

TRANSPORT ZIARNA RUROCIĄGIEM PNEUMATYCZNYM Z WYKORZYSTANIEM WIELOSTOPNIOWYCH OSIOWYCH WZMACNIACZY STRUMIENIA POWIETRZA

Streszczenie

W pracy przedstawiono koncepcję stanowiska do pneumatycznego transportu ziarna z zasysaniem transportowanego materiału, który następnie jest transportowany dalej rurociągiem do miejsca docelowego. W celu wyeliminowania układu separacji ziarna i powietrza, zaprojektowano wentylator ssąco-tłoczący bezpośrednio w rurociągu, tak by uniknąć strat energii kinetycznej strumienia zasysanego ziarna przy przejściu ze strony podciśnieniowej rurociągu na nadciśnieniową. Zakładając możliwość zastosowania wentylatora osiowego o odpowiednio dużej mocy, problemem są transportowane materiały ziarniste, które po zetknięciu z wirującymi łopatkami wentylatora mogłyby zostać zniszczone. Badania nad rozwiązaniami zapobiegającymi stykaniu ziaren z łopatkami wentylatora będą kontynuowane.

Słowa kluczowe: transport pneumatyczny, przenośniki pneumatyczne, stanowisko badawcze, wzmacniacz strumienia

Wstęp

W instalacjach pneumatycznego transportu ziarna spotyka się trzy podstawowe warianty konfiguracyjne: ssący, tłoczący i ssąco-tłoczący. Urządzeniem wytwarzającym ciśnienie ssania i tłoczenia w tych instalacjach są wentylatory, dmuchawy lub sprężarki [3, 4, 5]. W konfiguracji ssącej materiał jest separowany od transportującego strumienia powietrza tuż przed dmuchawą [5]. W konfiguracji tłoczącej dmuchawa tłoczy czyste powietrze, zaś materiał jest dostarczany do przewodu nadciśnieniowego za pomocą specjalnego urządzenia, tzw. iniektora lub dozownika obrotowego. W transporcie ssąco-tłoczącym materiał jest zasysany przewodem ssącym, następnie separowany od powietrza za pomocą cyklonu i przenoszony do przewodu tłocznego przez służę. W ten sposób chroni się wirnik wentylatora przed kontaktem z materiałem, który może uszkadzać wirnik i sam też ulegać rozdrobnieniu. Transport pneumatyczny jest procesem złożonym, który wymaga uwzględnienia wielu czynników mających wpływ na jego efektywność i trwałość instalacji. Zalicza się do nich prędkość transportu, stopień zagęszczenia transportowanego materiału i jego własności fizyczne (gęstość usypowa, wymiar i kształt cząstek, właściwości abrazyjne, wilgotność i lepkość) [2]. Dla projektanta takiego typu instalacji najważniejszymi parametrami są opory przepływu oraz zapotrzebowanie powietrza do transportu, ponieważ na podstawie tych wielkości dobiera się urządzenie zasilające [1].

Podstawowymi elementami układu transportu pneumatycznego są:

- zespół podawania produktu sypkiego (podajniki komorowe, zasilacze służowe, iniektory - mieszanie surowca sypkiego z powietrzem transportującym),
- instalacja rurowa,
- jednostka filtracyjna (rozdzielacz surowca od powietrza).

Wszystkie te urządzenia powodują znaczne skomplikowanie układu transportu, obniżkę jego sprawności oraz wzrost kosztów. Powstał zatem pomysł takiego uproszczenia układu transportu pneumatycznego, aby wyeliminować cyklony i służę obrotowe, czyniąc w ten sposób konstrukcję systemu bardziej zwartą i lżejszą.

Nowe rozwiązania

W celu wyeliminowania układu separacji ziarna i powietrza, wentylator ssąco-tłoczący zainstalowano bezpośrednio w rurociągu, tak by nie tracić energii kinetycznej strumienia zasysanego ziarna przy przejściu ze strony podciśnieniowej rurociągu na nadciśnieniową. Zbadano kilka rozwiązań zapobiegających stykaniu się ziaren z łopatkami wentylatora. W tym celu zaproponowano dwa warianty obejścia łopatek wentylatora przez strumień ziarna.

