

WPLYW STRUMIENIA POWIETRZA NA JAKOŚĆ PRACY ROZDRABNIACZY BIJAKOWYCH DO SUCHYCH PASZ OBJĘTOŚCIOWYCH

Zygmunt Timm

Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu

WSTĘP

Rozdrabniacze bijakowe są najbardziej energochłonnymi zespołami w liniach technologicznych do suszenia pasz objętościowych. Zapotrzebowanie mocy do ich napędu wynosi ok. 60% ogólnego zapotrzebowania mocy suszarni [2]. Z tych względów nawet najmniejsze obniżenie jednostkowego zużycia energii przez te maszyny poważnie obniża koszty produkcji suszu.

Rozdrabniacze bijakowe w suszarniach pracują w szczególnych warunkach:

- muszą podolać chwilowym lecz znacznym wahaniom w wydatku suszu z agregatów poprzedzających je w linii technologicznej,
- muszą podolać chwilowym lecz znacznym odchyłkom parametrów suszu (długość sieczki, wilgotność, ciężar usypowy).

Wymagania stawiane rozdrabniaczom bijakowym są bardzo wysokie, a w szczególności jest pożądane aby:

- maszyny te pracowały przy najmniejszym jednostkowym zużyciu energii w procesie rozdrabniania [1],
- cząstki paszy były jak najmniejsze i równomierne przy stosowaniu sit o określonych parametrach (średnica, podziałka i kształt otworów oraz rodzaj i grubość blachy).

W liniach technologicznych do suszenia pasz objętościowych stosowany jest transport pneumatyczny do transportu mączki. Obecne kierunki w projektowaniu zespołów rozdrabniających preferują układy, w których mączka jest odbierana z rozdrabniacza w sposób polegający na odysaniu jej z korpusu maszyny.

Powietrze w układach transportu pneumatycznego mączki spełnia kilka funkcji:

- a) odsysa rozdrobniony produkt z komory rozdrabniacza,
- b) przenosi go do osadnika,
- c) dosusza mączkę,
- d) chłodzi ją.

Pierwsza i druga funkcja dotyczy zagadnień transportu pneumatycznego i w tym wypadku konieczny jest wysoki spręż i mała ilość powietrza.

W trzeciej i czwartej funkcji pożądana jest duża ilość powietrza przy małym sprężu. Jak wynika z tego, optymalne parametry dla poszczególnych funkcji są sprzeczne ze sobą. Proces rozdrabniania suszu w rozdrabniaczach bijakowych jest zjawiskiem złożonym i jak dotychczas niedostatecznie wyjaśnionym. Istnieją różne poglądy na wpływ niektórych parametrów konstrukcyjnych organów roboczych na jakość pracy maszyny. Nie ma wyczerpujących prac na temat wpływu strumienia powietrza w procesie rozdrabniania suszu z zielonek. Ten brak poważnie utrudnia projektowanie rozdrabniaczy oraz układów transportu pneumatycznego mączki. Niewłaściwie dobrane parametry pneumatyki mogą być przyczyną niewykorzystywania przepustowości rozdrabniacza, jak również uzyskiwania niewłaściwej jakości produktu.

CEL I PRZEDMIOT PRACY

Z podanych we wstępie względów podjęto w Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych w Poznaniu prace zmierzające do wyjaśnienia następujących zagadnień:

1. Jakie powinny być optymalne parametry strumienia powietrza (ciśnienia i ilość powietrza) w układach transportu pneumatycznego współpracującego z rozdrabniaczem bijakowym określonego typu.
2. Jakie mogą być lub jakie winny być zmiany parametrów strumienia powietrza w odniesieniu do obecnych rozwiązań konstrukcyjnych.

