

Piotr GRZYBOWSKI

e-mail: grzybowski@ichip.pw.edu.pl

Katedra Inżynierii Procesów Zintegrowanych, Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej, Politechnika Warszawska, Warszawa

Ocena i kontrola czystości mikrobiologicznej powietrza w samochodowych układach klimatyzacyjnych

Wstęp

Jakość powietrza w samochodach osobowych jest charakteryzowana przez takie parametry jak temperatura, wilgotność, skład chemiczny, zapach oraz stężenie cząstek aerozolowych a wśród nich poprzez zawartość cząstek bioaerozolowych [1–4]. W skład bioaerozolu wchodzi generalnie wszelkie cząstki zawierające składniki tkanek lub mające związek z organizmami żywymi [5, 6]. Najczęściej są to różne pyłki i drobne fragmenty tkanek, ale są to także martwe i żywe mikroorganizmy takie jak bakterie czy grzyby.

Podczas jazdy autem z włączonym systemem klimatyzacji kierowca i pasażerowie oddychają powietrzem wprowadzanym do wnętrza auta poprzez system wentylacji. Układ nawiewu powietrza w aucie ulega z czasem zanieczyszczeniu wraz z jego filtrem pyłkowym. We wnętrzu układu klimatyzacji z czasem tworzą się warunki sprzyjające rozwojowi mikroorganizmów wykorzystujących wilgoć powstającą na parowniku [7]. Rozwój tych mikroorganizmów powoduje z czasem ryzyko wtórnego zanieczyszczenia powietrza nie tylko dokuczliwymi czy alergizującymi cząstkami, ale także chorobotwórczymi bakteriami [8].

Celem prezentowanych badań była ocena jakości powietrza wewnętrznego w samochodzie wyposażonym w układ klimatyzacji powietrza pod względem jego czystości mikrobiologicznej. Obecnie nie ma wielu dostępnych w literaturze naukowej opracowań tego zagadnienia. Pojawiające się publikacje dotyczą badań gatunkowych [9] lub ograniczają się do bardzo małej liczby badanych i porównywanych aut [10]. Badania te wymagają dużego nakładu i organizacji pracy w terenie i nie są chętnie podejmowane mimo powszechnego uznawania ich za bardzo ważne. Nie istnieją także w kraju przepisy normujące dopuszczalne poziomy bioaerozolu w budynkach, czy też w pojazdach samochodowych. O tym, że były wysokie dowiadujemy się wtórnie na podstawie symptomów ich oddziaływania (np. kichanie lub pieczenie oczu) lub zapadając na choroby układu oddechowego.

Opis badań doświadczalnych

Obiekty badań

Badania przeprowadzono w warsztatach mechanicznych zajmujących się czyszczeniem i naprawami systemów klimatyzacji. Badania objęto 40 aut osobowych 11 marek. Wszystkie wytypowane auta były wyposażone w układy klimatyzacji. Większość pojazdów została wyprodukowana po 2000 roku, jedynie cztery były starsze. Obiekty różniły się datami wymiany filtra przeciwyłkowego oraz datami ostatniego serwisu całego układu klimatyzacji. Jediną wspólną cechą większości badanych samochodów była informacja, że każdy z nich średnio eksploatowano w 75% po drogach miejskich i że 90% badanych aut parkuje cały rok na ulicy.

Wybrano dwa punkty pomiarowe, w których pobierano próbki powietrza do analizy:

a) Pomiar powietrza wewnętrznego – urządzenia pomiarowe umieszczano możliwie jak najbliżej centralnych nawiewników powietrza w kabinie auta w pobliżu kierowcy lub przedniego pasażera.

b) Pomiar powietrza zewnętrznego – urządzenia pomiarowe ustawiano na lub bezpośrednio przed maską badanego samochodu na wysokości kratki wlotowej powietrza.

Metodyka wykonywania pomiarów

Pobieranie próbek powietrza wewnętrznego z jego analizą pod względem zawartości aerozolu ogólnego i bioaerozolu przeprowadzono równocześnie. Cała seria pomiarów trwała około 20 minut w jednym punkcie pomiarowym. Czas trwania poboru jednej próbki cząstek aerozolu ogólnego trwał jedną minutę, a każdy pomiar wykonano w pięciokrotnym powtórzeniu.

W pomiarach wykorzystano laserowy licznik cząstek firmy TSI – AeroTrak 8220 i automatyczny termohigrometr LB-701.

Uzupełniające pomiary temperatury i wilgotności względnej powietrza dokonywano za pomocą termohigrometru. Po ustaleniu się wartości dokonywano odczytu z głównego ekranu urządzenia. Pomiary w powietrzu zewnętrznym przeprowadzano analogicznie.

