**Lekcja 27.11.2020**

**Sieci gazowe**

**Podstawy teoretyczne procesów spalania paliw**

Paliwem gazowym nazywamy mieszaninę gazów palnych i niepalnych, która po zainicjowaniu zapłonu spala się (łączy się z tlenem) wydzielając ciepło, światło i spaliny. W zależności od warunków, w których odbywa się kontrolowany proces spalania, wyróżniamy: spalanie całkowite, spalanie niecałkowite, spalanie zupełne, spalanie niezupełne. Spalanie całkowite i zupełne jest to takie spalanie, w którym cała zawartość węgla w postaci czystej chemicznie w paliwie spala się na dwutlenek węgla CO2, cały wodór na H2O, a cała siarka na SO2 lub SO4. Spalanie niecałkowite zachodzi wówczas, gdy w pozostałych po spaleniu ciałach stałych, w żużlu znajdują się jeszcze części palne (sadza, koksik, kawałki węgla). Spalanie zupełne zachodzi wówczas, gdy w spalinach nie ma gazów palnych. Spalanie niezupełne występuje wówczas, gdy gazy spalinowe zawierają jeszcze gazy palne, np. CO, H2 i CnHm. Aby spalanie było zupełne i całkowite, konieczne jest idealne wymieszanie paliwa z powietrzem, co w praktyce jest trudne do osiągnięcia. Dlatego też doprowadza się powietrze do spalania w pewnym nadmiarze. Liczbę mówiącą, ile razy więcej doprowadza się powietrza od teoretycznie wyliczonej ilości, nazywamy współczynnikiem nadmiaru powietrza Produkty spalania mieszaniny powietrzno-gazowej nagrzewają się do wysokiej temperatury, a następnie gwałtownie rozszerzają. Spalanie wybuchowe jest więc gwałtowną, niekontrolowaną reakcją rozprzestrzeniania się płomienia na zasadzie przewodnictwa cieplnego, połączoną z gwałtownym rozprężaniem się powstałych gazów spalinowych. Powstaje fala uderzeniowa, na czele której powstaje ciśnienie rzędu kilkuset tysięcy bar i bardzo wysoka temperatura. **Toksycznością** nazywamy właściwość gazu polegającą na wchodzeniu w reakcję ze składnikiem krwi w organizmie człowieka zamiast tlenu. Jeżeli mówimy, że gaz jest toksyczny - oznacza to, że przebywanie w jego oparach ma wpływ na zdrowie i życie człowieka. Im dłużej przebywa się w środowisku gazów toksycznych lub im większe jest stężenie tego gazu, tym bardziej jesteśmy narażeni na utratę zdrowia lub życia. Większość wypadków śmiertelnych występujących w trakcie użytkowania paliw wiąże się z toksycznym działaniem tlenku węgla. Jest on jednym z podstawowych składników paliw sztucznych, a także produktem niezupełnego ich spalania. Wchodzi on około trzysta razy szybciej w reakcję z hemoglobiną zawartą we krwi niż tlen pobierany z powietrza. Działa przede wszystkim na układ nerwowy. Objawami mogą być: bóle głowy, szum w uszach, nudności i wymioty, duszności, wrażenie ucisku i bólu w klatce piersiowej. Stopień zatrucia zależy od stężenia tlenku węgla w powietrzu, czasu działania i rodzaju wykonywanych czynności. Śmierć przy zatruciu ostrym następuje wskutek porażenia układu krążenia lub oddychania **Parametry użyteczności paliw gazowych** W każdym paliwie nagromadzona jest różna ilość energii, którą wyzwala proces spalania. Im więcej uzyskujemy energii – tym dla nas, użytkowników jest to korzystniejsze. Dla uzyskania tej samej ilości ciepła, możemy bowiem zużyć mniejszą ilość paliwa, a uzyskać ten sam efekt energetyczny. Każde paliwo ma inne właściwości, które powodują, że: – gaz unosi się do góry lub opada do dołu, – w różnym stężeniu z powietrzem następuje wybuch, – w różnych temperaturach dochodzi do samozapalenia. **Wybuchem nazywa się niekontrolowaną, gwałtowna reakcję łączenia się paliwa z tlenem.** Najważniejszymi kryteriami użyteczności paliw gazowych, które je charakteryzują są:

– ciepło spalania Qc [MJ/m3 ] - jest to teoretyczny wskaźnik uzyskiwanego ciepła w procesie spalania.

