

Sommario

Il processo di sintesi dell'ammoniaca da idrogeno e azoto molecolari – prodotto di base dell'industria chimica da cui si ottengono fertilizzanti, esplosivi, materie plastiche – richiede l'impiego di elevate pressioni ed è stato il primo processo con tali caratteristiche ad essere realizzato industrialmente. Tali processi prevedono l'impiego di un reattore catalitico a letto fisso seguito dalla separazione del prodotto. La reazione è esotermica ed i reattori impiegati sono di due tipi: con scambio termico incorporato nell'intero letto catalitico ovvero costituito da vari strati catalitici operanti adiabaticamente con raffreddamenti intermedi; nella seconda tipologia, più diffusa in pratica in quanto di più semplice realizzazione, il raffreddamento può essere effettuato con scambiatori di calore localizzati ovvero mediante *quench* con reagente fresco.

Obiettivo di questo studio è stato quello di valutare quantitativamente le prestazioni di alcune varianti dei reattori adiabatici con raffreddamenti intermedi al fine di giustificarne struttura e condizioni operative. Si sono calcolate temperatura e composizione uscenti dagli strati catalitici per le seguenti situazioni: (i) vari strati catalitici schematizzati ciascuno come stadio di equilibrio, con scambio termico localizzato, (ii) idem, con raffreddamento realizzato mediante *quench*, (iii) strati catalitici in cui il gas è schematizzato come una cella perfettamente miscelata ovvero come sequenza di celle perfettamente miscelate. A ciascuno di tali modelli corrispondono prestazioni uguali a quelle dei reattori reali.

Abstract

Ammonia synthesis from molecular hydrogen and nitrogen – from which fertilisers, explosives and plastics are produced – requires that high pressure be employed and was the first process of this type to be realised industrially. All processes consist of a catalytic fixed bed followed by product separation. The reaction is exothermic and two types of apparatus have been used, namely reactors with heat exchange incorporated in the bed or consisting of various adiabatic beds with intermediate cooling. In the second category, that is simpler to manufacture, the cooling can be performed either with intermediate, localised heat exchangers or by quenching with cold, fresh reagents.

The purpose of this study is to quantitatively evaluate the performance of some variants of reactors with intermediate cooling in order to justify their structure as well as their operating conditions. Thus, composition and temperature of the gas at the exit of each catalytic bed has been calculated for the following cases: (i) a number of catalytic beds, each working at equilibrium, with heat exchange between them, (ii) the same, with cooling effected by quenching with a cold reagent stream, (iii) the gas in each bed being schematised as a single perfectly mixed cell (CSTR) or a sequence of mixed cells. Each of these models gives performances quite similar to those of the actual equipment.