

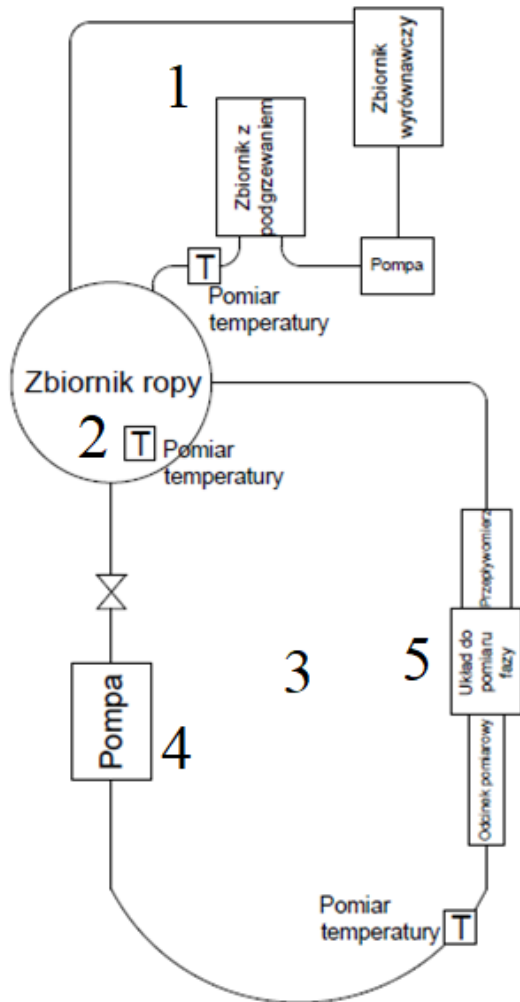
Projekt: „Innowacyjne urządzenie do wykonywania testów wydajnościowych naftowych otworów wiertniczych” w ramach Działania 1.1.1 Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego

D_1/3/2017 Dokumentacja systemu pomiaru zawartości fazy w przepływie płynu złożowego.

SPIS TREŚCI

- I. Schemat blokowy, cel pomiaru, metoda pomiarowa. Str.2
- II. Układ stabilizacji temperatury medium złożowego. Str.4
- III. Zbiornik medium złożowego wraz z układem odgazowującym. Str. 5
- IV. Układ rurociągu pomiarowego przepływu medium złożowego. Str. 7
- V. Pompa wraz z układem zasilania oraz sterowania. Str. 9
- VI. Zespółony przetwornik do pomiaru prędkości mieszaniny dwufazowej Str. 10
- VII. Odprowadzenie gazów z zbiornika pomiarowego i pomieszczenia z detekcją gazu. Str.13
- VIII. Stanowiska pomiarowe i zbieranie danych. Str. 14

I. Schemat blokowy, cel pomiaru, metoda pomiarowa



Rys. 1. Schemat systemu pomiaru zawartości fazy w przepływie płynu złożowego i widok realizacji.

Zadaniem pomiarowym jest określenie ilościowej zawartości fazy gazowej i charakteru jej przepływu w płynie złożowym poprzez symulacje przy różnych szybkościach przepływu płynu, przy zmianach jego temperatury i zmianach typów i ilości wstrzykiwanych gazów (powietrze lub metan).

Przyjęta metoda pomiarowa bazuje na jednostajnym tłoczeniu płynu złożowego o ściśle określonej temperaturze i zminimalizowaną zawartością gazu. Urządzeniem tłoczącym jest pompa odśrodkowa, która została przygotowana przez firmę TAPFLO specjalnie dla realizacji tego zadania. Pompa jest sterowana z falownika dla umożliwienia jej pracy z różnymi prędkościami. Pompa jest oddzielona od zbiornika zaworem kulowym dla utrzymania warunków bezpiecznej pracy. Czysta ciecz pozbawiona gazu i z ustabilizowaną temperaturą jest podawana do układu kontrolowanego podawania gazu (powietrza lub metenu) i fotograficznego pomiaru charakteru jego przepływu w przekroju rury pomiarowej. Zasadniczym blokiem oddającym cel pomiaru jest element pomiaru ilości fazy gazowej, skonstruowany w naszej firmie dla realizacji jednego z zasadniczych

celów w projekcie. Kolejnym zainstalowanym urządzeniem w linii przepływu płynu złożowego jest przepływomierz ultradźwiękowy przygotowany specjalnie do tego celu. Płyn złożowy powraca do zbiornika pomiarowego gdzie jest skutecznie odgazowany i stabilizowany temperaturowo. Dla realizacji stabilizacji temperatury badanego płynu złożowego zbudowano autonomiczny układ regulacji temperatury, który zostanie omówiony w jednym z rozdziałów.

