

KOMPUTEROWY SYSTEM STEROWANIA UKŁADEM WENTYLACYJNYM I ODPYLAJĄCYM W MŁYNIIE ZBOŻOWYM

Marcin Buczaj

Katedra Inżynierii Komputerowej i Elektrycznej, Politechnika Lubelska w Lublinie

Agnieszka Buczaj

Zakład Fizycznych Szkodliwości Zawodowych, Instytut Medycyny Wsi w Lublinie

Streszczenie. Głównym celem pracy jest przedstawienie komputerowego systemu sterowania układem wentylacyjnym i odpylającym w młynie zbożowym. Dzięki zastosowaniu takiego systemu możliwe jest zwiększenie poziomu ochrony zdrowia pracownika poprzez zabezpieczenie go przed warunkami niebezpiecznymi dla jego zdrowia. Jednym z takich czynników zagrażającym zdrowiu pracownika w młynie jest pył zbożowy i mączny. W pracy przedstawiono idee kompleksowego systemu kontrolującego poziom zapylenia w młynie zbożowym. Zastosowanie takiego zintegrowanego systemu powoduje zmniejszenie wpływu czynnika szkodliwego (pyłu zbożowego i mącznego) na zdrowie pracownika.

Słowa kluczowe: młyny zbożowe, zapylenie, najwyższe dopuszczalne stężenie, automatyczne systemy kontroli

Wprowadzenie

Praca w młynach zbożowych związana jest z narażeniem na hałas i wibracje oraz charakteryzuje ją wysokie obciążenie fizyczne [Zagórski 2009]. Kolejnym, ale bardzo istotnym czynnikiem szkodliwym występującym w środowisku pracy w młynach zbożowych jest pył zbożowy i mączny.

Pył zbożowo-mączny będący istotnym zagrożeniem dla pracowników powstaje podczas transportu, suszenia i składowania ziarna, przetwórstwa zboża i pakowania gotowych wyrobów. Pył ten zawiera bakterie, grzyby, owady, czasami także resztki pestycydów, jak również suche części roślin. Ponadto pył zbożowy zawiera wolną krystaliczną krzemionkę, która może stanowić zagrożenie dla zdrowia pracowników. Ekspozycja na pył zbożowy i mączny może powodować występowanie takich chorób jak: astma, zapalenie oskrzeli, gorączka zbożowa, płuco rolnika [Buczaj A. 2008a; Dutkiewicz 2009; Mołocznik 2000].

Praca załogi w młynie zbożowym wiąże się z częstym lub ciągłym przebywaniem pracowników w punktach środowiska pracy, gdzie występują wysokie poziomy zapylenia. Stosowane w młynach systemy aspiracyjne i filtracyjne często nie zapewniają odpowiedniej ochrony pracownikom. Dotyczy to szczególnie osób znajdujących się w danym pomieszczeniu, a nie wykonujących czynności roboczych w danym punkcie środowiska pra-

cy, na którym występuje przekroczenie poziomów NDS (Najwyższego Dopuszczalnego Stężenia). Niezbędne jest zatem zapewnienie bezpiecznych warunków pyłowych. Powinno to się odbywać poprzez ograniczenie emisji pyłu lub poprzez ograniczenie dostępu pracowników do pomieszczeń, gdzie występują wysokie stężenia pyłu, mogące w konsekwencji wpłynąć na przekroczenie wartości NDS na danym stanowisku pracy.

Opisany w pracy komputerowy system kontroli poziomu zapylenia, poprzez ciągły monitoring stanu urządzeń związanych z procesem technologicznym oraz za pomocą elementów odpowiedzialnych za pomiar poziomu zapylenia, określa stany, w których w danym czasie i punkcie środowiska pracy jest przekroczony poziom NDS. W przypadku przekroczenia poziomów granicznych rola systemu sprowadza się do wszczęcia trybu alarmowego. Procedura trybu alarmowego polega na włączeniu dodatkowych stanowiskowych układów aspiracyjnych oraz sygnału informacyjnego przekroczenia poziomu NDS na stanowisku pracy i ekranie komputera nadzorującego pracę systemu. W stanie normalnym występuje tylko przekazywanie informacji o aktualnym poziomie zapylenia we wszystkich punktach środowiska pracy w młynie zbożowym.

Pyłowe środowisko pracy w młynie zbożowym

Dotychczas prowadzone w Instytucie Medycyny Wsi w Lublinie badania zapylenia na stanowiskach pracy w zakładach przetwórstwa zbożowego obejmujące pomiary i analizy frakcyjne pyłu wykazały wysoki stopień stężenia pyłu [Buczaj A. 2008b].

