

alizatora jest bliska 100%. Zjawisko adsorpcji-desorpcji jest więc głównym czynnikiem zmniejszającym skuteczność procesu oczyszczania.

Rys. 6 przedstawia skuteczność procesu oczyszczania w trakcie jednego cyklu rewersyjnego. Choć, że pomimo bardzo wysokiej konwersji efektywność oczyszczania jest niższa, zwłaszcza podczas pierwszej minuty cyklu rewersyjnego. Jest to spowodowane desorpcją izopropanolu z nośnika ceramicznego. Jednak przeciętna skuteczność oczyszczania podczas całego cyklu jest wyższa niż 98%.

Regeneracyjna wymiana ciepła jest efektywna, odzyskuje się w ten sposób do ok. 95% ciepła. Tak więc, chociaż układy do regeneracyjnego utleniania katalitycznego są drogie, to jednak koszty eksploatacyjne są niższe ze względu na bardzo efektywne wykorzystanie ciepła przy odzyskiwaniu zanieczyszczeń do prowadzenia procesu.

Układ regeneracyjnego utleniania katalitycznego może oczyszczać gazy odlotowe, emitowane podczas takich procesów przemysłowych jak: produkcja polimerów i żywic, związków organicznych, rafinowanie produktów naftowych, produkcja tworzyw sztucznych, lakierowanie, procesy lakierowania, drukowania, produkcja mebli drewnianych (wykańczanie/lakierowanie), produkcja rozpuszczalników.

Standardowa skuteczność oczyszczania gazów odlotowych z zanieczyszczeń organicznych jest wyższa niż 96%. Jednak w przypadku gorących gazów odlotowych destrukcja związków organicznych jest nie mniejsza niż 98%. Tak jest na przykład w przypadku lakierowania i drukowania opakowań.

Katalityczne utlenianie związków organicznych jest związane z wydzielaniem ciepła. Ciepło to (równoważna co najmniej 0,5 - 1,0 g/Nm<sup>3</sup>) zużywana jest do podtrzymania temperatury katalizatora na poziomie zapewniającym wysoką konwersję zanieczyszczeń. Nadmiar ciepła jest usuwany w dolnej części reaktora, co powoduje wzrost temperatury gazu wylotowego o wartość  $\Delta T$ . Wielkość ta jest proporcjonalna do ciepła utleniania związku organicznego i jego ilości. Zwykle  $\Delta T$  ma wartość pomiędzy 20 a 30° na 1 g związku organicznego w 1 Nm<sup>3</sup> gazu. Wzrost temperatury gazu wylotowego wynika ze spalania związku organicznego w ilości przekraczającej stężenie potrzebne do zachowania autotermiczności procesu (0,5 - 1,0 g/Nm<sup>3</sup>). Nadmiar ciepła wyprowadzane przez gaz wylotowy może być odzyskane dwoma sposobami: i) pośrednio przez zastosowanie gorącego gazu w procesie technologicznym, ii) za pomocą wymiennika ciepła w przypadku, gdy potrzebny jest bardzo czysty gaz.

Reaktory przemysłowe zaprojektowane w oparciu o proces RUK, zostały zastosowane w praktyce. Do chwili obecnej licencjonowani producenci krajowi i zagraniczni uruchomili 100 instalacji o łącznej zdolności oczyszczania 980 000 Nm<sup>3</sup>/godz. Instalacje te oczyszczają gazy odlotowe z procesów przemysłowych głównie w Polsce i Szwecji, a ponadto w Czechach i USA.

## Wymennictwo

Łojciechowski J.: Patent polski nr 126 361 (1980).  
Łojciechowski J., Haber J.: Appl. Catal. 4 (1982) 275.

## Summary

has been described the Regenerative Catalytic Oxidation System which is used in industrial practice for cleaning flue gases from organic pollutants. It has been discussed the role of parameters influencing the efficiency and operation cost of the process.