Ze względu na możliwość wystąpienia mieszaniny gazu zagrażającej wybuchem lub zapaleniem przedsięwzięto właściwe środki zabezpieczające. Nad otwartym zbiornikiem pomiarowym zainstalowano lej (okap wyciągowy) podłączony rurą giętką FI 200 mm z wentylatorem wyciągowym. Gazy przepływające w rurze były kontrolowane miernikiem do pomiaru sumy węglowodorów. W pomieszczeniu gdzie prowadzono prace badawcze zainstalowano również inny miernik zawartości gazów palnych i wybuchowych w otaczającej atmosferze. Ze względu na kłopotliwy odór płynu złożowego pomiary odbywały się w specjalnie wydzielonym pomieszczeniu poza pokojami pracowni.

II. Układ stabilizacji temperatury medium złożowego (nr 1 na rys.1).



Rys. 2. Układ przygotowania temperatury medium złożowego.

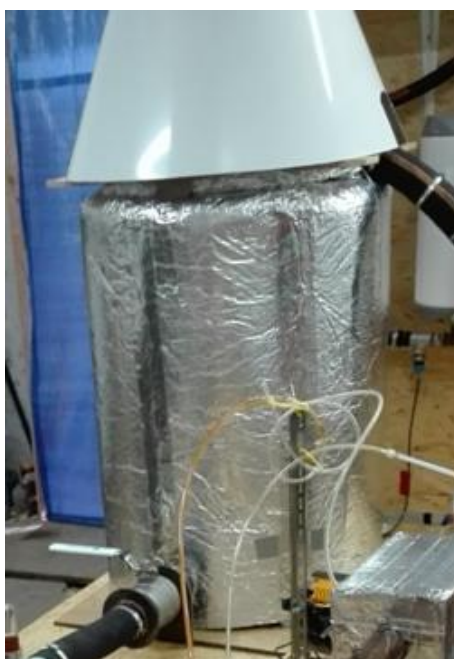
Układ przygotowuje ciecz grzewczą do zasilania spirali grzewczej umieszczonej przy ścianie okrągłego zbiornika pomiarowego.

Elementy układu w kolejności od zbiornika medium złożowego:

- Miedziana wężownica 1/4" o długości 30,5m zainstalowana w zbiorniku medium złożowego – FRIGOTEC 1/4x30,5.

- 1 - Zbiornik wyrównawczy o pojemności 6 l ze wskaźnikiem poziomu cieczy grzewczej – TRK/6/AISI613.
- 2 - Pompa realizująca obieg cieczy grzewczej - RS/006-21.
- 3 - Zbiornik podgrzewający ciecz o pojemności 12 l z grzałką o mocy 1500W – LEMET 10.12UE.
- 4 - Pomiar temperatury cieczy wejściowej do zbiornika medium złożowego - czujnik rezystancyjny PT500.

III. Zbiornik medium złożowego wraz z układem odgazowującym (nr 2 na rys.1).



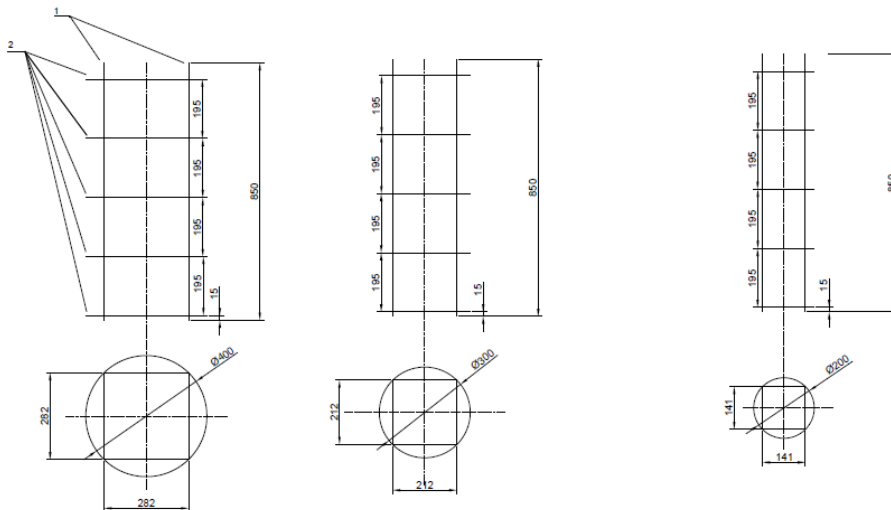
Rys. 3. Zbiornik medium złożowego.