– wartość opałowa Qw [MJ/m3 ] – jest to praktyczny wskaźnik uzyskiwanego ciepła wskutek spalenia. – **dolna granica wybuchowości DGW [%]** – jest to najmniejsza procentowa zawartość gazu w mieszaninie z powietrzem, w której po zainicjowaniu zapłonu nastąpi wybuch. Poniżej dolnej granicy nawet po zainicjowaniu zapłonu wybuch nie nastąpi – jest za mało gazu, a za dużo powietrza, oddalenie cząstek gazu nie przeniesie płomienia **-**

**- gorna granica wybuchowościGGW{%}**  – jest to największe stężenie procentowe gazu w mieszaninie powietrza, w którym po zainicjowaniu zapłonu nastąpi wybuch. Powyżej górnej granicy wybuchowości gazu wybuch nie nastąpi. Gaz wypali się miejscowo, ale z braku tlenu do procesu spalania – nie dojdzie do rozprzestrzenienia się płomienia.

**Geneza powstania paliw gazowych** Pod pojęciem naftydów rozumieć należy ropę naftową i gazy węglowodorowe naturalnego pochodzenia. Posiadają one najprawdopodobniej wspólną genezę powstania, zbliżony skład chemiczny i możliwość przemiany: z ropy naftowej w gazy ziemne i odwrotnie: z gazów ziemnych w ropę naftową. Odbywa się to w ściśle określonych warunkach termodynamicznych, nie mniej zasadą jest, że przy złożach naftowych występuje domieszka gazów ziemnych, a przy złożach gazów ziemnych charakterystyczna jest obecność ropy naftowej. Opinie na temat pochodzenia geologicznego gazu ziemnego nie są w pełni zgodne. Jedna z hipotez głosi, że jego pochodzenie geologiczne jest identyczne jak pochodzenie złóż ropy naftowej. Taka sama jak dla ropy jest również technika poszukiwań złóż gazu i wierceń. Gaz ziemny jest paliwem gazowym pochodzenia naturalnego. Jest mieszaniną węglowodorów gazowych: metanu CH4 , etanu C2H6 , propanu C3H6 i ciekłych oraz zmiennych ilości azotu N2, dwutlenku węgla CO2, siarkowodoru H2S, wodoru H2 i domieszek gazów szlachetnych: helu He, argonu Ar itp.. W skorupie ziemskiej gaz ziemny występuje: swobodnie w postaci gazowej lub jako związany w stałych hydratach węglowodorów oraz w postaci rozpuszczonej w wodach podziemnych lub ropie naftowej. Złoża gazu ziemnego są związane najczęściej ze skałami osadowymi (gliny, piaski, piaskowce, skały węglanowe), rzadziej natomiast ze skałami magmowymi, czy też metamorficznymi (przeobrażonymi). mierzeniu różnic siły grawitacji oraz magnetyzmu ziemskiego oraz metodę sejsmiczną, polegającą na wywoływaniu fal sejsmicznych poprzez detonacje małych ładunków wybuchowych i ich analizę. Wykryte anomalie pozwalają na określenie prawdopodobnego obszaru występowania surowca. Po zlokalizowaniu złoża buduje się szyby lub platformy wiertnicze. **Właściwości gazu ziemnego** Gaz ziemny jest paliwem pochodzenia naturalnego. Wydobywany jest w kopalniach gazu i po oczyszczeniu - transportowany na dalekie odległości, do odbiorców gazu. Do grupy gazów pochodzenia naturalnego należy również biogaz, który można traktować jako najmłodszą odmianę gazu ziemnego. Gaz ten powstaje między innymi na wysypiskach śmieci i w oczyszczalniach ścieków w procesie beztlenowej fermentacji (bez dostępu tlenu). Gaz ten jest bardzo zanieczyszczony i jeżeli jest go wystarczająco dużo, po wstępnym oczyszczeniu wykorzystywany jest lokalnie, wśród najbliżej położonych odbiorców. Kolejnym paliwem należącym do tej grupy jest gaz kopalniany, który towarzyszy pokładom węgla w kopalniach i stanowi wielkie zagrożenie podczas wydobywania go na powierzchnię. Gaz ziemny jest gazem bezbarwnym, lżejszym od powietrza, nietoksycznym, a po oczyszczeniu – bezwonnym. Przed wprowadzeniem do sieci gazowej – jest nawaniany, aby można było wyczuć jego obecność podczas niekontrolowanego wypływu.. Gaz ziemny, suchy i odsiarczony składający się głównie z metanu, nie jest trujący, ale przy zawartości w powietrzu powyżej 10% może działać dusząco na skutek niedoboru tlenu w powietrzu. Po procesie zupełnego i całkowitego spalania gazu ziemnego nie występują w spalinach zanieczyszczenia stałe w postaci pyłu oraz związki siarki, stąd też, ze względu na ochronę środowiska – zaliczany jest on do paliw przyjaznych środowisku. Produktami spalania gazu ziemnego są tylko gazy - dwutlenek węgla, para wodna i tlenki azotu. Podstawowym składem oczyszczonego gazu ziemnego, przeznaczonego do wykorzystania są: – metan – gaz palny, nietoksyczny, – etan – gaz palny, nietoksyczny, – azot – gaz niepalny, nietoksyczny, – dwutlenek węgla w śladowych ilościach (gaz nietoksyczny w odróżnieniu od tlenku węgla – gazu toksycznego, który nie występuje w składzie gazu ziemnego), – para wodna w śladowych ilościach (gaz nietoksyczny, niepalny). **Gaz ziemny posiada następujące zalety**: – przesyłany jest gazociągami do miejsca użytkowania, nie wymaga więc przeładowywania i magazynowania u odbiorcy, – nowoczesne urządzenia gazowe umożliwiają łatwą regulację i automatyzację procesu spalania, co pozwala na uzyskania wysokiej sprawności energetycznej. Wygodnie, bez zbędnego wysiłku i pracy, można używać gazu do ogrzewania pomieszczeń, podgrzewania wody czy przygotowywania posiłków, – odbiorcy mają możliwość pełnej kontroli ilości zużywanego gazu i dostosowania jej do indywidualnych potrzeb. Moc grzewczą można dostosować do temperatury na zewnątrz i wewnątrz ogrzewanych pomieszczeń, – konstrukcja urządzeń opalanych gazem jest stosunkowo prosta, co zwiększa stopień ich niezawodności i daje możliwość łatwej konserwacji, – dobrze utrzymane urządzenia gazowe są całkowicie bezpieczne i wygodne w użytkowaniu, – przy spalaniu gazu ziemnego nie powstają zanieczyszczające środowisko: dwutlenek siarki, sadza, popiół, żużel i pyły. Emisja dwutlenku węgla i związków azotu ze spalania gazu jest znacznie niższa niż w przypadku innych paliw.

