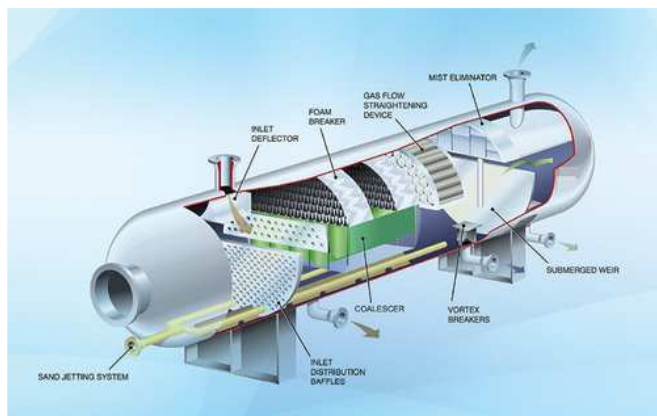
Rys. 9. Separator trójfazowy poziomy w trakcie testu.

W najbardziej rozpowszechnionym separatorze trójfazowym poziomym rozdział wody (solanki), ropy naftowej i gazu zasadniczo odbywa się grawitacyjnie, ze skutecznością zależną od wielkości i konstrukcji separatora oraz od parametrów separacji – wielkości przepływu, temperatury i ciśnienia. Zakres temperatury pracy jest istotny za względu na utrzymanie płynności cięższych węglowodorów i obniżenie lepkości medium złożowego, co ułatwia rozdzielenie mieszaniny.

Płyn złożowy jest złożoną mieszaniną gazu wolnego, emulsji płynu w gazie – mgły ropnej, gazu zmieszanego z fazą ciekłą, gazu rozpuszczonego w ropie oraz jakąś część emulsji ropy w wodzie. Ich rozdzielenie zapewnia konstrukcja wewnętrzna separatora, gdzie przegrody rozbryzgowe, kierunkujące, przepływowe wspomagają agregację drobin zmieszanych faz, gdy lepkość płynu obniżona jest podwyższeniem temperatury, a możliwie

niskie ciśnienie zwiększa dyferencjację grawitacyjną oraz uwalnia gaz rozpuszczony w ropie. W separatorze oddziela się także niewielkie ilości fazy stałej, którą mogą być cząstki skały złożowej czy produkty korozji instalacji.

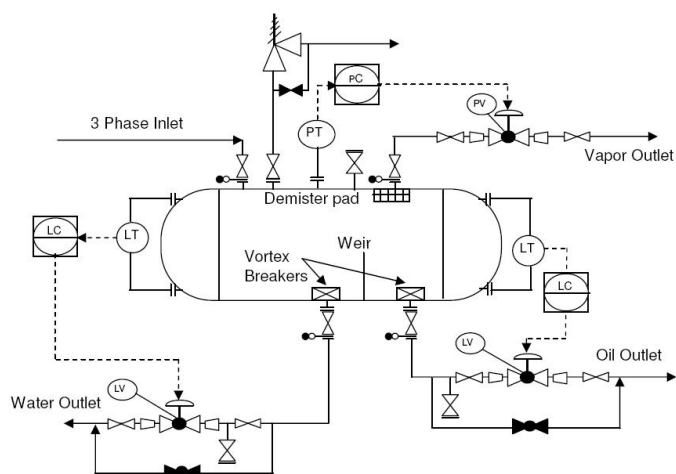
Przykład konstrukcji wewnętrznej separatora obrazuje rys. 10.



Rys.10. Przykładowe elementy wspomagające rozdział faz medium złożowej w separatorze trójfazowym.

Sterowanie pracą separatora (Rys. 10) odbywa się przez kontrolowanie parametrów przepływu każdej z separowanych faz. Zadany zakres ciśnienia wewnętrznego reguluje się ciśnieniem odprowadzanego gazu i wydatkiem ropy i wody złożowej.

Dla każdej wielkości zwężki (dot. do manifold zwężkowy) ustala się optymalne parametry pracy separatora, które muszą być utrzymane w zadanych przedziałach, wyznaczonych wytrzymałością separatora i efektywnością separacji.



Rys. 11. Schemat elementów kontroli i bezpieczeństwa pracy separatora.

Bezpieczeństwo i efektywność pracy separatora wymagają ciągłego pomiaru temperatury i ciśnienia gazu, poziomu ropy, wody złożowej (powierzchni ropa-woda) i ich regulacji automatycznej, zdalnej lub manualnej. Przy regulacji manualnej obsługa obserwuje wskazania manometrów, termometrów i płynowskazów, odpowiednio operując zaworami i zasuwami.

Zabezpieczeniem mechanicznym jest sprężynowy upustowy zawór bezpieczeństwa ustawiony na ustalone ciśnienie robocze testu oraz płyta bezpiecznikowa, której zniszczenie następuje przy przekroczeniu maksymalnego ciśnienia roboczego o ustaloną wielkość.

Wymagania pomiarowe

- 1- pomiar ciśnienia gazu lokalny (manometr), zdalny (przetwornik pomiarowy), automatyczny (zadany zakres regulacji)
- 2- pomiar poziomu ropy lokalny (płynowskaz refleksyjny), zdalny (przetwornik pomiarowy), automatyczny (pływakowy – zadany zakres regulacji)
a – alarm niskiego i wysokiego poziomu płynu
- 3- pomiar poziomu wody złożowej lokalny (płynowskaz refleksyjny), zdalny (przetwornik pomiarowy)
- 4- pomiar wydatku gazu lokalny (kryza pomiarowa – rejestrator ciśnienia statycznego, różnicowego i temperatury), zdalny (z wykorzystaniem kryzy pomiarowej lub inny)
- 5- pomiar wydatku przepływu ropy lokalny (przepływomierz mechaniczny), zdalny (przepływomierz masowy)
- 6- pomiar wydatku przepływu wody złożowej lokalny (przepływomierz mechaniczny), zdalny (przepływomierz masowy)
- 7- pomiar temperatury lokalny (termometr przemysłowy), zdalny (przetwornik pomiarowy)

Z uwagi na możliwość powstania atmosfery wybuchowej stosowane elementy automatyki sterowane są sprężonym azotem lub powietrzem, a zdalne przetworniki pomiarowe muszą spełniać normy przeciwwybuchowe.

Przepływ płynów przez separator kontrolowany jest systemem urządzeń odcinających, zazwyczaj kurków kulowych o różnej średnicy.

Konstrukcja ich musi zapewnić łatwość operowania zarówno manualnie, jak zdalnie oraz umożliwiać oczywiste stwierdzenie stanu zamknięcia lub otwarcia przepływu na miejscu i w pomieszczeniu kontrolnym.

Elementy pomiarowe – manometry, termometry i przetworniki instalowane na separatorze wymagają stosowania kurków odcinających, których połączenia gwintowe powinny być zunifikowane.

Urządzenia zestawu testu produkcyjnego 7:

Odstojnik komina zrzutowego.

Odseparowany w separatorze trójfazowym gaz kierowany jest do spalania. W zależności od warunków separacji zazwyczaj zawiera on pewną ilość ropy, dlatego przed spalaniem kierowany jest na odstojnik, pionowy walcowy zbiornik o relatywnie dużej pojemności (rys. 12). Zmiana ciśnienia i retencja w zbiorniku odstojnika powoduje wytrącanie drobin ropy. Oczyszczony gaz kierowany jest rurociągiem zabezpieczonym zaworem bezpieczeństwa i łapaczem płomienia o odpowiednio dużej przepustowości do komina zrzutowego, gdzie zostaje spalony.

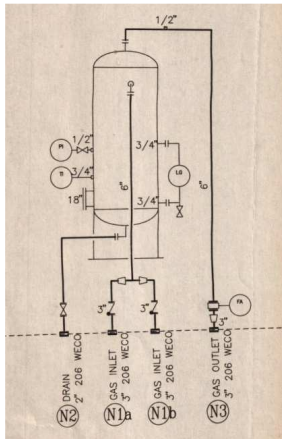


Rys. 12. Odstojnik komina zrzutowego w analizowanej instalacji.