Medium złożowe pompowane jest w układzie w obiegu zamkniętym. Magazynowane jest w stalowym zbiorniku o pojemności 200 l. W zbiorniku medium złożowe zostaje podgrzane oraz odgazowane. Odgazowywanie jest realizowane przy pomocy zespołu filtrów rozmieszczonych cylindrycznie w zbiorniku.

Elementy układu:

- Zbiornik stalowy beczkowy o pojemności 200l.
- Element grzejny w zbiorniku stanowi bezszwowa, ciągniona rura miedziana (zwojnica) firmy BMA , materiał Cu-DHP, stan utwardzenia R220 (miękki), długość – 30,5 mb
- Izolacja termiczna zbiornika – mata izolująca PAROC Hvac Lamella Mat AluCoat 60mm.
- Pomiar temperatury cieczy wewnątrz zbiornika - czujnik rezystancyjny PT500 , zakres pomiarowy 0-100 st. C, sygnał wyjściowy 4-20mA, zasilanie z pętli prądowej, napięcie 18-36V, materiał części zanurzalnej – stal 316, długość części zanurzalnej 35mm, średnica 5mm, długość przewodu 2m

- Zespół filtrów odgazowujących medium złożowe. Zespół ten składa się z trzech wkładów cylindrycznych umieszczonych współosiowo stopni odgazowujących. Wlot medium realizowany jest od góry do wewnętrznego filtra po czym medium przepływa przez kolejne stopnie filtrów. Siatka filtracyjna: wielkość oczka 0,5mm, grubość drutu 0,21mm, sito mesh 36, prześwit 50%, materiał - stal nierdzewna S316.



2	12	Obręcz z drutu 3mm	stal	PN-EN 10016-2	
1	12	Pręt M6	stal	DIN 975	
Lp.	Ilość	Nazwa	Materiał	Norma	Masa

Rys. 4. Rysunek filtra odgazowującego.

IV. Układ rurociągu pomiarowego przepływu medium złożowego.

Kształt i wybrane elementy rurociągu pomiarowego określono uwzględniając potrzebę zmniejszenia strat liniowych w całym układzie i uzyskania większego zakresu prędkości liniowej przy zachowaniu laminarnych warunków przepływu medium złożowego. Aby to uzyskać zamodelowany został układ przepływu medium oraz wykonane zostały obliczenia, które pozwoliły stwierdzić jakie rozwiązanie jest najbardziej optymalne.

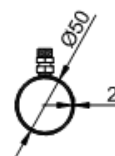
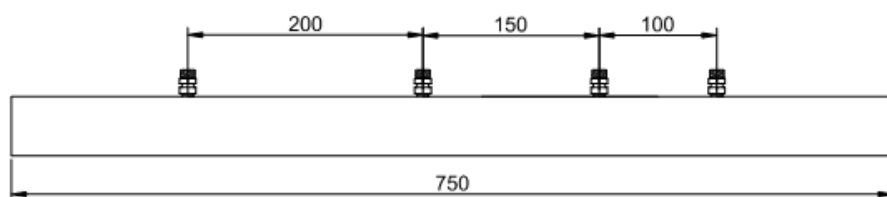


Rys. 5. Układ rurociągowy przepływu medium złożowego.