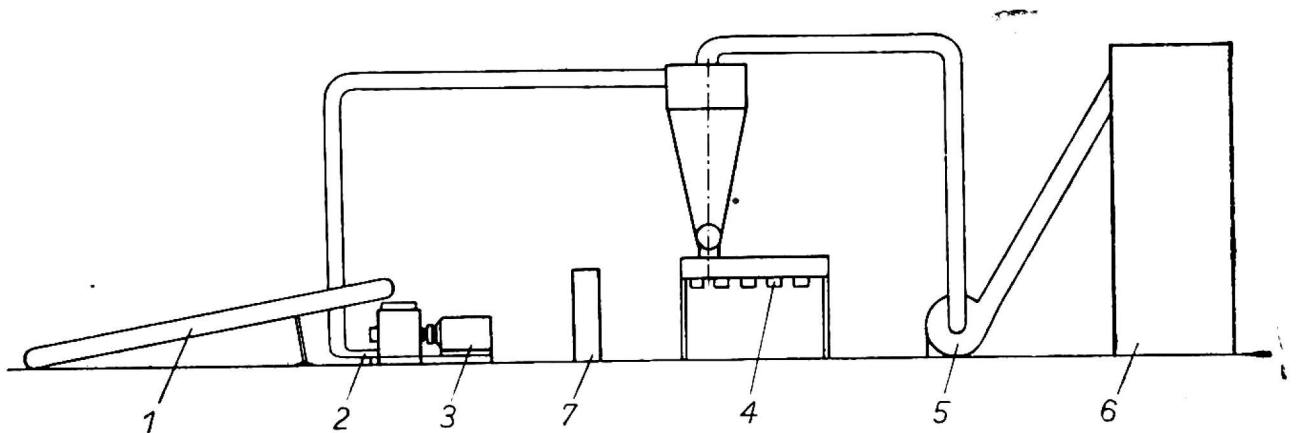
PRZEBIEG BADAŃ

Do realizacji przedstawionych zamierzeń opracowano program badań [5]. Zakładał on stosowanie rozdrabniacza o wydajności 1000-2200 kG/h, napędzanego silnikiem elektrycznym o mocy 55 kW, z możliwością zmiany parametrów konstrukcyjnych organów roboczych i z równoczesną zmianą parametrów strumienia powietrza w układzie transportu mączki np.:

- ciśnienia statycznego,
- prędkości powietrza w przewodzie rurowym za rozdrabniaczem,
- ilości powietrza w przewodzie rurowym wylotu produktu.

Dla zrealizowania tego programu zaprojektowano i wykonano stanowisko badawcze [6] składające się z:

- zespołu do wytwarzania strumienia powietrza i odbioru produktu,
- rozdrabniacza doświadczalnego z zasilaniem stycznym — centralnym (promieniowym) umożliwiającym zmiany parametrów:
 - szczeliny bijakowej, tj. odległości między krawędzią bijaków, a powierzchnią sita,
 - układu bijaków na wirniku — liczby bijaków na sworzniu z bijakami,
 - średnicy otworów w sitach,
 - kąta opasania sitem komory rozdrabniającej,
 - kierunku obrotów wirnika,
 - miejsca odbioru produktu,
 - kształtu powierzchni tarki (klepiska) (rys. 1).



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego; 1 — przenośnik ładowniczy, 2 — rurociąg układu transportu mączki, 3 — rozdrabniacz doświadczalny, 4 — cyklon z workownicą, 5 — wentylator, 6 — zespół filtrów tkaninowych, 7 — aparatura sterująco-pomiarowa

Program przewidywał wykonanie w dwóch etapach badań mających na celu wyjaśnienie problemów postawionych na str. 200.

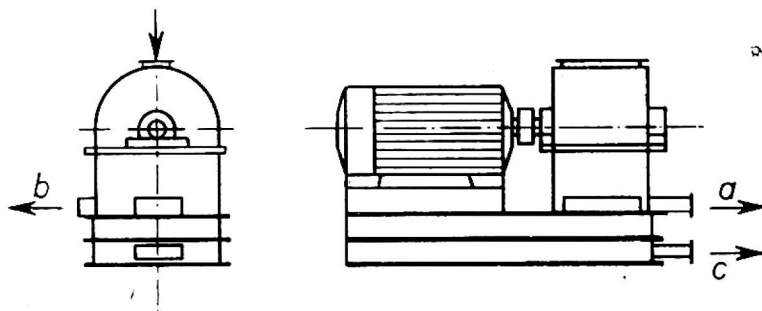
1. wstępnym, mającym charakter rozpoznawczy. Byłyby tu badania wpływu równoczesnej zmiany parametrów przepływającego powietrza i zmiany parametrów konstrukcyjnych kolejnych organów roboczych rozdrabniacza doświadczalnego prowadzone do momentu, w którym zaznaczyłby się wpływ przepływu powietrza.