Wymagania pomiarowe

- 1- pomiar ciśnienia gazu lokalny (manometr), zdalny (przetwornik pomiarowy)
 - alarm przekroczenia zadanego ciśnienia
- 2- pomiar poziomu ropy lokalny (płynowskaz refleksyjny), zdalny (przetwornik pomiarowy)
 - alarm wysokiego poziomu płynu
- 3- pomiar temperatury lokalny (termometr przemysłowy), zdalny (przetwornik pomiarowy)

Schemat połączeń i opomiarowania przedstawia rys. 13.



Rys.13. Schemat ideowy odstoju komin zrzutowego.

Urządzenia zestawu testu produkcyjnego 8:

Komin zrzutowy.

Jest to wyniesiony na bezpieczną wysokość palnik (rys.14), zazwyczaj dodatkowo zasilany powietrzem dla zapewnienia możliwie ekologicznego spalania odseparowanego gazu.



Rys. 14. Odstoju komin zrzutowego w analizowanej instalacji.

Do komin zrzutowego doprowadzony jest gaz z separatora trójfazowego i separatorów pionowych (zbiorników pomiarowych). Gaz na palniku zapalany jest zdalnie z użyciem źródła gazu płynnego - w odpowiedniej procedurze.

Większe lub mniejsze pozostałości ropy w gazie płynącym bezpośrednio ze zbiorników pomiarowych w tym przykładzie odbierane są instalacją prowizoryczną (ryc. 15). Rurociąg gazowy ze zbiorników pomiarowych prowadzony jest bezpośrednio na komin zrzutowy (bez łapacza płomienia) i do palnika rurą będącą elementem nośnym komin.



Rys. 15. Podstawa komina zrzutowego w przykładowej instalacji.

Komin zrzutowy nie jest opomiarowany.

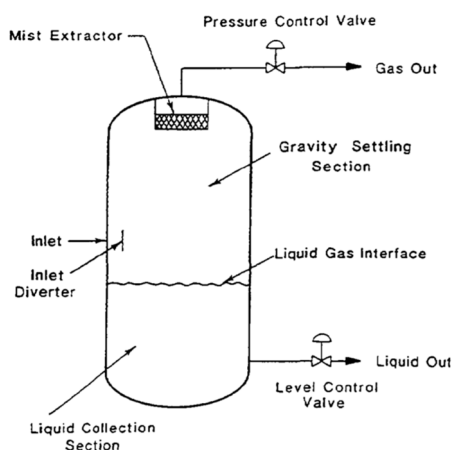
Wymagania pomiarowe

Wydaje się celowym monitorowanie ciśnień gazu i powietrza podawanego na palnik oraz poziomu ropy w odstojniku gazu ze zbiorników pomiarowych.

Urządzenia zestawu testu produkcyjnego 9:

Separator pionowy- zbiornik pomiarowy.

Separator pionowy zależnie od wymagań i co za tym idzie konstrukcji może spełniać rolę separatora podstawowego w instalacjach ograniczonych dostępną powierzchnią lub separatora końcowego. Jako separator końcowy ułatwia wydzielenie gazu pozostałego po separacji wstępnej przez obniżenie ciśnienia roboczego separatora trójfazowego do ciśnienia atmosferycznego. Wylot gazu poprowadzony jest na palnik, a jego przepływ wywołany jest ciśnieniem uwalnianego gazu. Objętość płynącej z otworu ropy pozbawionej w zasadzie gazu mierzy się w sposób ciągły na dwóch separatorach, będących dla potrzeb testu zbiornikami pomiarowymi. Schemat działania takiego zbiornika przedstawia rys. 16.



Rys. 16. Separator pionowy – zbiornik pomiarowy schemat.

Zbiornik taki w praktyce testu wyposażony jest w rurociągi dopływu ropy z separatora trójfazowego, odpływu gazu i przesyłu ropy do zbiornika eksportowego z zestawem zasów (kurków) sterujących (rys 18). Poziom ropy odczytywany jest na płynowskazu refleksyjnym, a ciśnienie i temperatura kontrolowane pomiarem miejscowym.



Rys. 17. Separator pionowy w analizowanej instalacji roboczej.

Zabezpieczenie ciśnieniowe stanowi płytka bezpieczeństwa zawór bezpieczeństwa, widoczne na rys.18 obok wlotu rurociągu ropnego i wylotu rurociągu gazowego bezpośrednio na komin zrzutowy.



Rys. 18. Separator pionowy - elementy zasilania i odprowadzenia gazu.

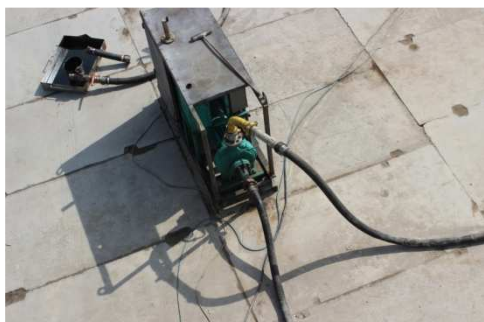
Wymagania pomiarowe

- 1- pomiar ciśnienia gazu lokalny (manometr), zdalny (przetwornik pomiarowy)
– alarm przekroczenia zadanego ciśnienia
- 2- pomiar poziomu ropy lokalny (płynowskaz refleksyjny), zdalny (przetwornik pomiarowy)
– alarm wysokiego poziomu płynu
- 3- pomiar temperatury lokalny (termometr przemysłowy), zdalny (przetwornik pomiarowy)

Urządzenia zestawu testu produkcyjnego 10:

Pompa transferowa.

Ropa ze zbiorników pomiarowych przetłaczana jest do zbiorników magazynowych – eksportowych pompami napędzanymi elektrycznie. Są one uruchamiane ręcznie wyłącznikiem na pompie, a prawidłowość pracy oceniana miejscowo.



Rys.19. Pompa transferowa główna.



Rys. 20. Pompa transferowa pomocnicza.

Wymagania pomiarowe

- 1- pomiar ciśnienia tłoczenia lokalny (manometr), zdalny (przetwornik pomiarowy)

Urządzenia zestawu testu produkcyjnego 11:

Zbiorniki magazynowe.

Zbiorniki magazynowe to zamknięte zbiorniki stalowe wyposażone w zawór oddechowy. Z nich ropa wywożona jest do rafinerii. Pomiary poziomu płynu wykonywane są ręcznie. Zbiorniki magazynowe przedstawia rys. 21.

Wymagania pomiarowe

- 1- pomiar ciśnienia w zbiorniku lokalny (manometr), zdalny (przetwornik pomiarowy)
– alarm podwyższenia ciśnienia
- 2- pomiar poziomu ropy lokalny (płynowskaz refleksyjny), zdalny (przetwornik pomiarowy)
– alarm wysokiego poziomu płynu
- 3- pomiar temperatury lokalny (termometr przemysłowy), zdalny (przetwornik pomiarowy)



Rys. 21. Zbiorniki magazynowe

Urządzenia zestawu testu produkcyjnego 12

Urządzenia towarzyszące

Zasilanie.

System urządzeń testu wymaga dostarczenia energii elektrycznej, sprężonego powietrza lub azotu, wody technicznej do podgrzewacza. Zazwyczaj zestaw testowy podłącza się do źródeł zasilania z wiertni, jednak autonomiczność zespołu wymaga posiadania i obsługi generatora energii elektrycznej, kompresora i zbiornika sprężonego powietrza, zbiornika wody technicznej z możliwością jej uzdatniania.

Oczyszczanie otworu.

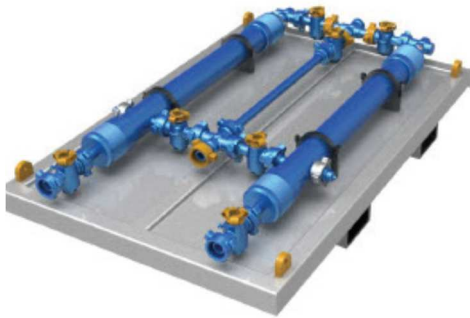
Wypływ z odwiertu, zawsze w początkowej fazie, a często przez cały okres testu – przynosi zanieczyszczenia stałe (piasek, cząstki rdzy, zagregowany smar wiertniczy) i płuczkę wiertniczą.