Płyn złożowy poprzez zawór odcinający krótkim odcinkiem węża gumowego pompowany jest

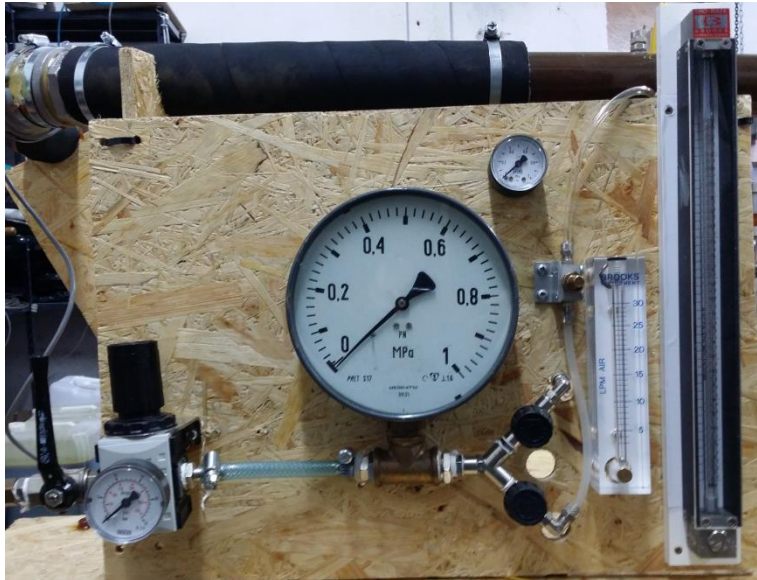
Elementy układu:

- Zawór kulowy 2 ½” odcinający wypływ medium ze zbiornika – V-2X TYPE 2 ½”, materiał stal nierdzewna AISI316.
- Pompa (opis w p. V - poniżej).
- Wąż gumowy 2 ½’, odporny na działanie olejów oraz temperatury – STOMIL TYPE16 1,6MPa.
- Armatura kwasoodporna (ASI316)– kolana 90 ° EN-10241 10245, kolana 45 ° EN-10241 3503810245, końcówki do węży 2 ½” EN 10226-1 35567.
- Pomiar temperatury cieczy wejściowej do zbiornika medium złożowego - czujnik rezystancyjny przylgowy PT500.
- Odcinek pomiarowy, na którym realizowany jest pomiar zawartości fazy w przepływającym płynie złożowym wraz z wpustami na gaz (rura z poliwęglanu Typ PMMA 220/210), złączki skręcane CAMOZZI Fittings Mod. 1510).



Rys. 6. Odcinek pomiarowy.

- Układ pneumatyczny (zawór kulowy odcinający gaz - S.85 Brass Ball Valve - 1/4 Turn, reduktor ciśnienia – FUTURA KREG-114/*G, 2 x manometr – MERA-KFM 88.01 PRLT S17, rotametr BROOKS Model 2510 Flow Rates, rotametr BROOKS SHO-RATE, 3 x zawór iglicowy).



Rys. 7. Układ pneumatyczny przygotowujący gaz do iniekcji do odcinka pomiarowego medium złożowego.

V. **Pompa TAPFLO wraz z układem zasilania oraz sterowania** (nr 4 na rys.1).

Pompy serii CTI to jednostopniowe, odśrodkowe pompy zaprojektowane do pompowania wymagających aplikacji w przemyśle spożywczym i chemicznym. Pompy tego typu charakteryzują się wysokim standardem wykonania i wytrzymałą konstrukcją. Różnorodność uszczelnień mechanicznych powoduje, że pompy te można stosować w przemyśle papierniczym, maszynowym, na aplikacjach niejednokrotnie zawierających cząstki stałe. Maksymalne parametry pracy pomp serii CTI to 60 m³/h i ciśnienie tłoczenia ponad 4,5 bar i mogą być instalowane w układach gdzie ciśnienie systemowe wynosi do 10 bar. Pompa jest zasilana z falownika OMRON z układu zasilająco sterującego.