Janusz MICZYŃSKI<sup>1)</sup>

## ANALIZA ZMIAN ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA W RABCE W ASPEKTCIE PROWADZONEJ GAZYFIKACJI

### 1. Wstęp

Jednym z podstawowych warunków, a także jedną z konsekwencji rozwoju cywilizacyjnego jest konieczność zaspakajania potrzeb energetycznych. A wytwarzanie ciepła to jeden z głównych czynników wiążący się bezpośrednio z emisją zanieczyszczeń powietrza. Problem ten jest szczególnie ważny w małych miejscowościach rekreacyjno-uzdrowiskowych Polski południowej. Jednym z szczególnie ważnych miast, m.in. ze względu na prowadzone w nim lecznictwo jest Rabka. Uzdrowisko to, ze względu na wysokie stężenia zanieczyszczeń powietrza w latach 70-tych i 80-tych, stało w obliczu poważnego zagrożenia stosowanej w nim klimatoterapii. Wg. oceny stanu higienicznego powietrza w uzdrowiskach polskich, dokonanej w 1977 r., w niektórych okresach średniobowe stężenia dwutlenku siarki, występowały na bardzo wysokim poziomie np. w grudniu 1977 r., 97% wyników było powyżej dopuszczalnej normy [T. Góra, 1977]. Wykonane przez J. Miczyńskiego [1981] w latach 1977-1978 pomiary wskaźnikowych zanieczyszczeń powietrza, w odniesieniu do stężeń uznanych za szkodliwe dla zdrowia, wykazały, iż występujące okresowo w Rabce stężenia pyłu i stężenia dwutlenku siarki, mogły w tym czasie powodować nasilenie częstotliwości zachorowań i natężenie zachorowalności na choroby układu oddechowego. Potwierdzają to też badania J. Bartosik [1985] i J. Lewińskiej [1989].

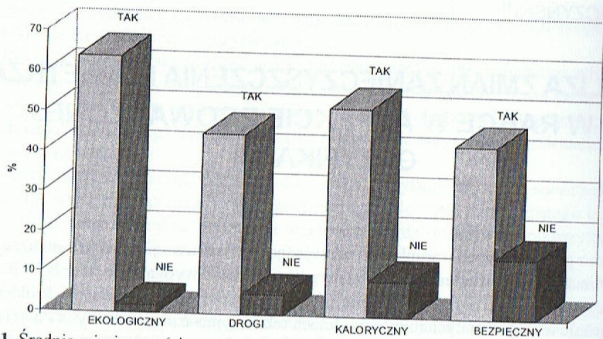
Zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w Rabce są pochodzenia lokalnego i pochodzą przede wszystkim ze spalania stałych nośników energii (węgla). [Miczyński, 1989]. Ponieważ główną przyczyną wysokich stężeń zanieczyszczeń powietrza było spalanie stałych nośników energii, podjęta została kompleksowa gazyfikacja Rabki, oraz przeprowadzone badania, których celem była ocena wpływu procesu gazyfikacji tego miasta, na zmiany poziomów stężeń zanieczyszczeń powietrza.

Miejscowość ta doskonale nadaje się do tego typu badań, gdyż znajduje się w zamkniętej kotlinie śródgórskiej z dala od dużych źródeł emisji, posiada stosunkowo dużo wyników z pomiarów zanieczyszczeń oraz dobrze rozwiniętą pediatryczną służbę medyczną.

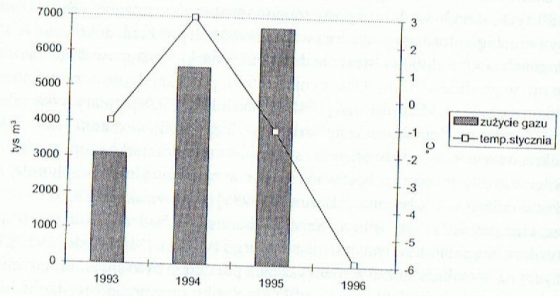
### 2. Metodyka

Pomiary zanieczyszczeń powietrza wykonywane były przy pomocy aspiratorów AKZ-A1, przystosowanych do pobierania średnich dobowych stężeń pyłu zawieszonego oraz dwutlenku siarki (metodyka stosowana była również w latach poprzednich i jest kontynuowana). Stężenie pyłu określano przy pomocy metody reflektometrycznej, stężenia SO<sub>2</sub> przy zastosowaniu metody West Gaeke'a. Pomiary wykonywane były w kilku punktach w latach 1993-1996. Równolegle prowadzono pomiary elementów meteorologicznych: temperatury powietrza, wilgotności oraz prędkości i kierunku wiatru. Ponadto dwukrotnie w zimie 1994/95 i w zimie 1995/96