Średnie stężenie pyłu wdychanego na stanowisku młynarza kształtuje się na poziomie 1,28-10,56 mg·m⁻³, a na stanowisku pakowacza 4,06-73,64 mg·m⁻³. W poszczególnych punktach pomiarowych środowiska pracy stężenie pyłu wdychanego zawiera się w granicach 0,26-81,55 mg·m⁻³. Najwyższe wartości średnie stężenia pyłu wdychanego stwierdzono w tunelach pod silosami (68,32 mg·m⁻³), podczas przyjęcia zboża i zsypywania go do zbiornika zasypowego (20,16 mg·m⁻³), sprzątania ręcznego pyłu mącznego 17,19 mg·m⁻³. W przypadku pyłu respirabilnego najwyższe średnie wartości stwierdzono również w tunelach pod silosami (3,96 mg·m⁻³), podczas zsypywania ziarna do zbiornika zasypowego (1,46 mg·m⁻³), sprzątania ręcznego pyłu mącznego (1,17 mg·m⁻³) oraz zsypu ziarna z komory elewatora do młyna (1,06 mg·m⁻³) [Buczaj A. 2008b].

W młynach przemysłowych pył występujący w strefie oddechowej pracowników podczas wykonywania czynności roboczych na stanowiskach operatora elewatora, młynarza i pakowacza wykazał na ogół charakter gruboziarnisty, o czym świadczy wysoki procent frakcji pozapiersiowej w pyłe wdychanym. W czyszczalni oraz pakowni również udział frakcji zatrzymywanej w obrębie głowy jest najwyższy. Pył ten deponowany jest w nosogardzieli, skąd jest usuwany dzięki mechanizmom samooczyszczania, wykazując również niższe powinowactwo patogenne.

Pomiary w punktach środowiska pracy na terenie młyna podczas sprzątania ręcznego pyłu, przy filtrocyclonach i drogach transportowych wskazują na występowanie tam pyłu o większej zawartości frakcji respirabilnej, tchawiczo-oskrzelowej, jak również frakcji piersiowej pyłu. Wiąże się to z większym narażeniem pracowników na cząstki drobne pyłu. W sterowni stwierdzono najwyższy udział pyłu respirabilnego przy dosyć niskiej zawartości procentowej frakcji pozapiersiowej. Świadczy to o przedostawianiu się do układu oddechowego pracowników najdrobniejszej frakcji pyłu [Buczaj A. 2008b].

Oszacowany poziom średniego stężenia ważonego zarówno pyłu całkowitego jak i respirabilnego dla 8 godzinnego dnia pracy dla stanowiska młynarza w 3 badanych młynach handlowych nie przekracza normatywów higienicznych, a w jednym przypadku jest to niewielkie przekroczenie sugerujące dokonanie dodatkowych badań [Buczaj A. 2008b]. W przypadku stanowiska pakowacza oraz operatora elewatora we wszystkich badanych młynach przemysłowych zostały przekroczone wartości NDS dla pyłu całkowitego, przy nie przekroczeniu wartości NDS dla pyłu respirabilnego.

Założenia funkcjonalne systemu

Środowisko programistyczne LabView umożliwia realizację złożonych funkcji w procesach akwizycji, archiwizacji oraz przetwarzaniu i analizie danych pomiarowych. Daje to możliwość dowolnego kreowania struktur programowych systemów pomiarowych i symulacyjnych przydatnych w projektach naukowo-badawczych, ale również tworzenie aplikacji, umożliwiających budowę nowoczesnych systemów sterowania nadzorujących procesy technologiczne. Zadaniem opisanego w pracy systemu zarządzania sterującego układem wentylacyjnym i układem odpylającym jest ograniczenie wartości NDS dla pyłu zbożowego i mącznego w wybranych stanowiskach pracy w młynie zbożowym.