Elementy układu:

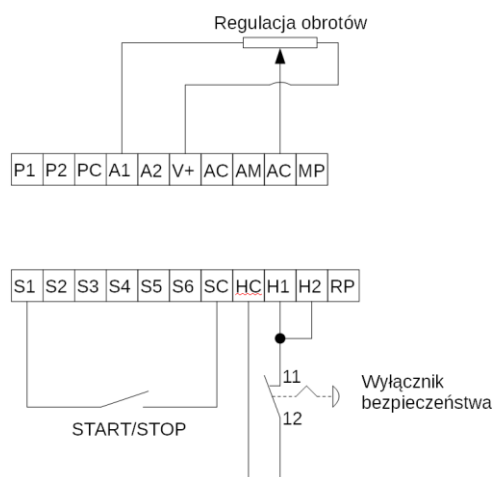
- Pompa z wirnikiem Model CTI DF 1SSV4Z-224
- Silnik TYP 3SL.G100L-4A-IE2
- Falownik OMRON V1000 VZA47P5FAA.
- Układ sterujący falownikiem

Panel zasilania:

- Wyłącznik różnicowoprądowy 3F 30mA/25A zabezpieczający całość urządzenia
- Wyłącznik różnicowoprądowy 1F 30mA/25A – zapasowy
- Wyłącznik nadprądowy 6A 1F, charakterystyka C. Zabezpieczający obwód chłodzenia obcego
- Wyłącznik nadprądowy 16A 3F, charakterystyka C. Zabezpieczający obwód falownika OMRON

Panel sterujący:

- Grzybkowy wyłącznik bezpieczeństwa,
- Potencjometr do regulacji obrotów silnika,
- Wyłącznik uruchamiający procedurę startu z rozbiegiem do ustawionej wcześniej prędkości / zatrzymania z wybiegiem.



Rys. 8. Schemat podłączenia panelu sterującego do falownika.

VI. Zespólny przetwornik do pomiaru prędkości mieszaniny dwufazowej (nr 5 na rys.1).

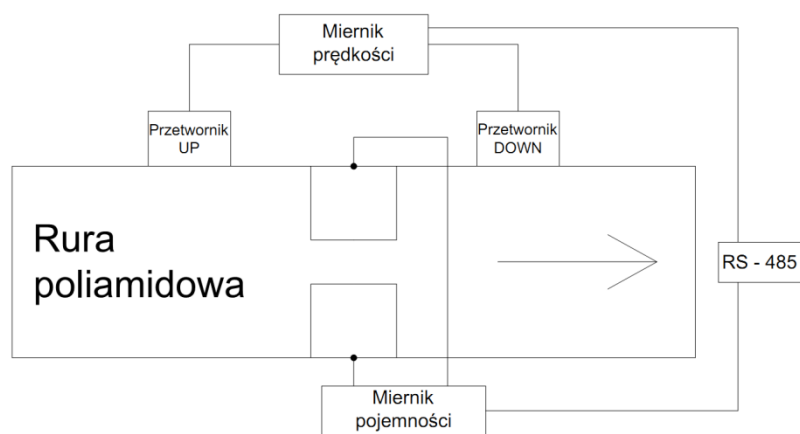
Miernik przepływu przeznaczony jest do pomiaru przepływu struktur dwufazowych składających się z cieczy i gazu. Zbudowany jest w postaci dielektrycznego odcinka rurociągu na którym zamontowane zostały elektrody służące do pomiaru pojemności przepływającej cieczy. Jako miernik zawartości fazy użyty zostanie autorski układ oparty o przetwornik POJEMNOŚĆ/CYFRA typu AD7746 wyposażony w sterujący mikroprocesor oraz transducery ultradźwiękowe służące do pomiaru szybkości poruszania się przepływającej cieczy. Elektrody oraz transducery podłączone są do układu elektronicznego, który przetwarza mierzone sygnały. Elektronika umieszczona została w obudowie umożliwiającej bezpieczne zamontowanie w strefie zagrożenia wybuchem. Komunikacja przyrządu z systemem pomiarowym odbywa się za pomocą interfejsu RS-485 przy pomocy protokołu MODBUS-RTU.