**Magazynowanie gazów ziemnych** Ze względu na wzrost zużycia gazu w celach grzewczych, zapotrzebowanie w naszej strefie klimatycznej jest zróżnicowane sezonowo. W zimie zużywamy 2,5 razy więcej gazu niż w lecie. W Europie Zachodniej szczyt zimowy jest 4 razy większy od letniego niżu. Wieloletnie umowy międzynarodowe dotyczące importu gazu nie przewidują sezonowych wahań w odbiorze. Dobowe nierównomierności zapotrzebowania na gaz ziemny kompensuje się bez trudu gazem znajdującym się w systemach przesyłowych (gazociągach). Natomiast w związku z występowaniem nierównomierności sezonowych w okresie wiosna - lato oraz jesień - zima, konieczne jest inne zabezpieczenie w celu ciągłej możliwości dysponowania gazem. Służą do tego celu różnego rodzaju zbiorniki gazu ziemnego. **Naziemne magazyny gazu** są coraz bardziej kosztowne. Surowe normy bezpieczeństwa powodują wzrost kosztów ich budowy i utrzymania. Ponadto zbiorniki wraz z infrastrukturą zajmują wiele przestrzeni, której obecnie zaczyna człowiekowi brakować, tym bardziej, że magazyny takie lokalizowane były najczęściej w pobliżu dużych miast. Ze względu na zastosowanie rozróżniamy zbiorniki naziemne o małej i dużej pojemności. Zbiorniki o małej pojemności to zbiorniki niskiego ciśnienia: mokre i suche oraz zbiorniki wysokiego ciśnienia: cylindryczne, kuliste i rurowe. Natomiast zbiorniki o dużej pojemności to zbiorniki podziemne i zbiorniki na gaz skroplony (LNG). Inną metodą magazynowania gazu jest wykorzystanie gazociągów magistralnych wysokiego ciśnienia. W celu uzyskania w gazociągu potrzebnej pojemności zbiornikowej, trzeba przy jego projektowaniu przewidzieć odpowiednio zwiększoną przepustowość i przyjąć odpowiednio większe ciśnienie nominalne. Kolejną metodą magazynowania gazu ziemnego są **zbiorniki rurowe**. Składają się one z szeregu równoleg1e ułożonych względem siebie i połączonych ze sobą odcinków rur o dużej średnicy około 500 mm, ułożonych pod ziemią na głębokości chroniącej od większych wahań temperatury. Rury są starannie izolowane antykorozyjnie i ułożone w odstępach kilku metrów dla ułatwienia montażu i bezpieczeństwa na wypadek awarii. Zbiorniki rurowe nadają się do magazynowania gazu pod wyższym ciśnieniem niż zbiorniki naziemne: cylindryczne i kuliste. Przy bardzo wysokich ciśnieniach uzyskuje się dodatkowo znaczne zwiększenie pojemności zbiornika na skutek odstępstwa gazu rzeczywistego od praw gazu doskonałego. Tak np. przy ciśnieniu 160 bar, przy którym współczynnik ściśliwości gazu ziemnego wynosi około 0,7, w każdym metrze sześciennym geometrycznej pojemności zmieści się nie 160, lecz 230 metrów sześciennych gazu ziemnego.