Wariant 1 został przedstawiony na rys. 1. Przed wirnikiem wentylatora osiowego umieszczono wirujący sitowy stożek napędzany wirnikiem wentylatora. Ziarno siłą rozpędu przedostaje się przez wąską szczelinę pomiędzy końcami łopatek wentylatora a obudową unikając kolizji z łopatkami wentylatora. Po stronie tłocznej wąska dysza tworzy iniektor w rurze tłocznej pomagający przechwycić przetrzucone tu ziarno.

W wariantie 2 - przedstawionym na rys. 2 - do wirnika agregatu, w miejsce sita stożkowego, zamontowano sitową tarczę obrotową o średnicy 40 mm, która odrzuca zasysane ziarno, aby nie dostały się do łopatek wirnika.

Celem badań laboratoryjnych była weryfikacja postawionej hipotezy, że możliwe jest zbudowanie układu transportu ssąco-tłoczącego działającego według powyżej opisanej zasady i wyeliminowanie w ten sposób służę i cyklonu stosowanego w tradycyjnych systemach transportu pneumatycznego.

Oba rozwiązania są chronione zgłoszeniem patentowym [6].

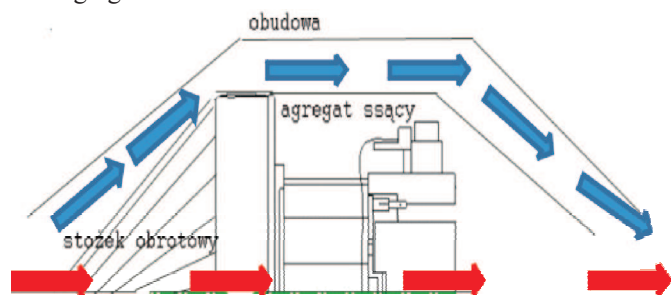
Przebieg badań

Badania laboratoryjne przeprowadzono na zbudowanym w Zakładzie Maszyn Roboczych PP prototypowym stanowisku, w skład którego wchodzi agregat ssąco-tłoczący jedno-stopniowy (230V/50 Hz, moc 1800 W, prędkość obrotowa wirnika 25000 obr/min).

Wymiary gabarytowe agregatu:

- średnica - 130/84 mm,
- wysokość - ok. 118 mm.

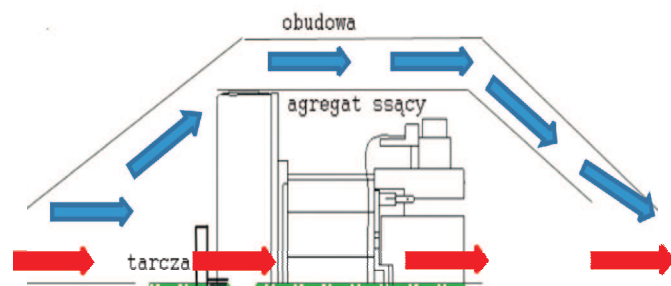
W stanowisku przedstawionym na rys. 1 przed wirnikiem umieszczono wirujący stożek z otworami o średnicy 2 mm w taki sposób, aby zasysane z agregatu powietrze mogło przepływać przez otwory stożka i kierować się do wirnika agregatu, natomiast ziarno, dzięki obrotom stożka, było odrzucane siłą odśrodkową i nie mogło przedostać się do łopatek wirnika. Wylot powietrza z agregatu został ukształtowany w taki sposób, aby przepływające powietrze wytworzyło różnicę ciśnień, która powodowała zasysanie ziarna odrzuconego przez stożek. Stożek był napędzany z wirnika agregatu.



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 1. Przekrój zaprojektowanego stanowiska badawczego nr 1 z wirującym stożkiem: strzałka niebieska - transportowany materiał, strzałka czerwona - powietrze

Fig. 1. Cross section of the designed test stand no 1 with spinning cone: blue arrow - the transported material, red arrow - air



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 2. Przekrój zaprojektowanego stanowiska badawczego nr 2 z wirującą tarczą: strzałka niebieska - transportowany materiał, strzałka czerwona - powietrze

Fig. 2. Cross section of the designed test stand no 2 with spinning disk: blue arrow - the transported material, red arrow - air

W stanowisku przedstawionym na rys. 2 do wirnika agregatu zamontowano tarczę sitową o średnicy 40 mm, która odrzucała zasysane ziarna, aby nie dostały się do łopatek wirnika. Tarcza pełniła taką samą funkcję jak stożek w stanowisku nr 1.