Jednocześnie zastosowanie pomiaru pojemności i szybkości pozwala zmierzyć lub obliczyć :

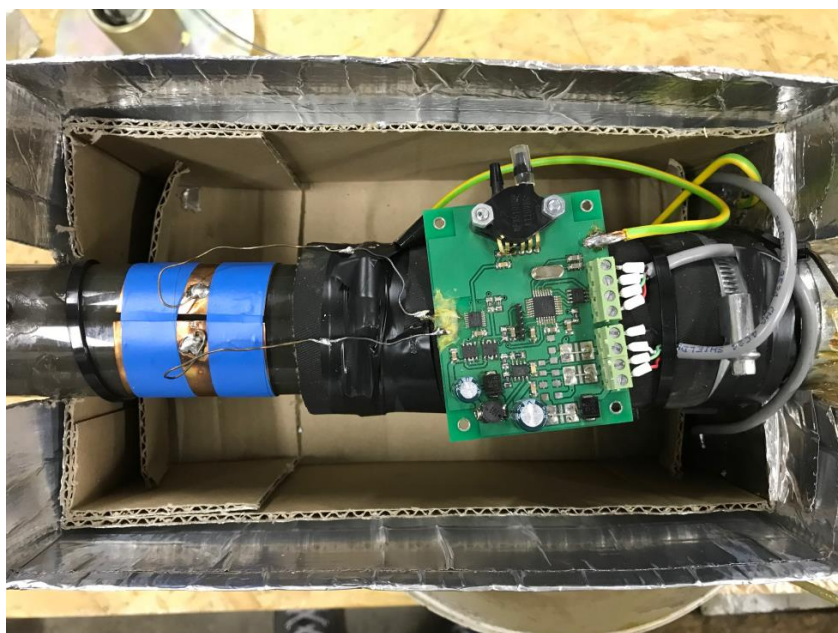
- przepływ objętościowy cieczy,
- przepływ objętościowy gazu,
- przepływ masowy cieczy, jeśli znana jest gęstość cieczy,
- przepływ masowy gazu, jeśli znana jest gęstość gazu,
- zawartość procentową cieczy,
- zawartość procentową gazu.

Na Rysunku 9 przedstawiono schemat blokowy układu pomiarowego, a na Rysunku 12 przedstawiono schemat miernika zawartości fazy. Fotografia nr 10 prezentuje płytkę przyrządu

zainstalowaną z okładzinami kondensatora zainstalowanymi na rurociągu. Fotografia nr 11 przedstawia wygląd przyrządu zainstalowanego razem z osłoną chroniącą przed zakłóceniami. Rysunek 12 przedstawia schemat połączeniowy skonstruowanego przyrządu.



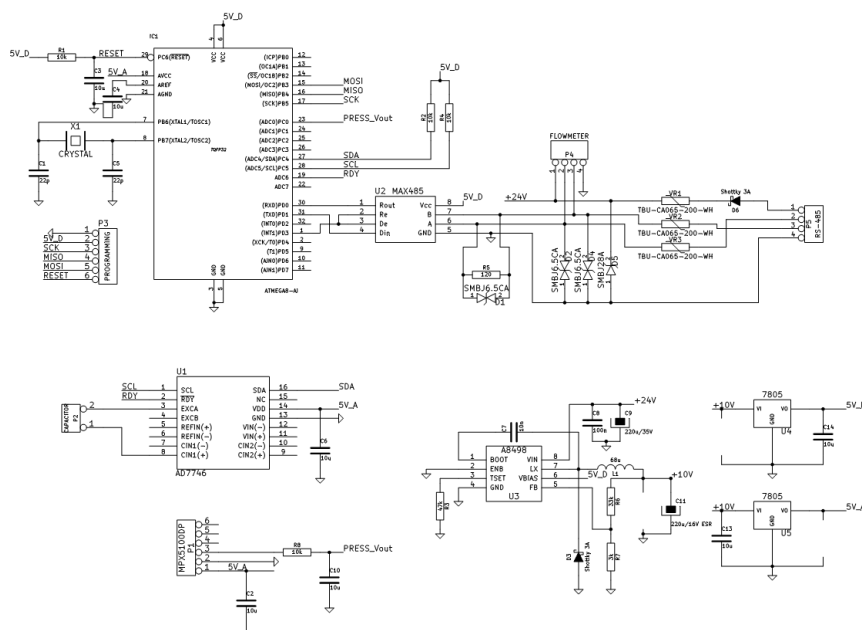
Rys. 9. Schemat układu pomiarowego.



Rys. 10. Foto otwartego układu pomiarowego.



Rys. 11. Foto zamkniętego układu.



Rys. 12. Schemat miernika zawartości fazy.

VII. Odprowadzenie gazów z zbiornika pomiarowego i pomieszczenia z detekcją gazu.



Rys. 13. Schemat podłączenia panelu sterującego do falownika.