**Podziemne magazyny gazu ziemnego** są w wielu krajach wykorzystywane jako rezerwa strategiczna zabezpieczająca przed ewentualną niepewnością dostaw gazu z importu. Rezerwa ta musi być tym większa, im import realizowany jest tylko z jednego kierunku. PMG mogą również służyć do pokrywania krótkotrwałych, bardzo dużych deficytów gazu, możliwych np. w razie awarii systemu gazociągów przesyłowych. Potrzebna jest wtedy odpowiednia dyspozycyjność PMG, tj. możliwość łatwego uzyskania bardzo dużego natężenia odbioru gazu z magazynu (mln m3 /d), którego pojemność czynna jest niewielka. Warunki takie spełniają podziemne magazyny gazu: w komorach (kawernach) wyługowanych w wysadach lub pokładach soli kamiennej, w warstwach wodonośnych, w czerpanych złożach gazu. Ta ostatnia metoda jest najbardziej rozpowszechniona. Jest najtańsza, wymaga jedynie dobrania optymalnego czasu przerwania wydobycia gazu ze złoża. Nieodłączną częścią podziemnego magazynowania gazu ziemnego stanowią jego urządzenia naziemne: stacja sprężarek, instalacja osuszania i oczyszczania gazu z zanieczyszczeń mechanicznych, punkt rozdzielczy i odwierty eksploatacyjne. **LNG, czyli naturalny skroplony gaz**, magazynowany jest najczęściej w zbiornikach metalowych. Zbiorniki te pracują w każdym terminalu przyjmującym lub ekspediującym ten produkt oraz w wielu instalacjach skraplania i regazyfikacji gazu ziemnego eksploatowanych w celu pokrycia zapotrzebowań szczytowych. Płaszcz zewnętrzny zbiornika wykonany jest ze sta1i węglowej. Natomiast płaszcz wewnętrzny musi być wykonany z metalu, który nie będzie kruchy w niskiej temperaturze składowania LNG. Najczęściej stosuje się więc aluminium i jego stopy oraz stal niklową. Zbiorniki meta1owe otoczone są obudową, w której musi się zmieścić cała jego zawartość w przypadku pęknięcia.

**Rozprowadzanie gazu ziemnego**

Gazziemny rozprowadzany jest siecią gazową. Jest to układ rurociągów rozprowadzających paliwo gazowe od miejsca wydobycia do odbiorcy z uzbrojeniem i urządzeniami służącymi do jej obsługi. Sieć gazowa kończy się kurkiem głównym, który jest ostatnim jej elementem. Podstawowego podziału sieci gazowej można dokonać uwzględniając jej funkcję, ciśnienie i układ. Ze względu na funkcję gazociągi dzielimy na: – magistralne (tranzytowe), – zasilające, – rozdzielcze, – przyłącza. Ze względu na ciśnienie gazociągi dzielimy na:

– wysokiego ciśnienia – powyżej 1,6 MPa,

– średniego podwyższonego ciśnienia – od 0,5 do 1,6 MPa,

– średniego ciśnienia – powyżej 10 kPa do 0,5 MPa,

– niskiego ciśnienia – poniżej 10 kPa.

Ze względu na układ prowadzonych rurociągów wyróżniamy gazociągi w układzie:

– zamkniętym,

– otwartym,

– mieszanym. Ze względu na zastosowane materiały, gazociągi dzielimy na:

– gazociągi stalowe,

– gazociągi z tworzyw sztucznych.