Fazą początkową testu jest oczyszczenie odwiertu. Czysta płuczka kierowana jest na zbiorniki płuczkowe, po pojawieniu się medium złożowego wypływ kierowany jest na separator początku testu (rys. 22), którego pracuje czasu, gdzie poziom zanieczyszczeń jest na tyle niski że pozwala na skierowanie przepływu do instalacji.



Rys.22. Separator oczyszczający.

W testach prowadzonych na złożach, gdzie piasek wynoszony jest wraz z medium złożowym oraz przy testowaniu otworów po szczelinowaniu, gdzie trzeba odebrać znaczne ilości podsadzki – stosuje się odpiaszczacze z wymiennymi filtrami lub instalacje odbierające cząstki stałe w sposób ciągły, jak na rys. 23 i 24.



Rys. 23, 24, 25. Separatory cząstek stałych w przepływie medium (tutaj Tetra) i odpiaszczacz w trakcie testu po szczelinowaniu.

Urządzenia bezpieczeństwa.

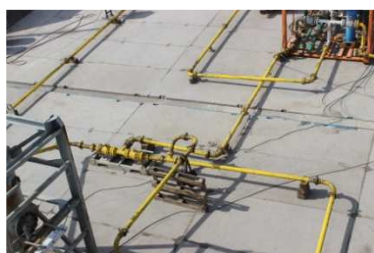
Każde zbiornik w zestawie testu, który znajduje się pod ciśnieniem wyposażony jest w zawory bezpieczeństwa i płytki bezpieczeństwa. Jednak zasadniczym zabezpieczeniem jest wymieniana już zdalnie sterowana napowierzchniowa zasuwa bezpieczeństwa, zamykana zmianą ciśnienia medium sterującego elementem wykonawczym zasuwy -siłownikiem. Jeden lub kilka paneli sterujących (jak np. taki jak na rys. 26) zamykają i/lub otwierają zasuwę główną głowicy eksploatacyjnej lub zasuwę umieszczoną jako pierwszą za głowicą. Jeden z punktów operowania ESD powinien znajdować się w pomieszczeniu kontrolnym.



Rys. 26. Panel sterujący ESD w opisywanej instalacji.

Elementy przesyłowe.

Przepływ płynów w instalacjach testu produkcyjnego generowany jest ciśnieniem medium złożowego aż do fazy odgazowanej ropy, którą przetłaczają pompy transferowe. Poszczególne elementy instalacji połączone są rurociągami wysokociśnieniowymi zazwyczaj o średnicy trzech cali z połączeniami szybko skrętnymi np. Weco 3" Fig 602 (na 420 bar). Za zbiornikiem pomiarowym stosowane są węże gumowe olejoodporne zbrojone. Sterowanie przepływem od głowicy eksploatacyjnej do manifoldu zwężkowego wykonywane jest zasuwami suwakowymi, dalej stosowane są trzyczalowe kurki – wysokociśnieniowe zawory kulowe. Istotna jest tutaj unifikacja zasów i kurków oraz dobór konstrukcji pozwalającej na zdalne operowanie lub śledzenia położenia elementu sterującego. Rysunki 27 do 30 pokazują zastosowane w przykładowym teście rozwiązania.



Rys. 27; 28; 29. Rurociągi i zawory kulowe w rozpatrywanej instalacji.



Rys. 30. Dwa rodzaje zaworów kulowych na jednej instalacji.

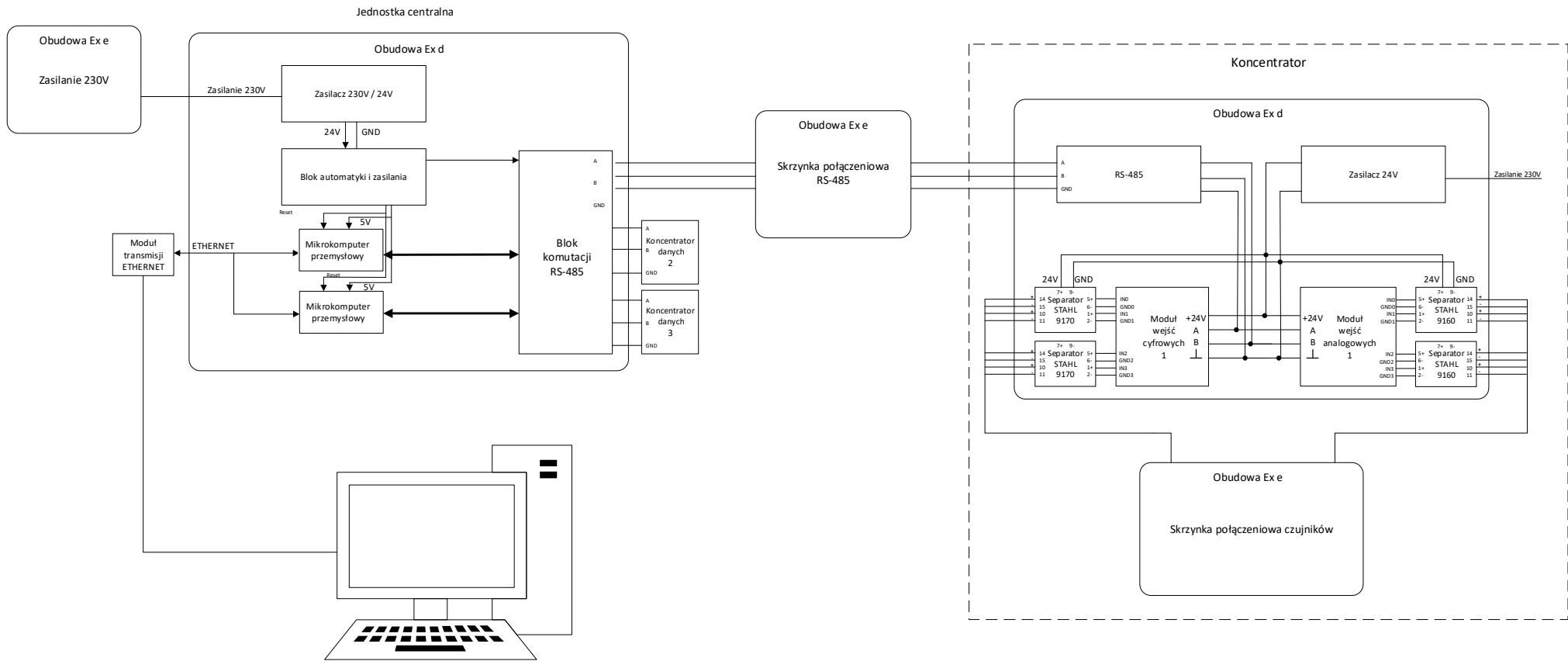
Opis systemu pomiarowego do opróbowania złoża naftowego

System do opróbowania złoża naftowego składa się z:

- wyniesionego systemu pomiarowego
- komputera ONLINE
- komputera OFFLINE
- systemu gazowego
- systemu monitorowania warunków pogodowych
- systemu pomiaru próbki gazowej

1. Wyniesiony system pomiarowy

Wyniesiony system pomiarowy przeznaczony i certyfikowany jest do pracy w 1 strefie zagrożenia wybuchowego, co pozwala na umieszczenie urządzeń systemu pomiarowego w bezpośrednim sąsiedztwie instalacji służącej do opróbowania. System zbudowany jest w postaci czterech zespołów, jednostki centralnej i trzech koncentratorów danych.



1.1 Jednostka centralna

Jednostka centralna posiada wbudowane dwa jednopłytkowe komputery przemysłowe pracujące redundantnie. Praca komputerów nadzorowana jest przez układ automatyki, co poprawia stabilność pracy, oraz pozwala na szybkie wykrywanie awarii, jak również na automatyczne usuwanie skutków niektórych awarii.



Komputery za pomocą niezależnych izolowanych interfejsów szeregowych RS-485 odczytują dane pomiarowe z koncentratorów danych, oraz wysyłają polecenia sterowania i regulacji. Komunikacja odbywa się za pomocą protokołu MODBUS RTU. Na każdym z interfejsów jeden z komputerów pracuje jako MASTER wysyłając polecenia do koncentratorów danych i odczytując dane. Drugi z komputerów pracuje jako SLAVE nadzorując aktywność na interfejsie i w przypadku wystąpienia braku transmisji przejmując rolę MASTER. Każdy z komputerów niezależnie tworzy bazę danych z wynikami pomiarów i nastawami.