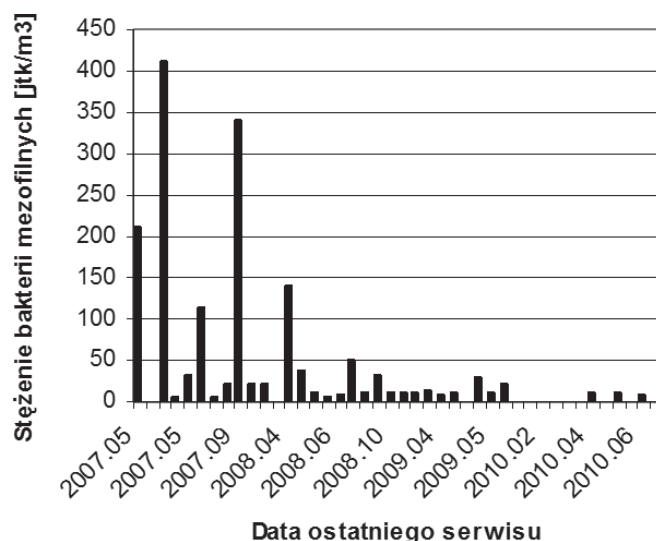
Pomiary mikrobiologiczne

Badania mikrobiologiczne wykonano przy użyciu próbnika typu *Sampl'Air* firmy *Lite AES Laboratoire*. Próbki bioaerozolu gromadzone były na jałowych płytkach z odpowiednim podłożami dobranymi dla badanych grup mikroorganizmów. Płytki te były następnie inkubowane i na podstawie ilości wyrosłych kolonii obliczano stężenie bioaerozolu w jtk/m³ (jtk – jednostki tworzące kolonie).

Przeprowadzane pomiary mikrobiologiczne obejmowały zbadanie trzech grup mikroorganizmów w powietrzu: bakterii psychrofilowych, mezofilowych a także grzybów mikroskopowych.

Oczyszczanie systemu klimatyzacji

Oczyszczanie systemu klimatyzacji polegało na wymianie filtra przeciwpyłkowego oraz wprowadzeniu piany ze środkami dezynfekującymi do wnętrza kanałów rozprowadzających powietrze w aucie. Pianka ekspandując dociera do trudno dostępnych miejsc w kanałach. Po około 30 minutach działania piany załącza się wewnętrzną wentylację w aucie na około 20 minut i osusza resztki piany w kanałach.



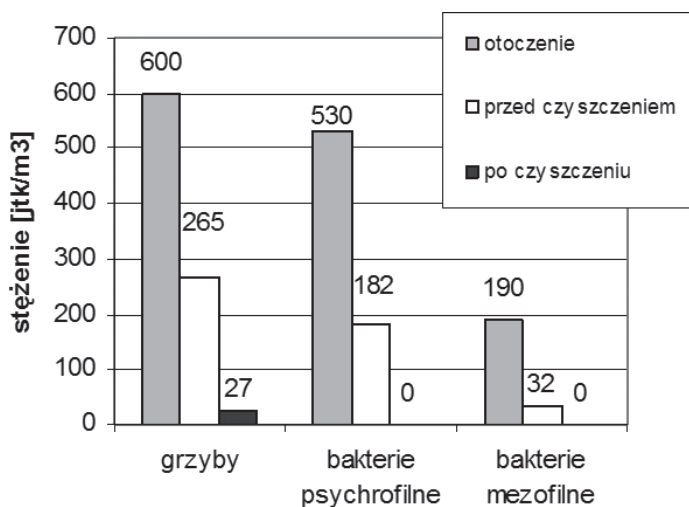
Rys. 1. Stężenie bakterii mezofilnych w zależności od daty ostatniego serwisu układu klimatyzacji w aucie

Wyniki badań

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów stwierdzono, że im dłuższy czas upłynął od ostatniego serwisu i oczyszczania instalacji klimatyzacyjnej tym większe stężenia drobnoustrojów rejestrowano w powietrzu wewnętrznym w badanych autach (Rys. 1).

Stężenia bakterii mezofilnych w długo nieczyszczonych autach przekraczały bezpieczny poziom 50 jtk/m^3 . Podobne zależności rejestrowano dla bakterii psychrofilnych oraz dla grzybów mikroskopowych.

Ocenie poddano także wpływ wybranej operacji oczyszczania systemu klimatyzacyjnego na mikrobiologiczną czystość powietrza porównując poziom stężenia mikroorganizmów przed i po wykonanym czyszczeniu. Na rys. 2 przedstawiono wyniki pomiaru stężenia trzech grup badanych mikroorganizmów dla powietrza zewnętrznego oraz dla powietrza wewnątrz auta przed i po czyszczeniu (serwisowaniu) układu klimatyzacji.