Elementy układu:

- Przewód aluminiowy elastyczny AF-012 Ø 200
- Okap zasysający powietrze.
- Wentylator kanałowy – WB-S Ø200.
- Detektor gazu - Do oznaczania sumy węglowodorów wykorzystano przyrząd do pomiaru sumy węglowodorów o czułości 500 ppm z detektorem detektor katalitycznym (pellistor).
- Czujnik bezpieczeństwa – czujnik gazu ziemnego OR-DC-614.

VIII. Stanowiska pomiarowe i zbieranie danych.

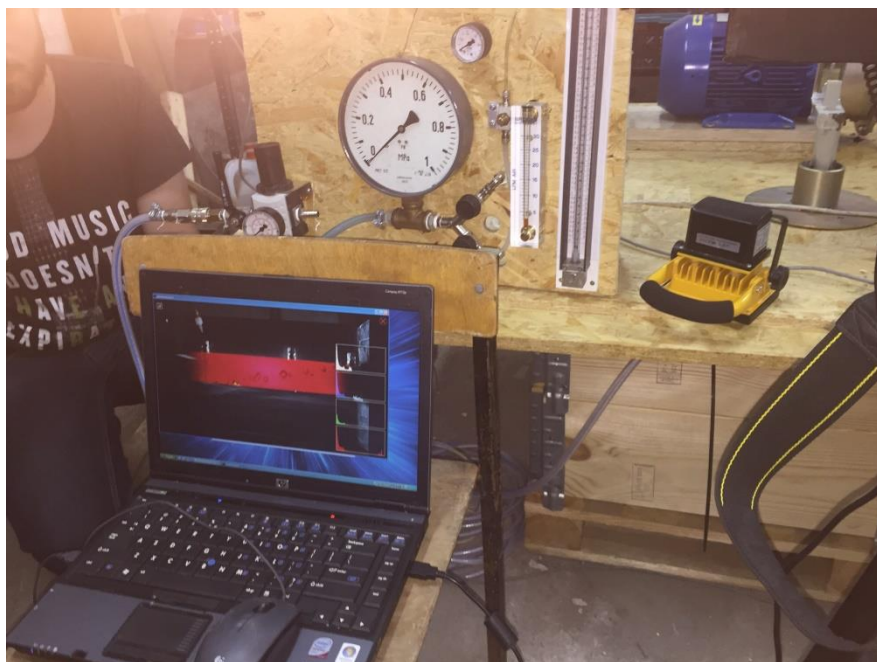
Aby zaobserwować zjawisko rozkładu i umiejscowienia w objętości przepływającego medium pęcherzy aplikowanego do rurociągu gazu, podczas badań wykonywane były zdjęcia pęcherzy tego gazu. Aby przepływające pęcherze gazu były widoczne na zdjęciu, zbudowane zostało stanowisko, w którym przezroczysty poliwęglanowy odcinek rury wypełniony mieszaniną dwufazową, prześwietlany był od tyłu przez lampę błyskową z dyfuzorem a aparat skierowany od przodu w kierunku lampy błyskowej wykonywał zdjęcia. Do wykonywania zdjęć została użyta lustrzanka cyfrowa Nikon D80 z obiektywem Sigma 18-125 oraz lampa błyskowa z dyfuzorem YN560-III. Kluczem do uzyskania odpowiedniego prześwietlenia rury światłem i uzyskania ostrości przepływających pęcherzy było dobranie odpowiednich parametrów działania aparatu oraz lampy błyskowej. Zdjęcia wykonywane były z czasem otwarcia migawki 1/200 s oraz z przesłoną f8. Siła błysku lampy błyskowej nie była stała i była regulowana w zależności od stopnia wypełnienia badanego odcinka rury gazem i wynosiła od 1/64 do 1/8 siły błysku lampy. Aby uzyskać odpowiednią ostrość przepływających pęcherzy gazu aparat był umieszczony na statywie a zdjęcia były wyzwalane zdalnie przez komputer podłączony do aparatu.