Odczytane i zapisane wyniki pomiarów za pomocą interfejsu ETHERNET transmitowane są do komputera ONLINE. W przypadku wystąpienia błędów, lub przerw transmisji do komputera online następuje automatyczna retransmisja i uzupełnienie danych. W zależności od potrzeb połączenie z komputerem ONLINE może zostać zrealizowane za pomocą przemysłowego przewodu CAT5, lub dodatkowego modułu Wi-Fi posiadającego dopuszczenie do pracy w 1 strefie zagrożenia wybuchem.

Fizycznie jednostka centralna składa się z kilku elementów:

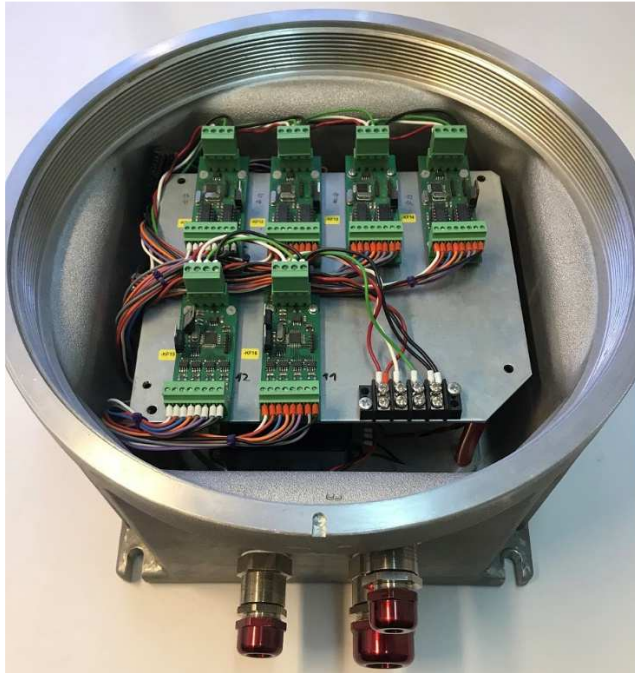
- obudowy Ex-d w której zamontowano komputery, układ automatyki, zasilacz, i switch sieciowy
- skrzynki połączeniowej Ex-e dla interfejsów RS-485 i ETHERNET
- skrzynki połączeniowej Ex-e zasilania 230V

- opcjonalnego modułu Wi-Fi

Wszystkie elementy jednostki centralnej montowane są na stojaku ułatwiającym transport i zapewniającym stabilną pozycję zabezpieczenie przed warunkami zewnętrznymi podczas pracy.

1.2 Koncentratory danych

Każdy z koncentratorów danych podłączony jest z jednostką centralną za pomocą niezależnego, izolowanego galwanicznie interfejsu transmisji RS-485. W koncentratorze wbudowane są precyzyjne przetworniki sygnałów analogowych i impulsowych.



W systemie przewidziano zastosowanie trzech koncentratorów danych:

- koncentrator 1 obsługujący pomiary i sterowanie z separatora i podgrzewacza
- koncentrator 2 obsługujący pomiary i sterowanie z głowicy i manifoldu
- koncentrator 3 obsługujący pomiary i sterowanie ze zbiorników

Fizycznie każdy z koncentratorów danych centralna składa się z kilku elementów:

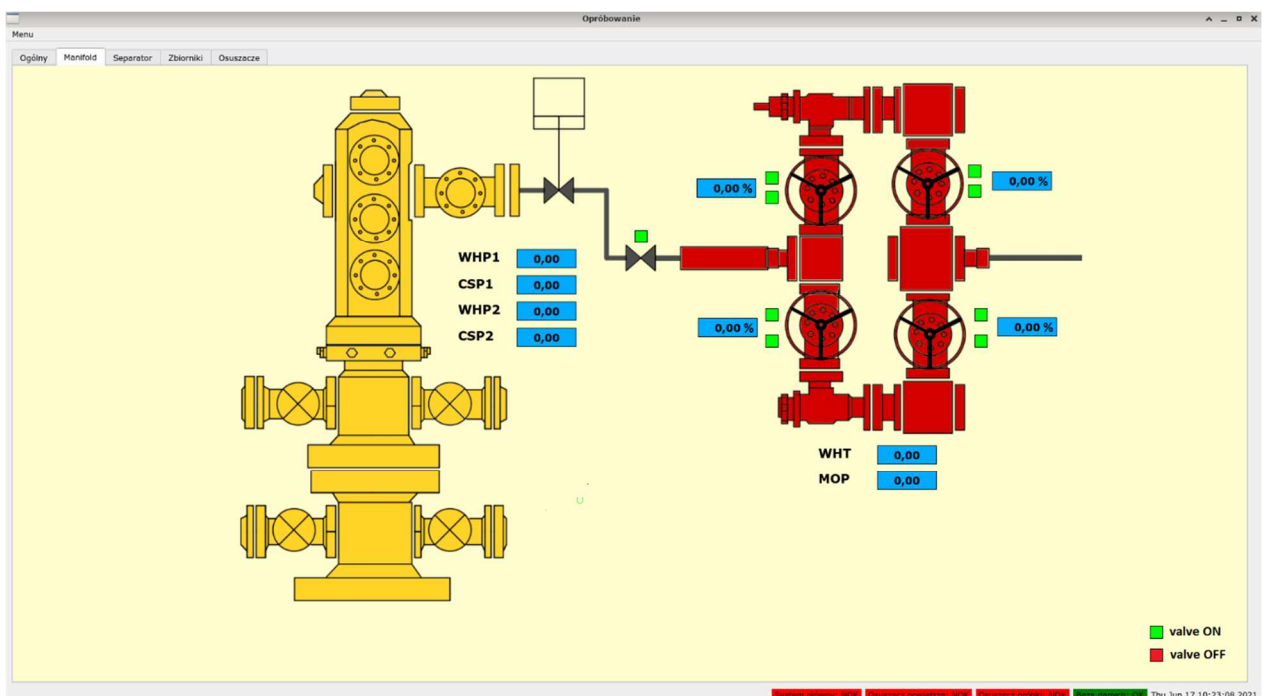
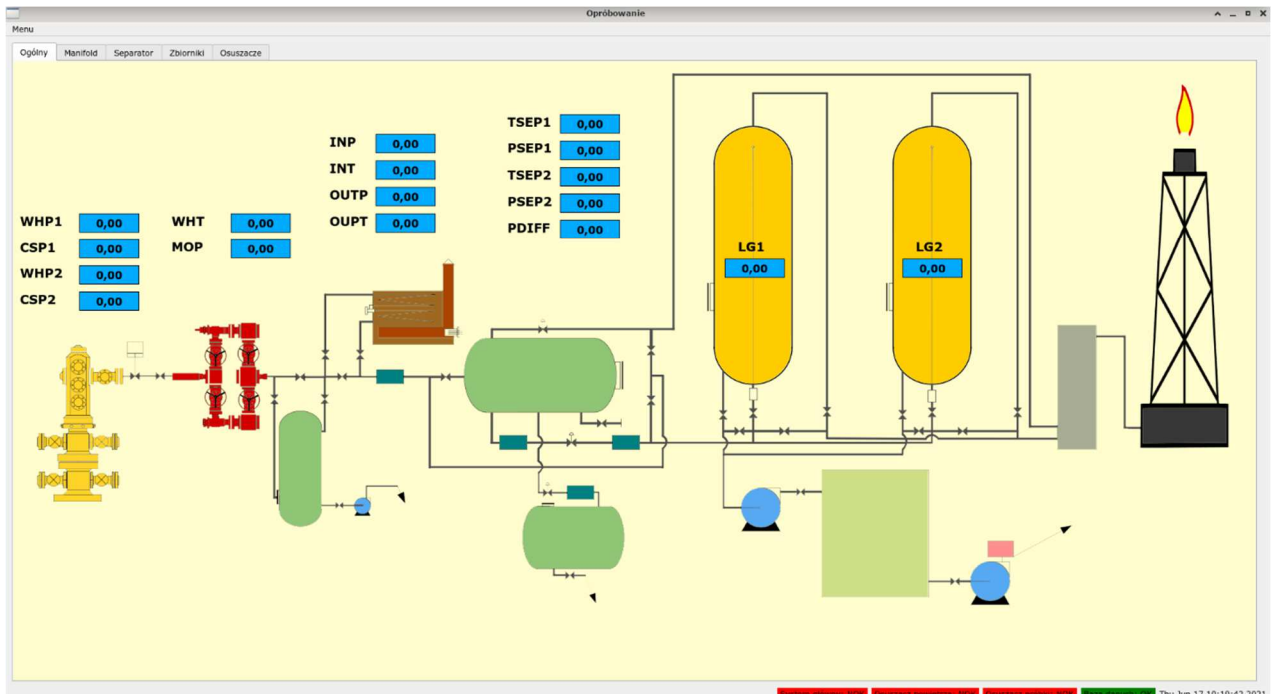
- obudowy Ex-d w której zamontowano przetworniki pomiarowe, separatory sygnałów pomiarowych, zasilacz
- skrzynki połączeniowej Ex-e do podłączenia przetworników pomiarowych, oraz interfejsu RS-485
- skrzynki połączeniowej Ex-e zasilania 230V

