

Bogusław Cieślowski
Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki
Akademia Rolnicza w Krakowie

ZAGADNIENIA PROCESU WENTYLACJI KABINY KOMBAJNU ROLNICZEGO

Streszczenie

Niekorzystnym efektem wentylacji wymuszonej jest przenikanie cząstek zapylenia do wnętrza kabiny operatora kombajnu rolniczego. Przeprowadzone obserwacje kształtu cząstek zapylenia konimetrym Zeissa wraz z pomiarami ich wielkości wykazały udział objętościowy frakcji o wymiarach od 5 - 35 μ m. Stan ten wskazuje na konieczność filtrowania powietrza na wlocie do czerpni o znacznie większej skuteczności niż na obecnie stosowanym filtrze wykonanym z tkaniny syntetycznej. Analiza składu granulometrycznego pyłu odseparowanego z kanałów układu wentylacji nawiewowej kabiny wykazała zróżnicowany rozkład wielkościowy cząstek w stosunku do danych literaturowych dotyczących filtracji zapylenia drogowego.

Słowa kluczowe: skład granulometryczny, konimetr Zeissa, układ wentylacji kabiny

Wprowadzenie

Proces wentylacji wymuszonej kabiny kombajnu ZO-58 REKORD realizowany jest z udziałem wentylatora nawiewowego, umieszczonego w nadbudowie pomiędzy szybą czołową i dachem kabiny. Wentylator napędzany jest silnikiem o mocy 60W, zasilanym przez oporniki szeregowo dla biegu pierwszego i drugiego oraz bezpośrednio dla biegu trzeciego. Kanał wentylacyjny wlotowy zaopatrzony jest w filtr powietrza wykonany z tkaniny syntetycznej zamocowanej w ramce (nad drzwiami na zewnątrz kabiny). Niska jakość filtracji wywołuje przedmuch pyłu do wnętrza kabiny, co w przypadku wykonywania prac polowych w okresie małej wilgotności jest źródłem silnego zapylenia jej wnętrza. Sytuację pogarsza niska wydajność objętościowa przetłaczanego powietrza przez wentylator, co jest powodem częstych praktyk wykonywania prac polowych przy otwartych drzwiach kabiny.

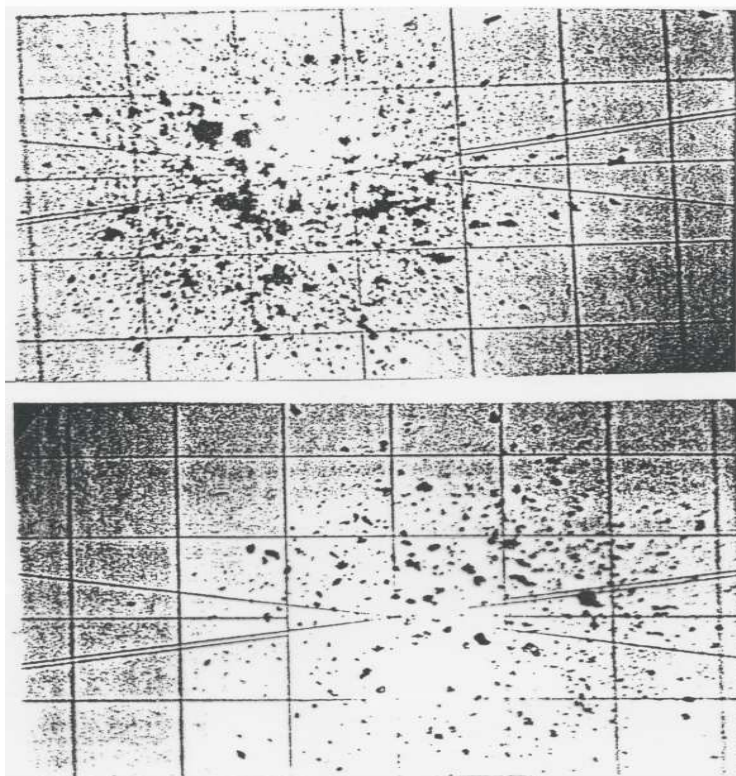
Cel i zakres realizacji tematu badawczego

Problem badawczy zawiera zarówno problematykę skuteczności filtracji zapylenia jak również dotyczy oceny składu granulometrycznego pyłu zawartego w powietrzu wnikałym do kabiny operatora kombajnu w trakcie realizacji prac polowych.