Przedstawione badania, wykonane na stanowisku nr 2, miały charakter badań rozpoznawczych. Badania przeprowadzono na ziarnach pszenicy i nasionach rzepaku. Długość przewodu transportowego po stronie ssącej i po stronie tłocznej była równa i wynosiła 1 m. Średnica przewodu wynosiła 40 mm. Ziarno/nasiona były zasysane z pojemnika A i transportowane do pojemnika B (na tym samym poziomie). Ze względu na ograniczoną moc agregatu badania dotyczyły sprawdzenia samego przebiegu transportu ziarna. Nie mierzyliśmy jego wydajności.

Stwierdzono, że istnieje możliwość realizacji systemu transportowego ssąco-tłoczącego, w którym nie występuje separator ziarna i śluza.

Nieprzerwany transport (bez zatkaní i retencji ziarna w obudowie) uzyskiwano jedynie przy pionowym ustawieniu osi agregatu, co pozwoliło na lepsze wykorzystanie siły grawitacji.

Podsumowanie

Potwierdzono hipotezę, że istnieje możliwość realizacji systemu transportu ssąco-tłoczącego ziarna, w którym przejście ziarna ze strony ssawnej na tłoczną odbywa się bezpośrednio w wentylatorze, bez użycia śluzy i separatora ziarna.

Potwierdzenie postawionej hipotezy uzasadnia celowość podjęcia dalszych, bardziej szczegółowych badań. Uzyskane wyniki pozwolą na dobranie optymalnych parametrów konstrukcyjnych systemu.

Przedstawione wyżej rozwiązanie jest nowatorskie i dotąd nie stosowane w praktyce.

Opisane stanowisko zgłoszono w Urzędzie Patentowym pod nazwą „Wzmacniacz strumienia powietrza w pneumatycznych układach transportowych materiałów sypkich. Zgłoszenie patentowe P.410381 2014.

Bibliografia

- [1] Jósko E., Witczak S.: Analiza systemów transportu pneumatycznego materiałów sypkich. Inż. Ap. Chem., 2010, 49, 4, 30-31.
- [2] Krężlewski, J.: Transport pneumatyczny wybranych materiałów sypkich. Pneumatyka, 1998, 5, 36-37.
- [3] Piątkiewicz Z.: Transport pneumatyczny. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 1999.
- [4] Strumiński J.: Transport pneumatyczny. Warszawa: IPP, 1968, 64.
- [5] Wąchalski G., Spychała W., Frąckowiak P., Adamczyk F.: Analiza przepływu powietrza w pięciostopniowej dmuchawie ssąco-tłoczącego przenośnika pneumatycznego. Technika. Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 2013, 2.
- [6] Włodarczyk K., Selech J., Wzmacniacz strumienia powietrza w pneumatycznych układach transportowych materiałów sypkich. Zgłoszenie P.410381, 2014.

GRAIN TRANSPORT PROCESSES BY MEANS OF PNEUMATIC PIPELINE USING MULTI-STAGE AXIAL AIR FLOW AMPLIFIERS

Summary

Undertaken research on station for pneumatic transport, which is not equipped with a device type cell feeders, power mucous, injectors, but draws transported material, which is transported further to the point of discharge pipeline. The suction forcing fan is installed directly in the pipeline in order to avoid separation of grain and air and losses of kinetic energy of sucked grain flow after passing from vacuum pipeline side to the overpressure one. Assuming that it is possible to apply an axial fan with sufficient power, the problem appears with grain materials while coming into contact with the rotating fan blades which could be destroyed (eg grain cereals). Research on several solutions to prevent contact between the grains and the fan blades will be continued.

Key words: pneumatic conveying, pneumatic conveyors, test stand, amplifier stream