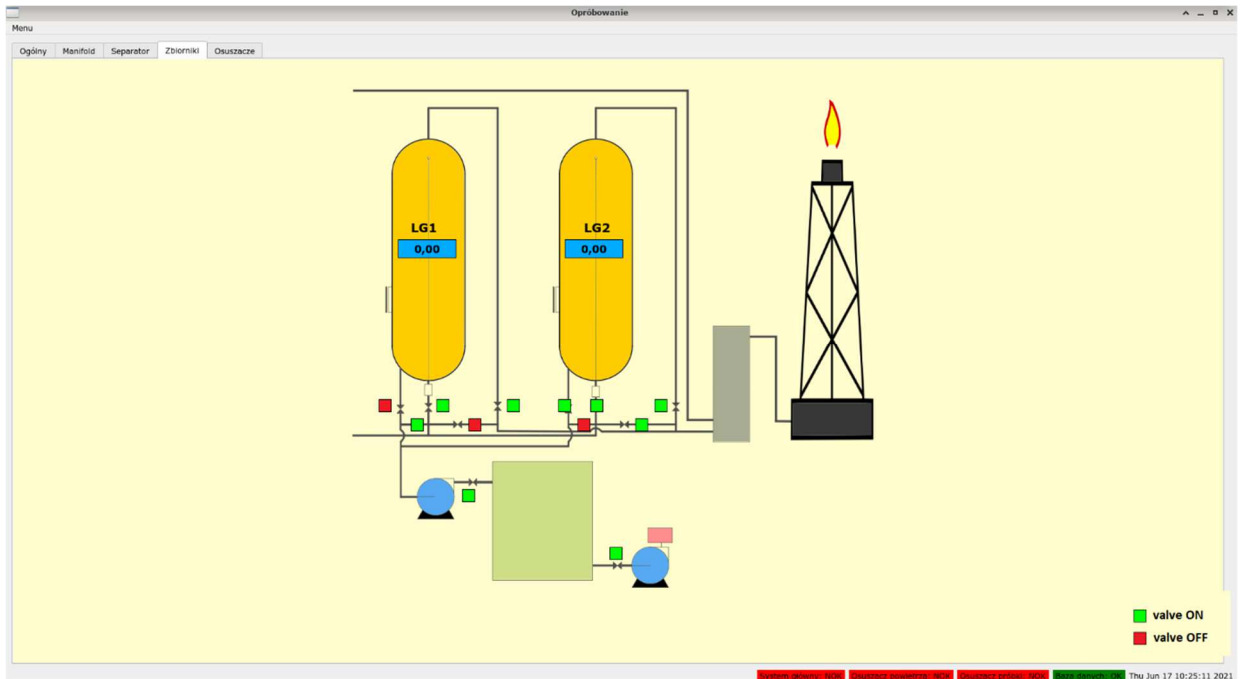
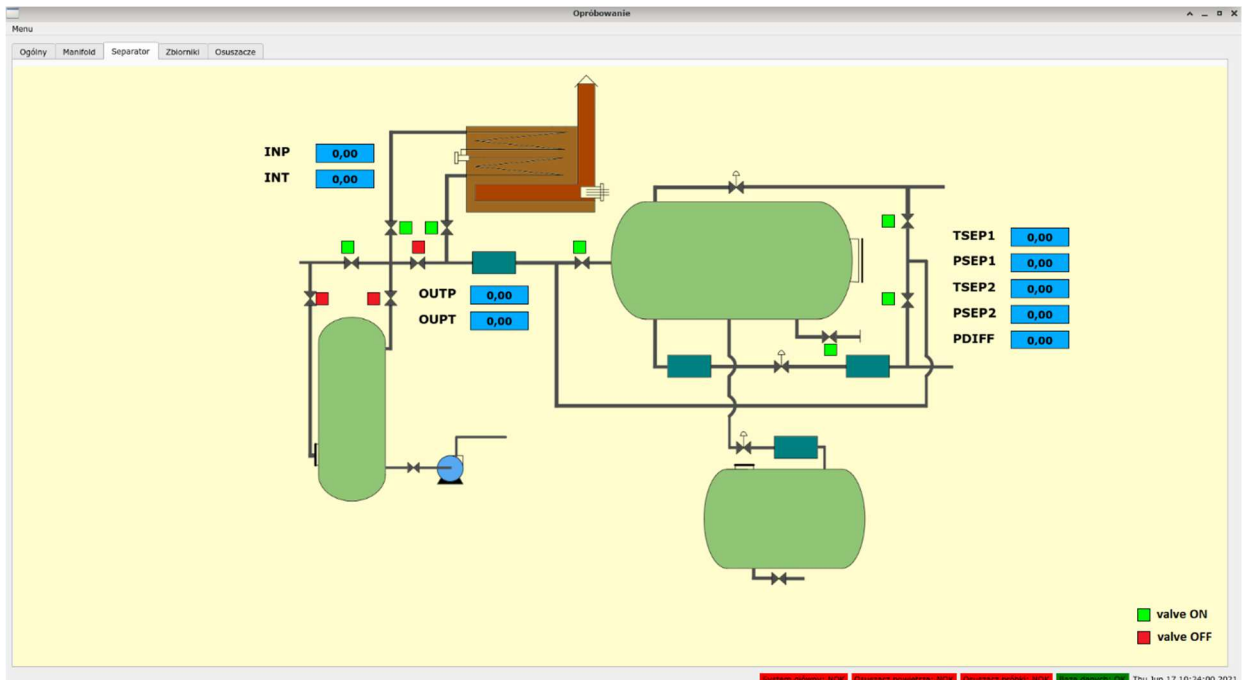
2. Komputer ONLINE