Celem pracy jest wykazanie potrzeb modyfikacji dotychczasowego układu wentylacji kombajnu. Konsultacje z producentem - firmą CHN New Holland w Płocku oraz przeprowadzona analiza dokumentacji układu wentylacji kabiny kombajnu wykazały możliwość wprowadzenia istotnych zmian konstrukcyjnych mających na celu polepszenie parametrów technicznych układu wentylacji kabiny. Zakres pracy obejmuje zatem etap koncepcji i wyznaczenie kierunków modyfikacji istniejącego układu, natomiast nie obejmuje realizacji projektu technicznego układu. Metodyka prowadzonych badań zawiera dwa odrębne i zróżnicowane etapy prac. Wstępny etap prac badawczych miał na celu wyznaczenie składu chemicznego i granulometrycznego pyłu pobranego z kanału wylotowego nawiewu wentylacji skierowanego do wnętrza kabiny operatora kombajnu. Próbkę zapylenia zostały pobrane w odstępach 2-dniowych podczas prac polowych w kampanii żniwnej 2003r w rejonie Rzeszawy w powiecie brzeskim. Uzyskane wyniki posłużyły do wyznaczenia przeciętnego składu chemicznego zapylenia przedostającego się do wnętrza kabiny na wysokości ok.3m położenia czepni powietrza.. Przyjęto uśredniony poziom strat masy zapylenia wynoszący 9,2% po przeprowadzonym procesie termicznym separacji cząstek. Straty masy wynikają głównie z udziału cząstek organicznych w badanej masie próbki. Wyznaczony skład chemiczny zawierał następujące grupy związków:

SiO ₂	- 75,5%
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	- 9,4%
Fe ₂ O ₃	- 5,6%
CaO	- 4,2%
MgO	- 1,1%
H ₂ O	- 1,2%

Do oceny składu granulometrycznego pyłu pobranego z kanałów nawiewowych wentylacji wykorzystano konimetr Zeissa, który umożliwił obserwację pobranych cząstek zapylenia przy powiększeniu 200x w świetle przechodzącym przez próbkę [Cieślikowski 1994]. Układ optyczny obiektywu wyposażony jest w podziałkę pomiarową co umożliwia dokonanie oceny kształtu i wielkości cząstek zapylenia. Pompa tłokowa przyrządu pobiera ściśle określoną objętość pyłu z ukierunkowaniem strumienia zasysanego powietrza wraz z zapyleniem w wybrany sektor tarczy szklanej pokrytej środkiem klejącym. Ponadto mikroskop wyposażono w przystawkę do fotografowania obserwowanych drobin zapylenia [Cieślikowski 1997]. Przykłady zaobserwowanych próbek zapylenia zamieszczono na rysunku 1.



Rys. 1. *Obraz pobranego zapylenia konimetrem Zeissa z kanałów wentylacyjnych kabiny kombajnu rolniczego (powiększenie 200x)*

Fig. 1. *Image of dust taken from ventilation ducts of combine-harvester cabin, obtained in the Zeiss-Conimeter (200 x enlargement)*

Zasadniczym etapem prac badawczych było wyznaczenie składu granulometrycznego cząstek zapylenia. Dokonano analizy geometrycznej cząstek zapylenia wyznaczając średni skład granulometryczny pyłu pobranego z kanałów wylotowych układu wentylacji kabiny. W tym celu każda pobrana próbka zapylenia podlegała procesowi wyznaczenia ilości cząstek w przedziałach wymiarowych (co $5\mu\text{m}$) zgodnie z procedurą analiz wymiarowania drobin zapylenia [Baczewski 1997]. Przyjęto zatem 7 grup wielkościowych cząstek zapylenia, przy czym każda następna grupa zawiera cząstki o średnicy zastępczej większej o $5\mu\text{m}$ w stosunku do poprzedniej.