2. zasadniczym, obejmującym szczegółowe badania z udziałem tych organów roboczych rozdrabniacza, przy których wpływ strumienia powietrza byłby najwyższy.

W badaniach wstępnych przyjęto następujące warunki początkowe badań:

- szczelina bijakowa = 20 mm,
- sito z otworami = ϕ 3 mm,

- prędkość obwodowa bijaków = 94 m/s,
- kąt opasania sitem = max, tj. 260° ,
- szerokość roboczej komory = 500 mm,
- układ bijaków = 6 sworzni po 9 bijaków na każdym sworzniu, układ śrubowy 2-zwojowy,
- surowiec = susz z lucerny o długości 20-25 mm i wilgotności 10,5-13%,
- wydajność rozdrabniacza = 1000-1150 kg/h,
- wymiar kanału wylotowego = \square 165 mm.



Rys. 2. Układ kanałów wylotowych; a — boczny, b — styczny, c — dolny

Badanym parametrem organu roboczego było usytuowanie kanału wylotu produktu: bocznego, stycznego i dolnego (rys. 2).

Dla parametrów przepływającego powietrza stosowano 5-stopniowy podział poniższych wartości:

- ciśnienie statyczne w granicach od — 1100 do 2300 Pa,
- ciśnienie dynamiczne w granicach od + 300 do + 900 Pa,
- prędkość powietrza obliczono wg uproszczonego wzoru $V = 0,04 \sqrt{h_d}$ m/s i wynosiła od 21,5 do 40 m/s,
- ilość powietrza obliczano wg wzoru $Q = 3600 \cdot V \cdot F$, gdzie F = przekrój poprzeczny kanału wylotowego i wynosiła od 2400-4000 m³/h.

Przy typowaniu takich warunków badań kierowano się następującymi założeniami:

- dotychczasowe doświadczenia z rozdrabnianiem suszu wskazują, że miejsce odbioru mączki w korpusie rozdrabniacza może wywierać wpływ na efekt działania rozdrabniacza. Różne rozdrabniacze posiadają kanały wylotowe usytuowane w różnych miejscach,

- w układach transportu mączki współpracujących z rozdrabniaczami bijakowymi w suszarniach bębnowych SBU-1,5 (posiadających rozdrabniacze bijakowe o gabarytach i wydajności zbliżonych do rozdrabniacza doświadczalnego), parametry przepływającego powietrza przedstawiają się następująco:

- ciśnienie statyczne h_{st} = od —1600 do —1650 Pa,

— ciśnienie dynamiczne w kanale wylotu mączki $h_d =$ od $+ 600$ do $+ 650$ Pa, H_2O ,