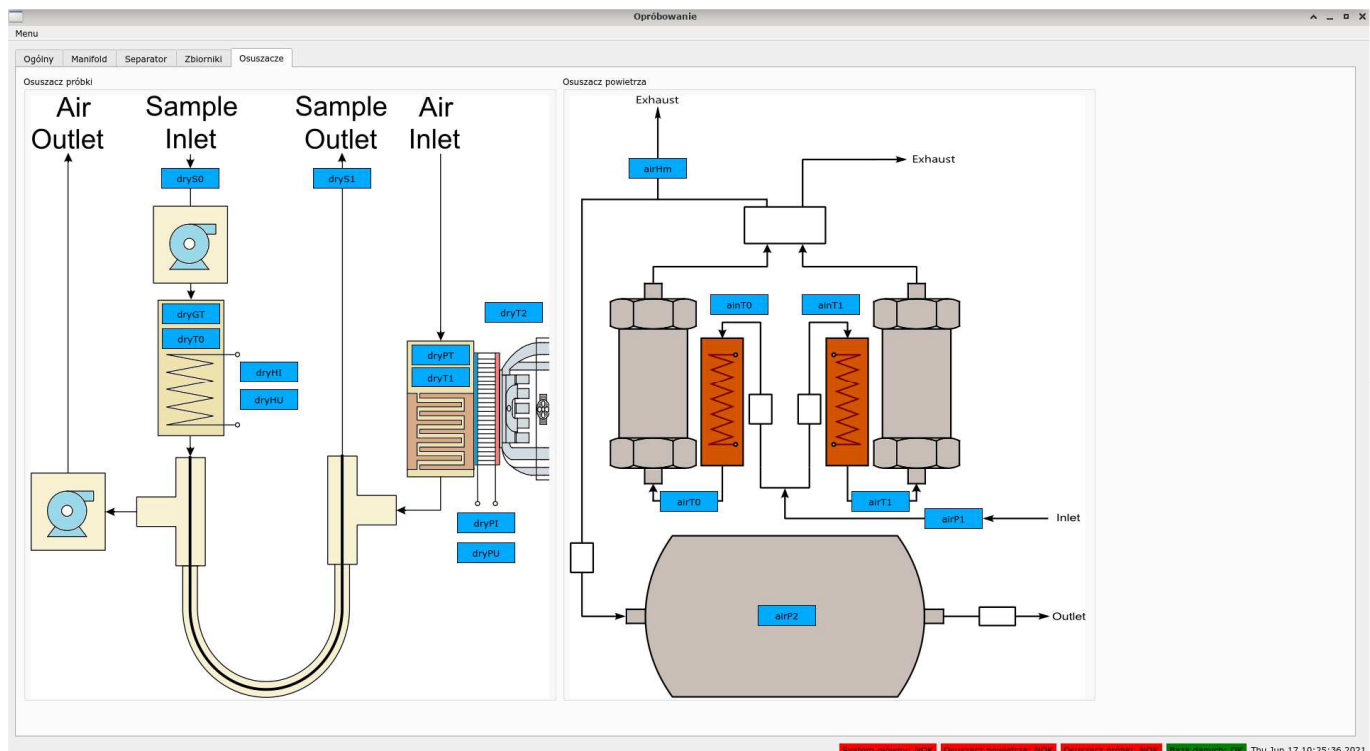
Komputer ONLINE zbudowano w oparciu komputer przemysłowy ADVANTECH. Komputer pracuje pod kontrolą systemu operacyjnego LINUX, który zapewnia lepszą stabilność pracy i bezpieczeństwo danych.

Na komputerze ONLINE zainstalowany i skonfigurowany jest pełen pakiet oprogramowania obsługujący pracę systemu pomiarowego są to:

- program WIZUALIZACJA, który służy do wyświetlania wyników, kalibrowania kanałów pomiarowych, sterowania parametrami pracy instalacji, wyliczania







- baza danych MYSQL, w której zapisywane są wszystkie wyniki pracy systemu

- serwer stron internetowych APACHE, wraz z dedykowaną stroną internetową, dzięki czemu wyniki mogą być wyświetlane na dowolnym urządzeniu, dostęp do danych zabezpieczony jest poprzez indywidualny LOGIN i HASŁO

- na życzenie, we współpracy z odbiorcą systemu, możliwe jest uruchomienie oprogramowania bazy danych i strony internetowej na dowolnym kompatybilnym serwerze, co umożliwi dostęp do podglądu np. w biurze odbiorcy systemu

3. Komputer OFFLINE

Komputer OFFLINE, nie stanowi krytycznego elementu systemu pomiarowego, dlatego został zbudowany w oparciu o zwykły komputer biurowy. W komputerze OFFLINE tworzona jest kopia bazy danych z komputera ONLINE. Wyniki z bazy danych mogą zostać wyświetlone i analizowane w dedykowanym oprogramowaniu wizualizacyjnym. Do tworzenia raportów i realizowania szczególnych analiz zainstalowano pakiet MS OFFICE.

4. System gazowy

Jako system gazowy zastosowany został wielokanałowy system firmy GAZEX. System gazowy pozwala na monitorowanie poziomu H_2S i gazów wybuchowych (metan, wodór ...). Przekroczenie poziomów bezpieczeństwa sygnalizowane jest sygnałem alarmowym wizualnym i dźwiękowym. Jednocześnie wszystkie zdarzenia w systemie gazowym mogą być rejestrowane w komputerze ONLINE

5. System monitorowania warunków pogodowych

System monitorowania warunków pogodowych w celu ograniczenia kosztów przewidziany został do montażu poza strefą zagrożenia wybuchem. System zaprojektowany został jako niezależna stacja pogodowa, posiada wbudowane baterie pozwalające na tydzień ciągłej pracy, wyposażony jest w panel słoneczny, który przy dobrych warunkach pogodowych pozwala na długoterminową ciągłą pracę. Dodatkowo możliwe jest podłączenie

zewnętrznego źródła zasilania. Wyniki zapisywane są w plikach dobowych na karcie pamięci. System mierzy następujące parametry:

- zapylenie PM1, PN2,5, PM10
- nasłonecznienie
- temperaturę
- wilgotność względną
- kierunek i siłę wiatru
- położenie geograficzne

Transmisja danych w czasie rzeczywistym do komputera ONLINE może odbywać się za pomocą interfejsu RS-485, wówczas można równocześnie zasilać stację pogodową. Możliwa jest również transmisja bezprzewodowa o zasięgu do 500m.

6. System pomiaru próbki gazowej

System pomiaru próbki gazowej składa się z następujących elementów:

- chromatograf gazowy SRI, który zapewnia pomiar węglowodorów do butanu włącznie
- analizator sumy węglowodorów TOTALGAS, o czułości 1ppm
- panel dystrybucji gazów
- osuszacz powietrza technicznego
- osuszacz próbki gazowej

Głównymi elementami systemu pomiaru próbki gazowej jest chromatograf wraz z towarzyszącym analizatorem TOTALGAS, które pozwalają przeprowadzić analizę składu gazu w warunkach laboratorium na terenie wiertni. Osuszacze powietrza i próbki pełnią rolę pomocniczą. Zapewniają właściwie przygotowane gazy dla chromatografu i TOTALGAS, co poprawia stabilność pracy tych urządzeń.

Panel dystrybucji gazów pozwala na zdublowanie funkcji bezpieczeństwa systemu gazowego dla gazów wybuchowych dzięki kontrolowanemu doprowadzeniu do analizatora TOTALGAS powietrza z dowolnego punktu na terenie wiertni.

PROPONOWANE PRZETWORNIKI POMIAROWE

Pomiary realizowane są z użyciem przetworników (z lokalnymi wskaźnikami cyfrowymi) firmy Emerson i Aplisens (APC 2000) dopuszczonymi do pracy w I strefie zagrożenia wybuchem. Dla obwodów pomiarowych został przyjęty standardowy sygnał 4-20 mA. Obwody pomiarowe oferuje się jako iskrobezpieczne. Iskrobezpieczeństwo zostanie zapewnione poprzez zastosowanie przetworników w wykonaniu Ex ia, połączonych ze sterownikiem poprzez separatory dla obwodów iskrobezpiecznych (STAHL 9160/23-11-11s). Przetworniki umieszczone na obiekcie zostaną połączone ze sterownikiem w wyniesionym bloku pomiarowym. Rozłączność połączenia przetworniki – blok pomiarowy zostanie zapewniona poprzez zainstalowanie na obu końcach kabli zespołów gniazdo-wtyczka zgodnych z normą PN-EN 50020 pkt 5.4. Przy przetwornikach gniazda zostaną zamontowane na odcinkach kabli podpiętych i umocowanych przy przetwornikach, a po stronie bloku pomiarowego gniazda zostaną zabudowane na zewnętrznej skrzynce połączeniowej w klasie Ex E. Przetworniki zostaną dostarczone w wykonaniu z gwintem ½ NPT oraz wyposażone w lokalne wyświetlacze LCD. Klasa przetworników 0,1% i lepsza. W projekcie założono, że obiekt należy doposażyć w króćce pomiarowe i zawory odcinające wykonane ze stali kwasoodpornej. Kalibracja urządzeń będzie odbywała się przy użyciu protokołu HART z bloku pomiarowego i kontrolowana zdalnie z kontenera pomiarowego.