<sup>1)</sup> Katedra Meteorologii i Klimatologii, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, AR Kraków



Rys. 1. Średnie miesięczne (zimowe) stężenie pyłu zawieszonego w Rabce w okresie 1993-1996



Rys. 2. Roczne zużycie gazu w Rabce na tle temperatury stycznia

zostały przeprowadzone badania ankietowe wśród 150 indywidualnych gospodarstw domowych na temat praktycznego wykorzystania nośników energii i oceny gazyfikacji. Ankieta dotyczyła również okresu przed gazyfikacją i po podłączeniu gazu do domu.

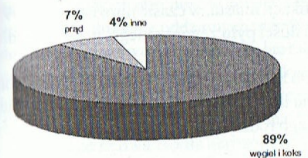
3. Wyniki badań

Przebiegi stężeń pyłu zawieszonego w wybranych miesiącach zimowych tj. styczeń, luty, marzec okresu 1993-1996 jak też całkowite zużycie gazu w Rabce, prezentują rys. 1 i 2. Widać, że zanieczyszczenie powietrza w 1996 roku wzrosło, szczególnie w styczniu.

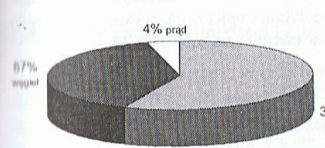
Ocena stężeń SO<sub>2</sub> wykazała, iż kształtowały się nadal na niskim poziomie. Wzrost zapylenia nastąpił pomimo sukcesywnego w tym okresie postępu gazyfikacji, (rys.2.) mimo rozbudowy sieci i zwiększenia ilości przyłączy gazowych do indywidualnych gospodarstw domowych. Gazyfikacja miała przecież zmniejszyć zanieczyszczenia powietrza w Rabce - był to jeden z głównych motywów jej realizacji! Sytuację tę można wiązać z kilkoma przyczynami. Jedną z nich jest

(rys. 2). Zmusiła ona indywidualnych użytkowników domów do zwiększonego, w porównaniu do lat poprzednich, zużycia nośników energii koniecznych do ogrzewania domów. Drugim czynnikiem pośrednim, decydującym o poziomie zanieczyszczenia powietrza jest cena gazu. Czynnikiem spowodował, iż w ekonomicznych kalkulacjach indywidualnych użytkowników - odbiorców gazu, pojawiła się wątpliwość - czy postąpili słusznie podłączając się do sieci gazowni. Wielu z nich pozostawiło w swych domostwach drugi piec na paliwa tradycyjne. Węgiel kamienny i brunatny, koks, brykiety, wszelakiego rodzaju odpady drewniane, często śmieci i nawet odpady gumowe i skórzane to przecież dużo tańsze nośniki energii.

Ocenę stosowanych nośników energii w indywidualnych gospodarstwach i ich wykorzystania dokonano na podstawie ankiet i rozmów przeprowadzonych w ok. 150 gospodarstwach domowych. [A. Figurny, 1996] Respondenci określali wykorzystanie różnych nośników energii przed rozpoczęciem procesu gazyfikacji w Rabce i po podłączeniu gazu. Określali też swój pogląd na stosowane nośniki.

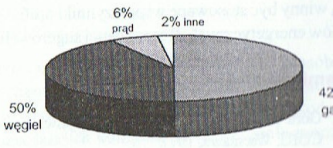


Rys. 3. Ogrzewanie domów przed 1994 r.

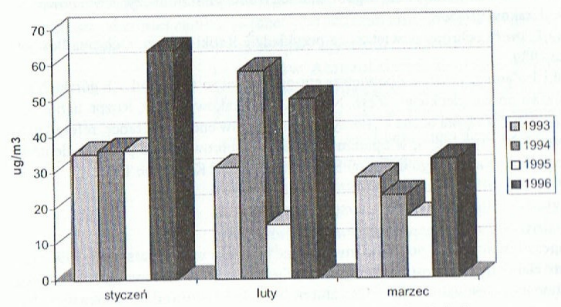


Rys. 4. Ogrzewanie domów w zimie 1994/1995 r.