Rys. 2. Poziom stężenia trzech grup mikroorganizmów w powietrzu zewnętrznym i wewnętrznym przed i po serwisie układu klimatyzacji

Oczyszczanie wykonane metodą piankową okazało się bardzo skuteczne i umożliwiło zupełne wyeliminowanie z powietrza bakterii psychrofilnych i mezofilnych oraz o ok. 95% zredukowało stężenie grzybów mikroskopowych.

Wnioski

Na rozwój i charakterystykę indywidualnej flory bakteryjnej w układzie klimatyzacyjnym auta może mieć wpływ wiele różnych czynników co czyni badania porównawcze w tej dziedzinie bardzo trudne. Mimo tego można na podstawie zebranych wyników przedstawić kilka uogólnień. W większości badanych przypadków uzyskane wyniki wskazują, że stężenie bioaerozolu w powietrzu wewnętrznym zarówno bakterii mezofilnych i psychrofilnych, a także grzybów nie przekracza zalecanych norm.

W pomiarach stwierdzano, że stężenie bakterii psychrofilnych jest dużo wyższe niż bakterii mezofilnych i grzybów. Bakterie psychrofilne rozwijają się chętniej w niższych temperaturach a optymalna temperatura przypada poniżej 20°C . Przeważnie takie niskie temperatury obserwuje się w użytkowanych układach klimatyzacyjnych.

Bakterie mezofilne są bardziej niebezpieczne dla zdrowia ludzi a ich optymalny rozwój jest obserwowany w temperaturach ok. 37°C . Bakterie te nie znajdowały dobrych warunków do rozwoju wewnątrz przewodów w układach klimatyzacji.

Ilość grzybów mikroskopowych w powietrzu wewnętrznym przeciętnie wynosiła 61 sztuk na 1 m^3 , co zgodnie z normami uznaje się jako czyste powietrze, nie wpływające negatywnie na stan zdrowia człowieka. Obecność grzybów można tłumaczyć dogodnymi warunkami pod względem temperatury i wilgotności jakie panują w kanałach dopływu powietrza do kabiny samochodowej.

Z porównania wyznaczonych stężeń bioaerozolu można stwierdzić, że marka i rok produkcji samochodu nie mają istotnego wpływu na stężenie bioaerozolu. Nawet samochody o tej samej marce, albo o tym samym roczniku mogą mieć różne koncentracje bioaerozolu.

Nie znaleziono także związku z mierzoną aktualnie temperaturą i wilgotnością powietrza a poziomem stężenia bioaerozolu. Nie udało się także znaleźć żadnej zależności stężenia aerozolu ogólnego w zakresie od $0,3$ do $10,0 \mu\text{m}$ od marki wozu, czy daty ostatniego serwisu układu klimatyzacji.

Często rejestrowano większe stężenia aerozolu ogólnego, zwłaszcza w zakresie od $0,3$ do $1,0 \mu\text{m}$ w powietrzu wewnętrznym niż w powietrzu zewnętrznym, co świadczyło o generacji i uwalnianiu się cząstek z warstwy depozytu wewnątrz kanałów wentylacyjnych.

LITERATURA

- [1] W. Yang i wsp.: J. Environmental Management, **90**, 348 (2009).
- [2] M. Gołofit-Szymczak, J. Skowron: Bezpieczeństwo Pracy **3**, (2005).
- [3] L. Stetzenbach: Clinical Microbiol. Newsletter **20**, 19 (1998).
- [4] A. Charkowska: Zanieczyszczenia instalacji klimatyzacyjnych i ich usuwanie. Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce'97. Wyd. Instytutu Ogrzewnictwa i Wentylacji Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000, s. 19.
- [5] T. Dziubak: Analiza procesu filtracji powietrza wlotowego do silników pojazdów specjalnych, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa, 2008, s. 16.
- [6] K. Kaiser, A. Wolski: Klimatyzacja i wentylacja w szpitalach, Teoria i praktyka eksploatacji, IPPU MASTA, 2007, s. 96.
- [7] A. Charkowska: Zanieczyszczenia w instalacjach klimatyzacyjnych i metody ich usuwania, IPPU MASTA, 2003, s. 49.
- [8] U. Deh: Klimatyzacja w samochodzie, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2000.
- [9] Wan-Kuen Jo, Ji-Hyun Lee: Arch. Environ. Occup. Health **63**, 3, (2008).
- [10] R.B. Simmons, J.A. Noble, L. Rose: J. Industrial Microbiol. Biotechnol. **19**, 150 (1997).

Autor wyraża podziękowanie Pani mgr inż. Ewelinie Krasoń za wykonanie prac pomiarowych.