Przetworniki do pomiaru ciśnienia:

1. **Firma Emerson** Model 3051S-2-TG - MODUŁOWY PRZETWORNIK CIŚNIENIA WZGLĘDNEGO-CLASSIC; MODEL 3051S-PRZYŁĄCZE GWINTOWE

Karta Katalogowa 00813-0100-4801.

Modułowa konstrukcja gwarancją mniejszych kosztów instalacji i obsługi

Czujnik i elektronika zamknięta w hermetycznej obudowie.

Najwyższa dokładność 0,055%,

3051S-2-TG-5A-2-E11-A-2B-I1-Q4;

- 5A zakresy pomiarowe: -1,0 do 689 bar (-100 do 68900 kPa)
- 2 membrana pomiarowa: stal nierdzewna 316L
- E11 rodzaj przyłącza procesowego: 1/2-14 NPT z gwintem wewnętrznym
- A sygnał wyjściowy: sygnał 4-20 mA z nałożonym sygnałem cyfrowym zgodnym z protokołem HART
- 2B typ obudowy/materiał/przepust kablowy/uwaga, dławiki nie są dostarczane: obudowa puszki przyłączeniowej/aluminium/ M20 x 1.5 (CM20)
- I1 opcje-atesty do pracy w obszarach zagrożonych wybuchem: Attest iskrobezpieczeństwa ATEX
- Q4 opcje-specjalne certyfikaty: certyfikat kalibracji

Akcesoria do przetworników ciśnienia

1B-M5

- 1B typ obudowy/materiał/przepust kablowy/uwaga, dławiki nie są dostarczane: obudowa PlantWeb/aluminium/ M20 x 1.5 (CM20)
- M5 opcje-wskaźnik lokalny: zintegrowany miernik ciekłokrystaliczny (wymaga obudowy Plantweb)

2. Firma Aplisens



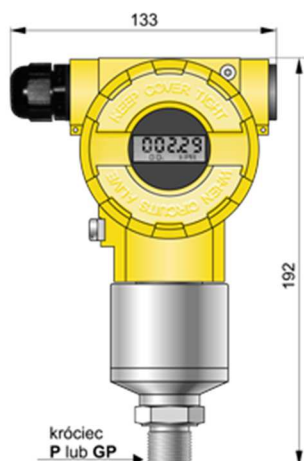
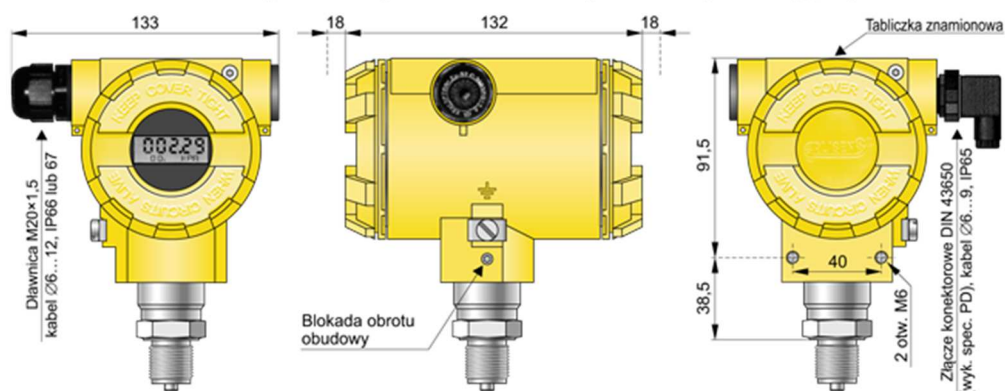
Inteligentny przetwornik ciśnienia APC-2000ALW

**5 lat
gwarancji**

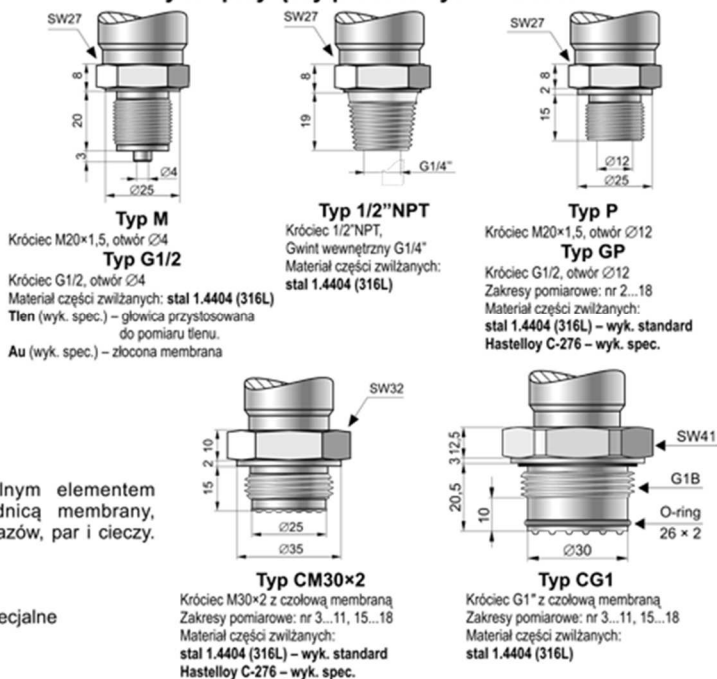


**Komunikator
KAP-03 i KAP-03Ex
produkcji Aplisens**

- ✓ Sygnał wyjściowy 4 ÷ 20 mA + protokół HART
- ✓ Certyfikat ATEX:
 - ⊙ II 1/2G Ex ia IIC T4/T5 Ga/Gb
 - ⊙ I M1 Ex ia I Ma (dla wersji z obudową ze stali 316)
 - ⊙ II 1D Ex ia IIIC T105°C Da
 - ⊙ I M2 Ex d ia I Mb (dla wersji z obudową ze stali 316)
 - ⊙ II 1/2G Exia/d IIC T6/T5 Ga/Gb
 - ⊙ II 1/2D Exia/t IIIC T85°C/T100°C Da/Db
- Wykonanie iskrobezpieczne:
- Wykonanie ognioszczelne:
- ✓ Certyfikaty i atesty: PED, SIL2, MID, PZH
- ✓ Błąd podstawowy 0,075% lub 0,05%
- ✓ Obudowa z aluminium lub ze stali kwasoodpornej (IP66 lub IP67)
- ✓ Wysokie bezpieczeństwo funkcjonalne odpowiadające poziomowi SIL2



Wybór przyłączy procesowych – króćców



Wykonanie HS

Przetwornik ciśnienia z ultrastabilnym elementem pomiarowym, z powiększoną średnicą membrany, przeznaczony do pomiarów ciśnień gazów, par i cieczy. Wykonanie z króćcem typu P lub GP.

Zakresy pomiarowe:
(-700+700) i (-2500+2500) Pa
(-1,5+7) i (-10+10) kPa - wykonanie specjalne

Przetworniki do pomiaru różnicy ciśnień:

1. Firma Emerson Model 3051S Product Data Sheet00813-0100-4001, Rev WB



2. Firma Aplisens APR 2200 PZ



Przetworniki do pomiaru temperatury:

1. Firma Emerson Model 644 - INTELIGENTNY PRZETWORNIK TEMPERATURY

Katalog. 00813-0100-4728

Typ 644-H-A-NA-Q4;

- H typ: Do montażu w główce
- A wyjście: 4-20mA z sygnałem cyfrowym opartym na protokole HART
- NA wykonanie: standardowe, do montażu w strefie bezpiecznej lub do montażu w główce czujnika
- Q4 opcje kalibracji: karty kalibracji (3-punktowej jako standard)

Akcesoria do przetworników temperatury

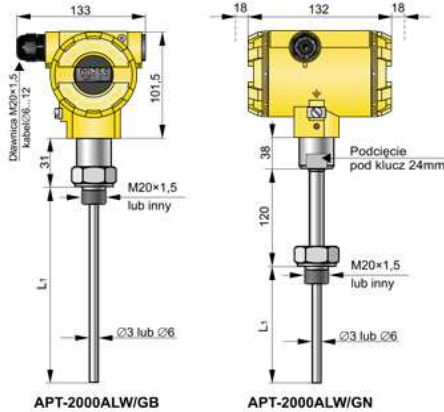
J6-M5 0,0

- J6 opcja obudowy: puszka połączeniowa ze stopu aluminium, wejście kablowe 1/2-14 NPT
- M5 wskaźnik: wskaźnik LCD