— prędkość powietrza w kanale wylotu mączki $V_p =$ ok. 30 m/s,

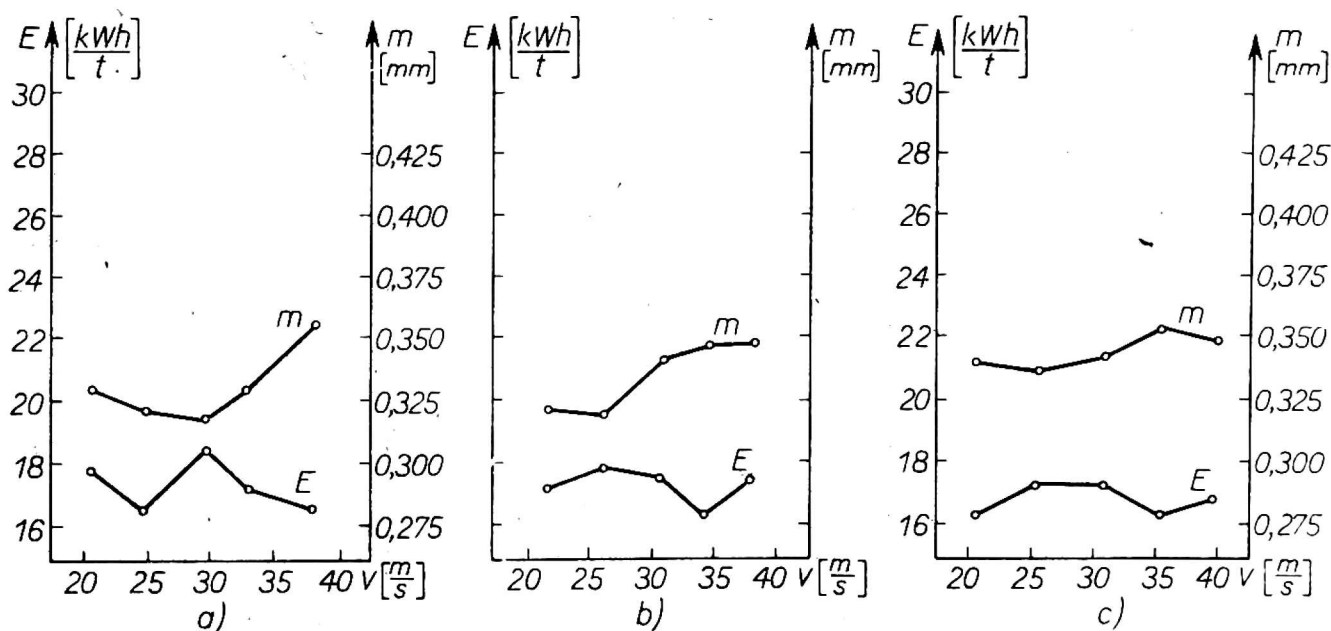
— ilość powietrza na jeden rozdrabniacz $Q_p =$ ok. 300 m³/h.

Przyjęte zatem w badaniach parametry powietrza zawierają się w granicach około $\pm 30\%$ wartości dla suszarni SBU-1,5 [3, 4].

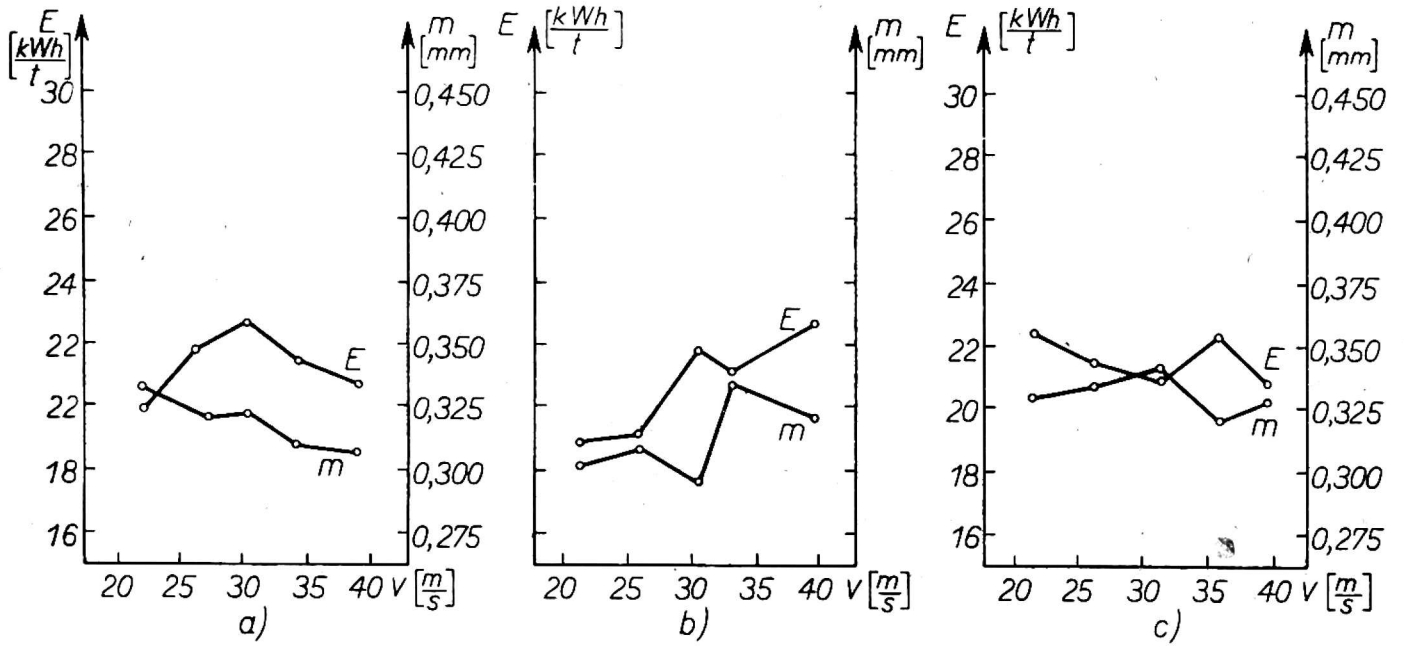
Po uruchomieniu stanowiska przeprowadzono pomiar przepływającego przez układ powietrza za pomocą sondy spiętrzenia dynamicznego. Następnie podawano równomiernie przenośnikiem do rozdrabniacza określoną porcję suszu o zbadanej charakterystyce, rejestrując czas pracy, efektywne zapotrzebowanie mocy, temperatury suszu, mączki i powietrza oraz wilgotności powietrza i ciśnienia barometrycznego. Po rozdrobnieniu dokonywano ponownie pomiaru wilgotności mączki i stopnia rozdrobnienia.