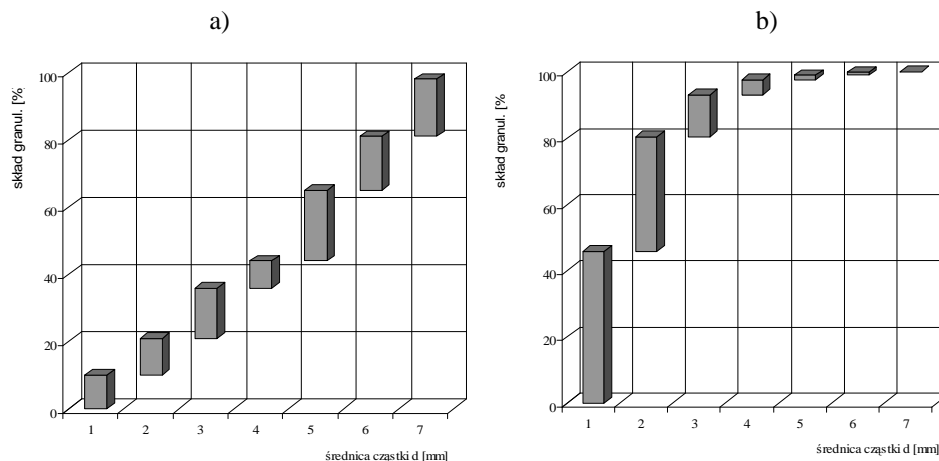
Skład granulometryczny pyłu odseparowanego z aerosolu w warunkach transportu drogowego charakteryzuje się rozkładem logarytmiczno-normalnym [Baczewski 1997]. Parametrami charakterystyki składu granulometrycznego zapylenia są:

σ – odchylenie standardowe z logarytmów wartości średnich, które dla frakcji pyłu drogowego $\sigma = 0,243$ [Baczewski 1997],

$\log d$ – średnia z logarytmów wymiarów cząstek zapylenia – dla pobranych próbek zapylenia drogowego wynosi 0,421 [Baczewski 1997],

$\log dz$ – logarytm średniej średnicy zapylenia w rozpatrywanym przedziale wymiarowym cząstek pyłu.

Ze względu na warunki polowe pracy kombajnu zbożowego oraz odmienne usytuowanie kanałów wlotowych powietrza układu wentylacji występują istotne różnice w składzie granulometrycznym zapylenia. Przeprowadzone pomiary umożliwiły określenie rozkładu geometrii zapylenia pobranego w warunkach prac polowych, jako udział procentowy ilości cząstek o określonej średnicy w stosunku do całkowitej ilości wyodrębnionych cząstek z objętości próbki. Na rysunku 2 przedstawiono skład granulometryczny pyłu pobranego z kanałów wylotowych wentylacji kabiny kombajnu Z0-58 REKORD oraz rozkład wg danych literaturowych dla transportu drogowego [Baczewski 1997].



Rys. 2. Skład granulometryczny pyłu pobranego z kanałów wylotowych układu wentylacji kabin: a) pojazdów transportowych. b) kombajnu Z0-58 REKORD

Fig. 2. Granularity of dust taken from intake ducts of ventilation systems from the cabins of: a) transport vehicles. b) Z0-58 REKORD harvester

Analiza i wnioskowanie

Obserwacje pobranych cząstek z kanałów wentylacyjnych przy pomocy konimetru Zeissa oraz dokonana analiza składu chemicznego i granulometrycznego wskazuje na przenikanie do kabiny operatora frakcji mineralnych i organicznych zapylenia. Skład granulometryczny pyłu odseparowanego w kanałach układu wentylacji nawiewowej kabiny wykazał istotne zróżnicowanie w stosunku do cząstek zapylenia drogowego w zakresie frakcji 5-35 μ m.