Inteligentny przetwornik temperatury APT-2000ALW

- ✓ Sygnał wyjściowy 4 ÷ 20 mA + protokół HART
- ✓ Certyfikaty: ATEX (wersja iskrobezpieczna i ognioszczelna), MID
- ✓ Oddzielenie galwaniczne (WE-WY)
- ✓ Elementy pomiarowe rezystancyjne lub termoelektryczne
- ✓ Obudowa z aluminium lub ze stali kwasoodpornej (IP66 lub 67)



Wersje wykonania

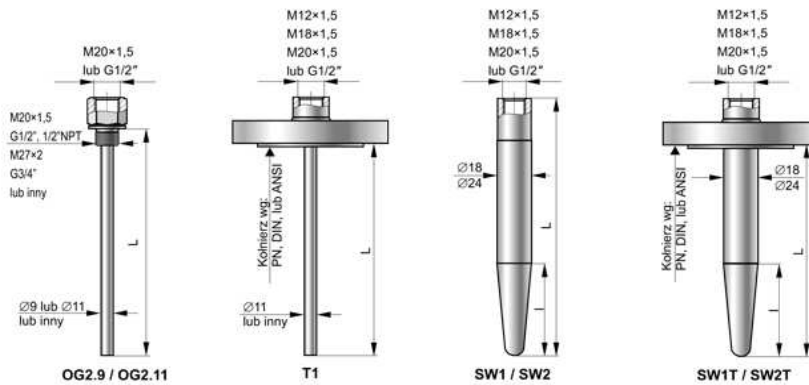
APT-2000ALW/GB - z ruchomym wkładem pomiarowym do wkręcenia w osłonę montażową

- Zwykła
- Exia
- Exd
- MID

APT-2000ALW/GN - z ruchomym wkładem pomiarowym do wkręcenia w osłonę montażową

- Zwykła
- Exia
- Exd

Osłony montażowe



Opis konstrukcji

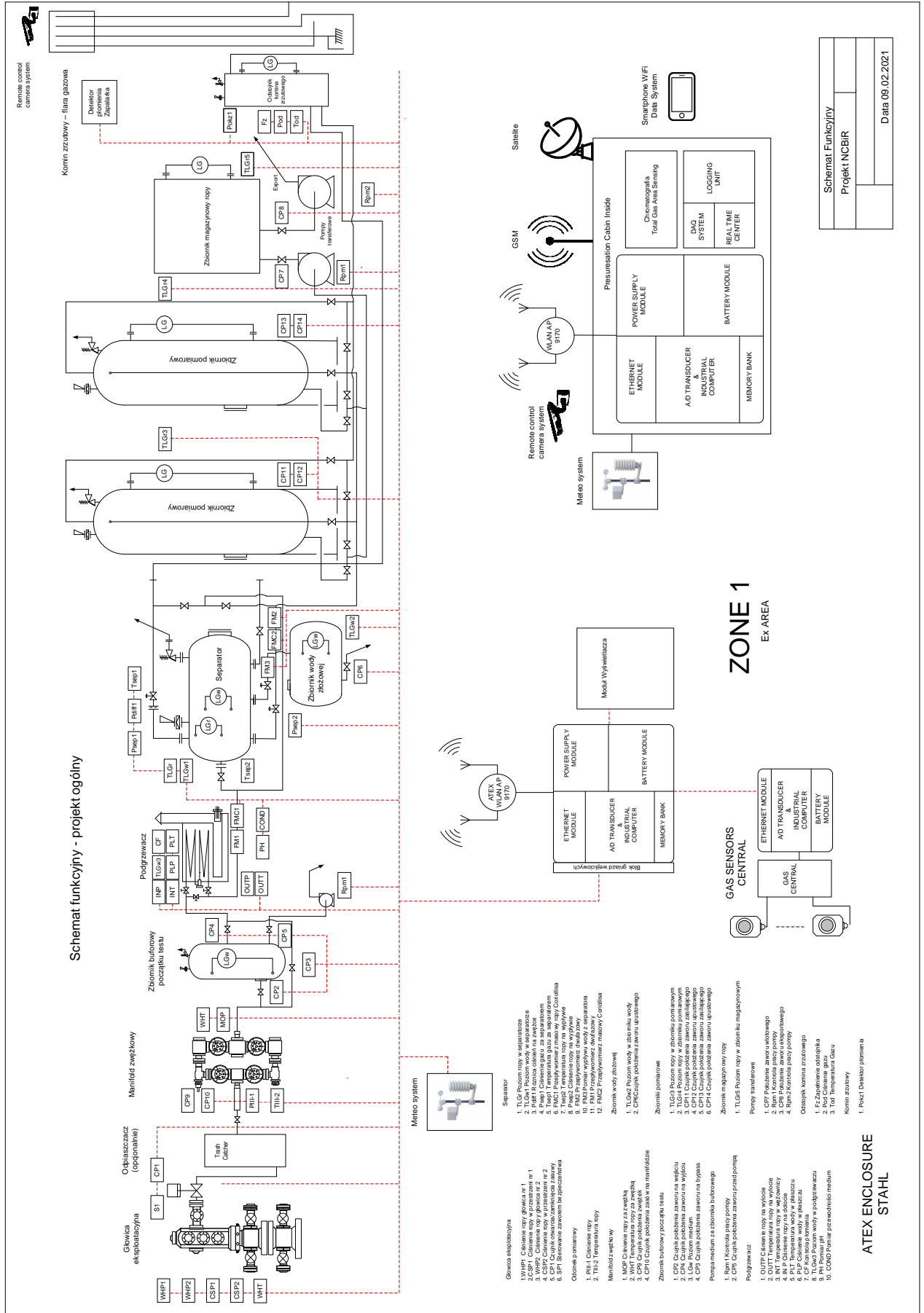
Przetwornik APT-2000ALW wyposażony jest w element pomiarowy - czujnik temperatury typu Pt100 lub termoparę typu K. Przetwornik z czujnikiem Pt100 zalecany jest w miejscach gdzie wymagana jest duża dokładność pomiaru, natomiast przetwornik z termoparą typu K charakteryzuje się dłuższą trwałością i odpornością na uszkodzenia mechaniczne występujące np. przy drganiach instalacji. Przetwornik wyposażony jest w elektroniczny, cyfrowy układ kalibrujący – standaryzujący. Dzięki temu kompensowane są błędy elementu pomiarowego oraz uzyskuje się możli-

wość wymiany czujnika bez utraty parametrów metrologicznych. Na zamówienie dokonywana jest dodatkowa kalibracja zespołu czujnik - przetwornik (wykonanie KT). Główna część elektroniczna przetwornika umieszczona jest w obudowie wykonanej z odlewu ze stopu aluminium lub stali kwasoodpornej o stopniu ochrony IP66 lub IP67. Przetwornik wyposażony jest w konfigurowalny, ciekłokrystaliczny wyświetlacz z podświetleniem. Konstrukcja obudowy umożliwia obrót wyświetlacza o 90°, 180° i 270°, obrót obudowy względem czujnika w zakresie 0–340° oraz wybór kierunku wprowadzenia kabla.

Warunki podłączenia przetworników;

- króćce przyłączeniowe dla wszystkich przetworników ciśnienia - ½" NPT czop wkręcane w zaworek iglicowy odcinający,
- pochwy termometryczne z gwintem na termometr ½ NPT – gwint w odcinku pomiarowym pod pochwą ½ NPT lub ¾ NPT , długość pochew w zależności od średnicy odcinka pomiarowego /do uściślenia/,
- przetworniki i przyłącza pracujące w strefach wybuchowych wykonane jako EExia I/IIC T6,

Schemat funkcyjny - projekt ogólny



ATEX ENCLOSURE STAHL

Schemat Funkcyjny	
Projekt NCBR	
Data 09.02.2021	