Do ogrzewania domów przedrokiem 1994 w około 90% domostw używano węgla i koks (rys. 3). W zimie 1994/95 - już 39% indywidualnych gospodarstw stosowało gaz, natomiast w zimie 1995/96, tylko o 3% wzrosła ilość domów stosujących gaz do ogrzewania



Rys. 5. Ogrzewanie domów w zimie 1995/1996 r.



Rys. 6. Ciężar pyłu w Rabce indywidualnych użytkowników gazu odnośnie jego stosowania we w

wynosiła 42%! Trzeba zaznaczyć, iż działo się to w okresie intensywnie prowadzonej gazyfikacji Rabki. Część domów podłączyła się do sieci, natomiast pewna ilość zaprzestała ogrzewania domu gazem, powracając do stałych nośników energii. Pojedyncze gospodarstwa mają nawet zamiar odłączyć gaz od domu i zlikwidować licznik.

Jest to bardzo niepokojący fakt, stawiający pod znakiem zapytania sprawę zasadniczą - ideę gazyfikacji! Fakt ten ma też swoje odbicie w ogólnej opinii respondentów na temat użytkowania gazu. Około 50% ankietowanych uważa, że gaz jest za drogi, jednak uważają, iż jest paliwem ekologicznym (65%), efektywnym i bezpiecznym (rys. 6).

#### 4. Wnioski

1. Prowadzone do 1995 roku badania zanieczyszczeń powietrza w Rabce, wykazały spadki wskaźnikowych zanieczyszczeń powietrza.
2. Mimo znacznego zaawansowania procesu gazyfikacji miasta, w czasie mroźnej zimy 1995/96 zanotowano w Rabce wzrost poziomów stężeń ilości pyłu zawieszonego, w porównaniu do zim poprzednich.
3. Badania ankietowe wykazały, iż w zimie 1995/96 zanotowano pewne zahamowanie procesu faktycznego wykorzystania gazu do ogrzewania indywidualnych gospodarstw domowych i powrót do spalania węgla, koksu oraz wszelkiego rodzaju odpadów i śmieci.

#### 5. Wnioski praktyczne

Aby utrzymać czystość powietrza, w miejscowościach uzdrowiskowo-rekreacyjnych typu Rabka, winny być stosowane współczynniki preferencyjne dotyczące opłat za gaz wykorzystywany do celów energetycznych. Respondenci sugerowali wielkość ewentualnej subwencji na ok. 30%.

#### Pismienictwo

- [1] Góra T: Ocena stanu higienicznego powietrza w uzdrowiskach, Zjednoczenie „Uzdrowiska Polskie”, COIU, Warszawa, 1977.
- [2] Miczyński J., Zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego w Rabce, Problemy Uzdrowiskowe, 1981, 2 1/4.
- [3] Bartosik J: Bioklimat Rabki ze szczególnym uwzględnieniem zanieczyszczeń powietrza, maszynopis, IKŚ, Kraków 1985.
- [4] Lewińska J: strefy ochrony powietrza na przykładzie Rabki-Zdroju, Ochrona Powietrza, 5, 1989, Katowice 1989.
- [5] Miczyński J: Zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w warunkach górskich na przykładzie województwa nowosądeckiego, Zesz. Nauk. AR w Krakowie 1989, Rozpr. habil. Nr 134.
- [6] Figurny A., i in.: Wstępna ocena wykorzystania nośników energii w Rabce, referat opracowany pod kierunkiem J. Miczyńskiego, w oparciu o badania przeprowadzone przez studentów Międzywydziałowego Koła Naukowego Ochrony Środowiska AR w Krakowie 1996.

#### Summary

The changes of indicator air pollution investigated in Rabka in the years 1993-1996 were evaluated. The results were elaborated against the background of gasification of the town and meteorological factors.

The questionnaire investigations carried out among households showed the decreasing of interest in gas as energy carrier. The winter of 1995/96 was characterized by the decrease of air dustiness concentration in comparison with the ones in previous periods.