Wyniki badań przedstawiono na rysunku 3.

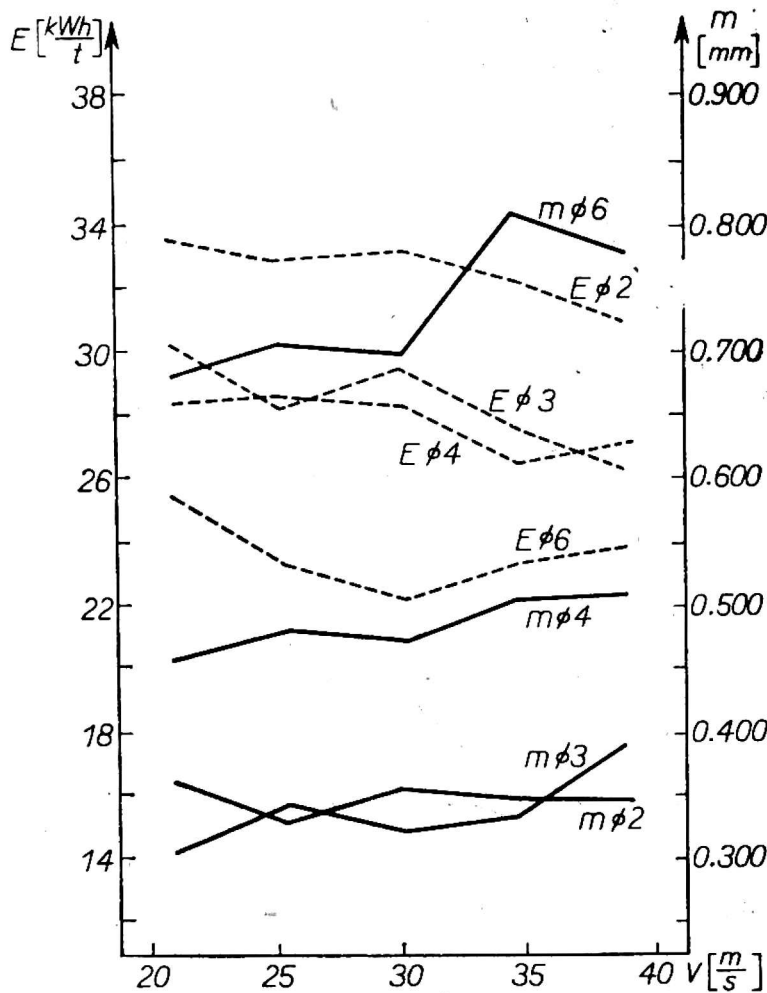
Po tej serii prób przeprowadzono następną, w której przyjęto szczelinę bijakową 5 mm oraz wszystkie pozostałe parametry bez zmian. Przebieg prób był taki sam. Wyniki badań przedstawiono na rysunku 4. Stwierdzono w tej serii prób, że obciążenie silnika jest nierównomierne, charakteryzujące się sporadycznymi „uderzeniami”. Zmiany przepływu powietrza nie miały wpływu na obciążenie silnika. W następnej serii prób stosowano sита z otworami $\phi 2$ mm, $\phi 3$ mm, $\phi 4$ mm i $\phi 6$ mm, kanał wylotowy dolny, szczelinę bijakową 15 mm i wszystkie pozostałe parametry jak w poprzednich próbach. Wyniki badań przedstawiono na rysunku 5.