Rys.14 Przykład rozplywu wstrzykniętego gazu w przepływającym płynie złożowym

Elementy:

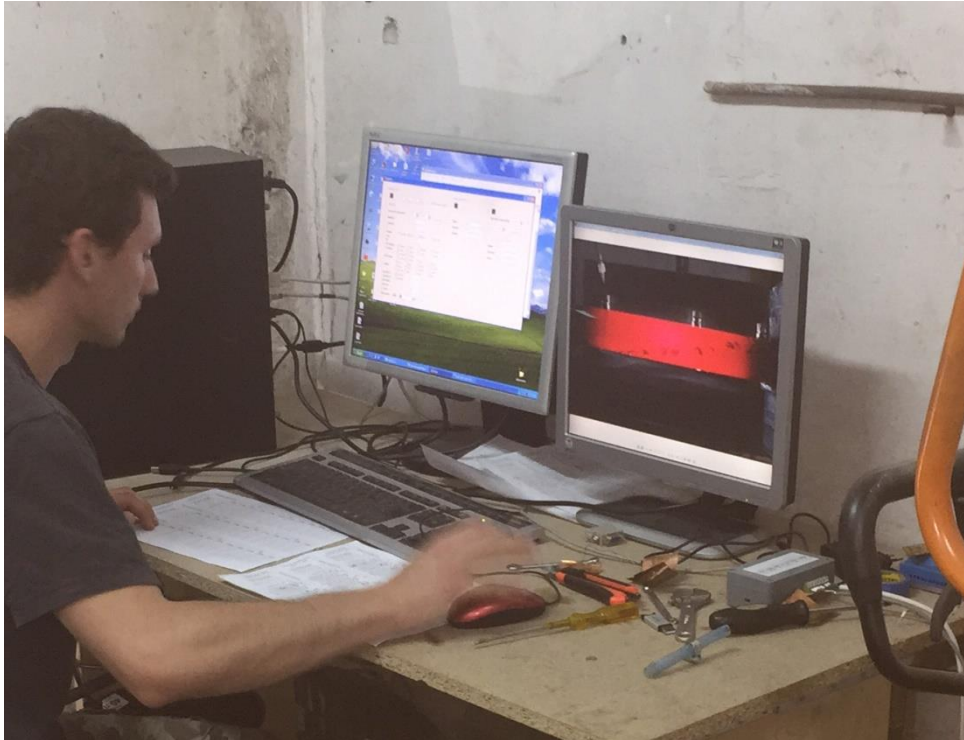
- Aparat fotograficzny - Nikon D80.
- Obiektyw - Sigma 18-125.
- Statyw - Bosch BT 150
- Lampa błyskowa z dyfuzorem - YN560-III.
- Komputer PC
- Laptop DELL



Rys. 15. Stanowisko pomiarowe.



Rys. 16. Stanowisko pomiarowe.



Rys.17 Stanowisko obsługi systemu pomiarowego

Właściwości systemu

Form1

Zawartość fazy

odebrane:

Port (not connected): COM4 9600 Connect

Modbus: 16

Cisnienie: 585

Status: ☐ EXCERR ☒ RDY ☒ RDYVT ☒ RDYCAP

Cap: 9372497

VT: 973078528

CAP Setup: ☒ CAPEN ☐ CIN2 ☐ CAPDIFF ☐ CAPCHOP

VT Setup: ☐ VTEN ☐ VTMD1 ☐ VTMD0 ☐ EXTREF

☐ VTSHORT ☐ VTCHOP

EXC Setup: ☐ CLKCTRL ☐ EXCON ☐ EXCB ☐ EXCB

☒ EXCA ☐ EXCA ☐ EXCLVL1 ☐ EXCLVL0

Config: ☒ VTF51 ☐ VTF50 ☐ CAPFS2 ☐ CAPFS1

☐ CAPFS0 ☐ MD2 ☐ MD1 ☒ MD0

Cap DAC A: ☒ DACAENA 30

Cap DAC B: ☐ DACBENB 0

CAP Offset: 128

CAP Gain: 21331

VT Gain: 62042

Pojemność: AVG: 0,9 CAP: 9371847

Szybkość przepływu

Flow: 11,6250

Velocity: 1,7220

Quality: 87

DAQ

Port (not connected): COM3

115200 Connect

READ

Bojler: 18,28

Zbiornik: 14,17

Rura: 13,23

Rys. 18. Zrzut ekranu – okno programu do wyświetlania parametrów i zbierania danych.