Zamieszczony rozkład granulometryczny pyłu wskazuje na odmienny udział cząstek frakcji poniżej 5 μ m w pyłe drogowym w stosunku do zapylenia w warunkach prac polowych kombajnu. Istotne znaczenie w tym przypadku ma również zróżnicowana wysokość położenia czerpni kanałów wentylacyjnych kombajnu i kabiny samochodu ciężarowego. Cząstki zapylenia wprowadzane są w ruch unoszenia przez zespół żniwny kombajnu w strefie przed czerpnią powietrza układu wentylacji. Strefa unoszenia pyłu drogowego - głównie przez koła samochodu ciężarowego, znajduje się za czerpnią układu wentylacji kabiny, co również tłumaczy zróżnicowanie udziałów procentowych najdrobniejszych frakcji zapylenia. Cząstki zapylenia o średnicy 35 μ m (7 grupa wielkościowa) mają niewielki udział w składzie granulometrycznym zapylenia drogowego. Mikrocząstki tej grupy mają istotne znaczenie dla składu granulometrycznego zapylenia docierającego do kabiny kombajnu zbożowego w trakcie realizacji prac polowych.

Podsumowanie

Aktywne elementy maszyny – szczególnie wytrząsacze, podsiewacz oraz zespół żniwny emitują znaczne ilości pyłu pochodzenia organicznego. Stosowany filtr z tkaniny nie zatrzymuje jednak drobnych frakcji zapylenia o składzie chemicznym wyszczególnionym powyżej. Makrocząstki zapylenia pochodzenia organicznego zostają zatrzymywane przez tkaninę filtracyjną, co przy zbyt małej powierzchni filtracyjnej prowadzi do szybkiego spadku natężenia przepływu zasysanego powietrza.

Uzyskane wyniki składu granulometrycznego zapylenia wykazały potrzebę modyfikacji czerpni układu wentylacji kabiny kombajnu rolniczego. Zamiast tkaniny filtracyjnej w wydaniu fabrycznym filtra należy zastosować warstwowy filtr powietrza wykonany z prasowanych ciętych włókien poliestrowych z przekładką z warstwy węgla aktywnego. Ze względu na znaczny udział procentowy cząstek grupy 6 i 7 koniecznym jest zastosowanie przedfiltra z ciętych włókien perlonych co znacznie przedłuży wymaganą przepustowość filtra powietrza.

Wyniki badań wykazały potrzebę dokonania modyfikacji filtra układu wentylacji kabiny w odniesieniu do struktury warstw filtracyjnych oraz w stosunku do wielkości powierzchni czynnej. Zasady projektowania filtrów i doboru materiałów filtracyjnych dla pojazdów rolniczych oparte powinny być na zróżnicowanych kryteriach w stosunku do pojazdów transportowych.

Bibliografia

Baczewski K. i in. 1997. Filtracja oleju, paliwa i powietrza w tłokowych silnikach spalinowych., WKŁ Warszawa.

Cieślikowski B. 1994. Badania skuteczności działania filtra powietrza silnika SW-400 w warunkach prac polowych, *Zeszyty Naukowe AR Kraków* nr 294, s. 79-86.

Cieślikowski B. 1996. Filtracja cząstek zapylenia w multicyklonie filtra Gf-7.60 *Zeszyty Naukowe AR Kraków* nr 311, s. 79-87.

CONSIDERATIONS ON VENTILATION OF COMBINE-HARVESTER CABIN

Summary

One of the drawbacks of forced ventilation is the penetration of dust particles to the cabin of a combine-harvester. Studies of the shape of dust particles using the Zeiss-Conimeter, together with size measurements, have revealed the volume share of fraction 5 - 35 μ m. This indicates the need to provide far more efficient filtration of air supplied to the intake, than it is achieved in the synthetic fibre filter used nowadays. The granularity analysis of the dust separated from the intake ventilation system channels of the cabin, has revealed diversified particle distribution as opposed to reference data available on road-borne dust.

Key words: granularity, Zeiss-Conimeter, cabin ventilation system