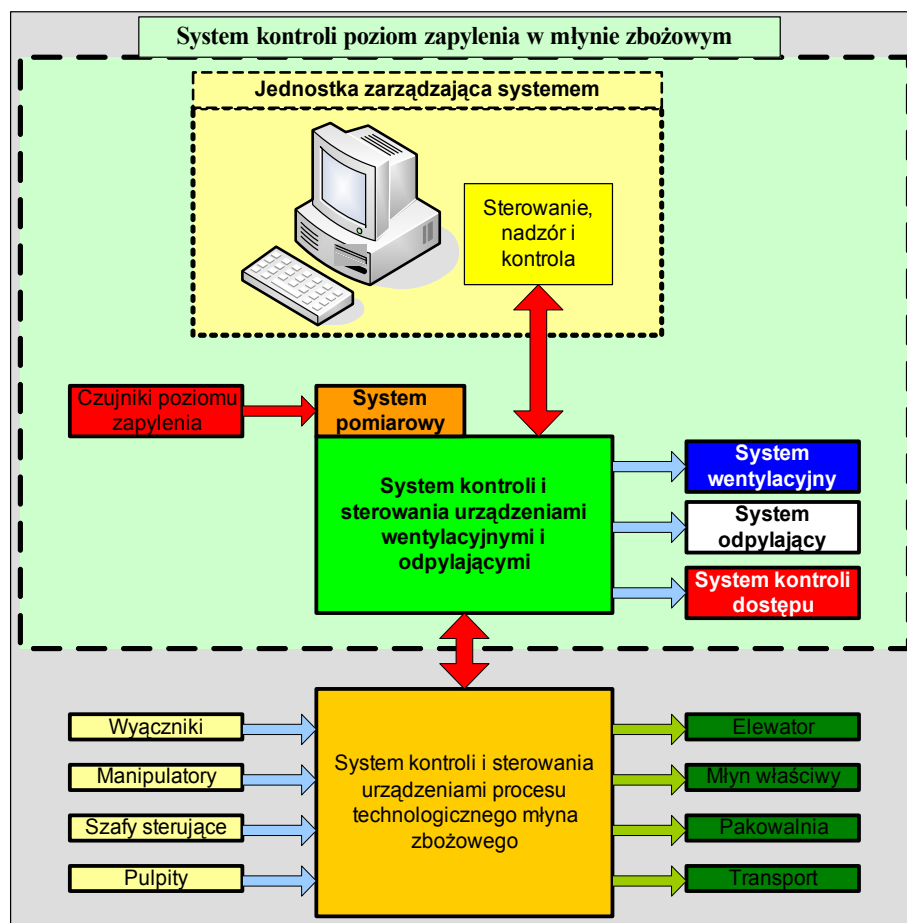
Głównym zadaniem stawianym budowanemu systemowi monitoringu i nadzoru jest takie sterowanie układami wentylacyjnymi i odpylającymi, aby zredukować aktualny poziom zapylenia do wartości poniżej poziomu NDS. Dodatkowo, w czasie gdy w danych pomieszczeniach młyna zbożowego występuje podwyższony poziom zapylenia (powyżej poziomu NDS) system, dzięki układom ostrzegawczym i kontroli przejść, powoduje ograniczenie dostępu osobom niezwiązanym z wykonywaną na danym stanowisku pracą. Schemat organizacyjny systemu został przedstawiony na rys. 1.

W systemie kontroli poziomzapylenia w młynie zbożowym wyróżnia się następujące elementy:

- jednostkę zarządzającą – komputer za pomocą którego odbywa się obsługa systemu;
- system zarządzający – wydzielone urządzenie obsługujące i realizujące program wyznaczony przez operatora (sterowniki, układy zasilające i sterujące itp.);
- elementy detekcyjne – czujki poziomu zapylenia zamontowane w naważnych punktach zakładu pracy, określające aktualny poziom zapylenia w danym obszarze, czujki domknięcia drzwi w kontrolowanych przez system przejściach itp.
- elementy wykonawcze – wentylatory wyciągowe i filtry odpylające oraz elementy blokujące dostęp do kontrolowanych pomieszczeń;
- elementy pośredniczące w wymianie informacjami między istniejącymi w młynie systemami sterowania.

W celu zapewnienia prawidłowego działania systemu oraz spełnienia zadań związanych z kompleksową obsługą wszystkich, narażonych na zwiększony poziom zapylenia, stanowisk pracy w młynie system musi być systemem zintegrowanym. Taki system charakteryzuje duża wymiennosc informacji między poszczególnymi elementami systemu [Buczaj M. 2009]. Oznacza to, że wszystkie elementy systemu powinny ze sobą współpracować oraz wymieniać się informacjami o aktualnych stanach pracy. Takie wymagania spełnić może system centralnego zarządzania. Nie oznacza to wcale, że system nie może być systemem rozproszonym, ale ważne jest, żeby informacje o stanie urządzeń były ciągle wymieniane

między poszczególnymi elementami systemu. W zaproponowanym rozwiązaniu system zarządzany jest z wyznaczonego stanowiska, ale może posiadać szereg stacji nadzoru w newralgicznych punktach zakładu pracy.



