

131

Air Purification in an Adiabatic Reverse-Flow Reactor by Catalytic Combustion

DIPL.-ING. K. MÜNDLEIN (at the poster),

DR. IR. L. VAN DE BELD, PROF. DR. IR. K. R. WESTERTEP
Chemical Reaction Engineering Laboratories, University of Twente
IPP, NL-7500 AE Enschede, The Netherlands.

Volatile organic compounds (VOCs) emitted mostly by the chemical process industries are hydrocarbon compounds that react with nitrogen oxides and other airborne chemicals to form photochemical ozone which is the primary component of smog. Polluted air streams, e.g. from tank farms, dye chambers, dry cleanings or soil cleanings, are contaminated with VOCs in a wide range of concentration and composition. In the case of valuable or high concentrated contaminants, separation methods with recovery of the organic compounds might be considered. Another group of cleaning methods is composed of non-selective destructive processes, like thermal or catalytic combustion. Comparing catalytic combustion to thermal combustion, heterogeneous, catalyzed reactions usually proceed at much lower temperatures, consume less additional fuel and form no NO_x -emissions. Under commercial conditions a catalytic combustion set-up should run under minimal energy consumption and should be either insensitive to input fluctuations or well controllable.

For practical purposes the catalytic oxidation preferably is carried out in an adiabatic packed bed reactor with periodic flow reversal (RFR). The catalyst bed serves as reactor as well as regenerative heat exchanger. After preheating the bed for start-up, cold inlet air is heated by the hot solid phase and a reaction heat front travels through the reactor, after some time the direction of the flow is reversed and the heat front moves in the opposite direction. This process is repeated continuously by periodic reversal of the flow. The reaction zone is moving between two boundaries corresponding to the temperature profile. The so-called pseudo-steady-state is reached when the same shape of the temperature profile is observed periodically. At this stable dynamic performance of the RFR the heat of reaction is removed from the reactor by the slightly heated outlet flow.

An experimental reactor has been constructed, which almost completely reached the goal of an adiabatically operating system. The influence of several operating parameters like gas throughput, cycle period, chemical character and composition of the contaminants and reactor pressure is discussed. The reactor has been operated autothermally, when the inlet concentrations were sufficiently high. Not only the reactor behavior at fixed operating conditions, but also the response of the reactor towards variations in inlet conditions is reported. To respond rapidly to feed composition fluctuations an independent set-up is implanted to receive the full kinetic information of the feed fast.

In conclusion, the catalytic, oxidative combustion of VOCs in a RFR under autothermal operation is a very efficient method in air purification. To ensure the autothermal conditions a minimum adiabatic temperature rise is needed. Only a very small

amount of external energy supply for start-up as well as for at very low contaminant concentrations is required. A RFR can handle fluctuations in inlet conditions well; complete conversion is still maintained for a long period of time after blow-out conditions have been established. Of course, the complete installation is automated and operated continuously by computer assistance.

132

Abluftreinigung durch fraktionierte Gegenstromkondensation

DIPL.-ING. U. GLAS (am Poster),

PROF. DR.-ING. DR. H.C./INPL E.-U. SCHLÜNDER

Institut für Thermische Verfahrenstechnik, Universität Karlsruhe,
D-76128 Karlsruhe.

Zukünftige gesetzliche Rahmenbedingungen (z.B. die Novellierung der 2. BImSchV vom 1. März 1991) fordern, Abluftreinigung zunehmend in geschlossenen Anlagen zu betreiben. In diesem Zusammenhang zeichnet sich die Kondensation durch eine Reihe von Vorteilen aus gegenüber anderen gängigen Verfahren wie Adsorption oder Membranverfahren. So ist es theoretisch möglich, in einem einzigen Verfahrensschritt die Abluft zu reinigen und gleichzeitig die zurückgewonnenen Lösungsmittel unmittelbar in den Produktionsprozeß zurückzuführen (absolut geschlossener Kreislauf).

Bisher wird das Verfahren der Kondensation hauptsächlich als Vorabscheidestufe bei Kühlwassertemperatur eingesetzt. Zur vollständigen Reinigung der Abluft sind jedoch tiefere Temperaturen erforderlich, wie sie beispielsweise mit Hilfe von flüssigem Stickstoff erzeugt werden können. Obwohl bereits vereinzelt Abluftreinigungsanlagen mit Tieftemperaturkondensation auf dem Markt sind, fehlen bislang grundlegende Untersuchungen zu dabei auftretenden Problemen wie Aerosol- oder Eisbildung. Auch ist es zur Zeit noch nicht möglich, Lösungsmittelgemische in fraktionierter Form zurückzugewinnen.

Am Institut für Thermische Verfahrenstechnik der Universität Karlsruhe (TH) wurde deshalb eine Versuchsapparatur aufgebaut, die die Untersuchung der Abluftreinigung durch Tieftemperaturkondensation erlaubt. Kernstück der Apparatur ist ein vertikaler Rohrwendelkondensator, den mantelseitig von unten nach oben die zu reinigende Abluft durchströmt, während das an der innen gekühlten Rohrwendel entstehende Kondensat nach unten abtropft. Aufgrund des anliegenden Temperaturgradienten (unten warm, oben kalt) kondensieren die in der Abluft vorhandenen Dämpfe entsprechend ihrer Flüchtigkeit nacheinander aus und können in Seitenabzügen, die auf verschiedenen Höhen im Kondensator angebracht sind, fraktioniert abgezogen werden.

Erste Versuche wurden mit künstlicher Abluft aus Heptan, Diethylether, Diisopropylether und Stickstoff durchgeführt, wobei Beladung und Volumenstrom der Abluft sowie die Kühlleistung variiert wurden. Dabei bestätigte sich die Auftrennbarkeit von Dampfgemischen durch Tieftemperaturkondensation. Mit Hilfe eines am Institut entwickelten Rechenprogramms, das die bei bestimmten Betriebsbedingungen auftretende Aerosolbildung