

RYSZARD PETELA^{x)}

TEMPERATURA REAKCJI W CZADNICY DWUSTOPNIOWEJ

Czadnica z podwójnym odbiorem gazu zwana krótko czadnicą dwustopniową jest zasilana paliwem o dużej zawartości części lotnych (np. węgiel kamienny, brunatny). Czynnikiem zgazowującym paliwo wdmuchiwanym pod ruszt czadnicy jest najczęściej mieszanina powietrza i pary wodnej o ciśnieniu zbliżonym do ciśnienia atmosferycznego. Dolnym króćcem czadnicy odbiera się gaz o temperaturze od 400 do 800°C powstający głównie w procesie zgazowania. Górnym króćcem czadnicy odprowadza się gaz o temperaturze od 80 do 120°C będący produktem odgazowania części lotnych paliwa oraz zawierający część gazu powstałego w procesie zgazowania.

Zasadę działania czadnicy dwustopniowej realizuje się w różnych rozwiązaniach konstrukcyjnych. Wyodrębnić można również dwa główne typy tych czadnic. Pierwszy typ charakteryzuje się tym, że gaz dolny odbierany jest bezpośrednio ze strefy reakcyjnej. Drugi typ czadnicy dwustopniowej polega na tym, że gaz dolny odprowadzony ze strefy redukcyjnej wykorzystany jest do przeponowego ogrzewania warstw paliwa w szybie czadnicy powyżej dolnego króćca.

Czynnik zgazowujący doprowadzany do czadnicy wraz z paliwem, przesuwanym się w dół szybu bierze udział w reakcjach zgazowania. Reakcje te w miarę zwiększającej się odległości od rusztu czadnicy zachodzą coraz powolniej. Równocześnie z wymianą substancji odbywa się również wymiana ciepła pomiędzy fazą gazową i paliwem. Reakcje chemiczne zatrzymują się dopiero wówczas, gdy koncentracja CO₂ w fazie gazowej jest równa koncentracji CO₂ w warstwie granicznej i nie ma już żadnej wymiany substancji oraz kiedy na skutek zaniku różnicy

x) Adiunkt dr inż. Ryszard Petela, kierownik Zakładu Gospodarki Gazowej Katedry Energetyki Ciepłej.

temperatur pomiędzy gazem i paliwem stałym nie ma wymiany ciepła. Temperatura, przy której następuje taki stan równowagi wymiany ciepła i substancji nazywa się temperaturą reakcji. Przy dalszym obniżaniu się temperatury w warstwach dalej położonych od rusztu następuje zamrożenie tej równowagi. Temperatura reakcji, zdefiniowana przez W. Gumza^{x)} określa końcowy skład chemiczny gazu i stąd jej duże znaczenie przy obliczaniu procesu zgazowania.

Temperaturę reakcji w czadnicy można określać na podstawie odpowiednich pomiarów, lub obliczać z bilansu cieplnego strefy reakcyjnej. Temperatura reakcji zależy głównie od stosunku wdmuchiwanym ilości pary wodnej i powietrza oraz od wielkości zewnętrznej straty ciepła. Temperatura reakcji maleje ze wzrostem zawartości pary wodnej w podmuchu i ze wzrostem zewnętrznej straty ciepła. Otrzymywany gaz jest tym lepszy im wyższa jest temperatura reakcji.

Wartości temperatury t_R reakcji w zależności od stosunku ilości wdmuchiwanej pary wodnej i powietrza oraz w zależności od zewnętrznej straty ciepła zostały obliczone przez E. Rammlera i P. Göhlera^{xx)}, na podstawie definicji W. Gumza.

Przy rozważaniu możliwości wykorzystania przy czadnicach dwustopniowych obliczonych wartości temperatury reakcji, można rozpatrzeć dwa przypadki.

Przypadek pierwszy zachodzi wówczas, gdy temperatura t_g gazu dolnego jest mniejsza od temperatury t_R reakcji ($t_g < t_R$) obliczonej, podług W. Gumza dla przyjętej proporcji pary i powietrza oraz zewnętrznej straty ciepła. W przypadku tym temperatura t_R jest rzeczywistą temperaturą reakcji w czadnicy dwustopniowej ponieważ odbieranie gazu dolnym króćcem nie ma wpływu na proces zgazowania, zachodzący całkowicie w warstwach poniżej dolnego króćca. W przypadku tym wartości t_R obliczone przez E. Rammlera i P. Göhlera odpowiadają temperaturze reakcji w czadnicy dwustopniowej.

x) W. Gumz: Gas producers and Blast Furnaces, John Wiley, New York, 1950.

xx) E. Rammler, P. Göhler: Über die Einflüsse des Dampfzusatzes zur Vergasungsluft und der Wärmeverluste der Reaktionszone auf die Ergebnisse der Vergasung von Koks in Festbettgeneratoren, Freiberg Forschungsheft, Ser. A 82 (1957), str.20-48.

Przypadek drugi zachodzi wówczas, gdy temperatura gazu dolnego jest większa od temperatury reakcji ($t_g > t_R$). Można wykazać, że w czadnicy dwustopniowej przy bezpośrednim odbiorze gazu dolnego (typ pierwszy) temperatura t_R jest rzeczywistą temperaturą reakcji bez względu na ilość odbieranego gazu, pomimo że gaz dolny odbierany jest ze strefy reakcyjnej. Gaz dolny w tym przypadku jest produktem nie zakończonego procesu zgazowania. Obliczone wartości temperatury t_R odpowiadają temperaturze reakcji, która występuje w warstwie znajdującej się powyżej dolnego króćca czadnicy dwustopniowej.

Przy rozpatrywaniu drugiego przypadku ($t_g > t_R$), czadnicy dwustopniowej drugiego typu gaz dolny podgrzewa przeponowo warstwy paliwa znajdujące się powyżej dolnego króćca czadnicy. Efekt tego podgrzewania polega na tym, że zmniejsza się zewnętrzna strata ciepła dla warstw strefy reakcyjnej położonych powyżej dolnego króćca. Proces zgazowania w tym przypadku osiąga stan równowagi przy temperaturze reakcji wyższej w porównaniu z odpowiednią czadnicą z bezpośrednim odbiorem gazu dolnego (typu pierwszego). Rzeczywista temperatura reakcji jest w tym przypadku tym wyższa im wyższa jest temperatura t_g gazu opuszczającego strefę reakcyjną.

Określono w ten sposób warunki, przy których można w rozważaniach procesu zgazowania w czadnicy dwustopniowej bezpośrednio wykorzystać opublikowane w cytowanej literaturze wartości temperatury reakcji.