Rys. 1. Blokowy schemat organizacyjny systemu
 Fig. 1. Block organisation chart for the system

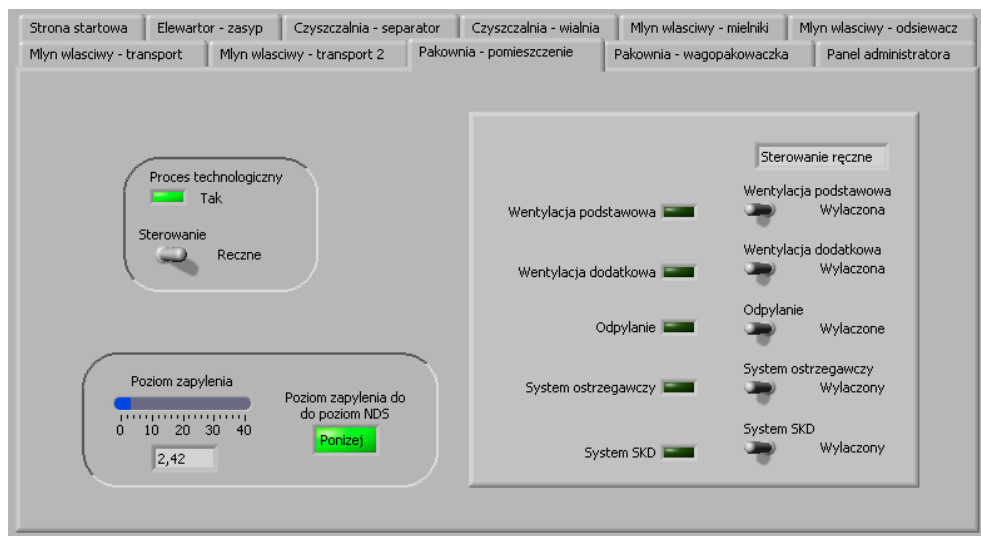
Dodatkową funkcją zaproponowanego systemu jest jego otwartość. Oznacza to, że system może współpracować z innymi systemami znajdującymi się w młynie zbożowym, a przez to umożliwia podniesienie bezpieczeństwa pracy nie tylko ze względu na wpływ na poziom NSD, ale może ograniczać również inne szkodliwe czynniki występujące w miejscu pracy (np. hałas).

System kontroli poziomu zapylenia w młynie zbożowym

System kontroli poziomem zapylenia w młynie zbożowym został stworzony w oparciu o środowisko programowalne LabView. Środowisko to posiada duże możliwości obsługi procesów technologicznych zarówno w zakresie pomiarów i sterowania, ale także zindywidualizowanego podejścia do procesu tworzenia systemów obsługiwanych przez wielu użytkowników [Tłaczała 2002]. Poszczególni użytkownicy mogą posiadać inne uprawnienia dostępu do systemu. Dzięki temu system jest stabilny i odporny na działanie nieuprawnionych osób. Dodatkową zaletą stworzonych w programie LabView aplikacji jest ich indywidualność. Możliwe jest wykorzystanie zarówno pewnych schematów, jak i wyposażenie programów w indywidualne rozwiązania. Umożliwia to dopasowanie aplikacji do czasami dynamicznie zmieniającej się sytuacji w zakładzie pracy (np. zmiana technologii, zmiana produkowanego asortymentu itp.).

W programie zarządzającym i sterującym pracą systemu można wyróżnić następujące elementy:

- interfejs użytkownika (rys. 2) – umożliwia (w zależności od uprawnień) sterowanie, zmianę konfiguracji lub kontrolowanie pracy systemu;
- schemat organizacyjny – wewnętrzne powiązanie pomiędzy poszczególnymi elementami aplikacji. Umożliwia, na etapie projektowania, określenie realizowanych przez użytkownika zadań wykonywanych za pomocą na panelu sterującego;
- obsługa I/O (obsługa urządzeń wejścia i wyjścia) – część składowa systemu odpowiedzialna za zbieranie informacji od elementów detekcyjnych systemu oraz wysyłanie informacji do urządzeń sterujących pracą elementów wykonawczych.



Rys. 2. Interfejs użytkownika systemu
Fig. 2. System user's interface

Zaproponowany system kontroli poziomu zapylenia w młynie zbożowym może działać w trybie pracy automatycznej, trybie pracy ręcznej, sterowanej przez dyspozytora systemu z rozdzielni głównej oraz w trybie pracy awaryjnej, zarządzanej przez użytkownika na stanowisku pracy. Takie rozwiązanie umożliwi zoptymalizowanie pracy systemu w normalnych warunkach, ale także umożliwi dopasowanie się do aktualnych potrzeb w przypadku stanów awaryjnych lub zagrożenia życia i zdrowia pracownika.

Oprócz sterowania i kontroli pracy systemu system może być wyposażony w rejestrację zdarzeń. Oznacza to, że w trybie on-line powstaje historia pracy systemu. Dzięki temu łatwiej jest określić przyczyny wystąpienia stanów awaryjnych oraz realizować zadania w ramach założonych działań diagnostycznych (genezowanie i prognozowanie).

Podsumowanie

Stężenia pyłu przekraczające wartości NDS, występujące w punktach środowiska pracy w młynach zbożowych, mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia pracowników narażonych na jego działanie. Dlatego jego ograniczenie, a w szczególności zmniejszenie do wartości dopuszczalnych, powinno stanowić cel dla kadry zarządzającej pracą młyna.

Opracowany system kontroli poziomu zapylenia umożliwi pomiar stężenia pyłu w określonych punktach środowiska pracy i takie sterowanie systemami odpylającymi, aby zminimalizować występujące, w postaci pyłu zbożowego i mącznego, zagrożenie.

Wykorzystane do budowy systemu środowisko LabVIEW umożliwia stworzenie systemów dopasowujących się do potrzeb danego obiektu i użytkownika. Daje to możliwość zastosowania tego systemu do różnych obiektów młynowych niezależnie od ich struktury i wielkości. Dopasowanie do nowych warunków może polegać np. na zmianie liczby punktów pracy, zmianie charakterystyki systemu układów odpylających lub procedur sterujących.

Bibliografia

- Buczaj A.** 2008. Studies of the level of farmers exposure to dust on private farms based on fraction analyses. *Ann Agric Environ Med.* Nr 15. s. 153-167.
- Buczaj A.** 2008. Badania poziomu zapylenia w młynach przemysłowych w oparciu o poszerzone analizy frakcyjne. Temat statutowy IMW. Nr 2.16/07. Sprawozdanie z działalności IMW. Lublin. Maszynopis.
- Buczaj M.** 2009. Integracja systemów alarmowych i systemów zarządzających pracą urządzeń w budynku mieszkalnym. *Zabezpieczenia* 468. s. 64-68.
- Dutkiewicz J.** 2009. Biologiczne czynniki zagrożenia zawodowego w rolnictwie i przemyśle rolno-spożywczym. *Lekarz Medycyny Pracy.* Nr 10. s. 7-13.
- Mołoczniak A.** 2000. Składniki pyłu rolniczego jako potencjalne czynniki patogenne. Monografia IMW pod red. Zagórski J.: Choroby zawodowe i parazawodowe w rolnictwie. IMW. Lublin. ISBN 83-709-0064-X.
- Tlaczala W.** 2002, Środowisko LabVIEW w eksperymentach wspomaganym komputerowo. WNT. Warszawa. ISBN 83-204-3079-8.
- Zagórski J.** 2009. Obciążenie rolnika wysiłkiem fizycznym. W: Źródła zagrożeń i profilaktyka zdrowotna w rolnictwie. IMW. Lublin. s. 113-121.

COMPUTER CONTROL SYSTEM FOR VENTILATION AND DUST EXTRACTION SYSTEM IN A GRAIN MILL

Abstract. The main purpose of this work is to present a computer control system for ventilation and dust extraction system in a grain mill. Owing to the use of this system it is possible to increase the health protection level for employees by securing them against conditions hazardous for their health. One of the agents threatening employee's health in a mill is grain and flour dust. The work presents the ideas of a complex system controlling the dustiness level in a grain mill. Using this integrated system allows to reduce the impact of this noxious agent (grain and flour dust) on employee's health.

Key words: grain mills, dustiness, highest permissible concentration, automatic control systems

Adres do korespondencji:

Marcin Buczaj; e-mail: m.buczaj@pollub.pl
Katedra Inżynierii Komputerowej i Elektrycznej
Politechnika Lubelska w Lublinie
ul. Nadbystrzycka 38A
20-618 Lublin