Rys. 3. Wyniki badań przepływu strumienia powietrza przy różnym usytuowaniu kanałów wylotowych mączki. Szczelina bijakowa 20 mm; a — boczny, b — styczny, c — dolny



Rys. 4. Wyniki badań przepływu strumienia powietrza przy różnym usytuowaniu kanałów wylotowych mączki. Szczelina bijakowa 5 mm; a — boczny, b — styczny, c — dolny



Rys. 5. Wyniki badań przepływu strumienia powietrza przy różnych otworach w sicie

ANALIZA WYNIKÓW

1. Analiza wyników badań wskazuje, że parametry powietrza w zakresie przyjętym do badań nie mają wpływu na efekt pracy maszyny bez względu na sposób usytuowania otworu wylotowego. Stwierdzenie to dotyczy maszyn, które posiadają centralnie usytuowany otwór wlotowy, a kanał wylotowy znajduje się poniżej płaszczyzny przechodzącej przez oś wirnika, równoległej do podstawy maszyny. Wyniki takie uzyskano zarówno przy pracy z małą szczeliną bijakową (5 mm), jak i dużą (20 mm).

2. Przy wszystkich wariantach usytuowania kanału wylotowego stwierdzono nieznacznie wyższe zapotrzebowanie mocy przy szczelinie bijakowej 5 mm, a także minimalnie wyższy stopień rozdrobnienia mączki. Potwierdziły się zatem wyniki innych badań, w ramach innego tematu [7].

3. Wahania w obciążeniu silnika przy stosowaniu szczeliny bijakowej 5 mm zaobserwowano także w innym temacie i wówczas zauważono, że stają się one bardziej gwałtowne ze wzrostem wilgotności suszu. W przeprowadzanych wówczas badaniach nie zmieniano parametrów strumienia powietrza.

4. Badania z udziałem sit o różnych średnicach otworów wykazały spadek stopnia rozdrobnienia przy zwiększającej się prędkości powietrza. Jest on minimalny przy sitach najpopularniejszych to znaczy ϕ 2 mm i ϕ 3 mm, a bardziej widoczny przy sitach ϕ 4 mm i ϕ 6 mm.

5. Wstępne badania wskazują na możliwość zmiany parametrów przepływającego powietrza w kierunku obniżenia ciśnienia statycznego i dynamicznego o około 30%, a podniesienia ich kosztem ilości przepływającego powietrza do poziomu obecnego tj. ok. 3000 m³/h na jeden rozdrabniacz. Takie zmiany pozwoliłyby zmniejszyć zapotrzebowanie mocy silnika elektrycznego wentylatora. Równocześnie można by drogą zmian konstrukcyjnych zmodyfikować osadnik mączki i ograniczyć straty pyłu, którego obecne osadniki nie wyłapują.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych wstępnych prób wpływu strumienia powietrza na efekt pracy rozdrabniaczy bijakowych można stwierdzić, że:

1. Nie stwierdzono wpływu strumienia powietrza o parametrach stosowanych w badaniach na efekt pracy rozdrabniacza, bez względu na położenie kanału wylotowego mączki oraz bez względu na wielkość szczeliny bijakowej.

2. Stwierdzono nieznaczny wpływ strumienia powietrza na zapotrze-

bowanie mocy i stopień rozdrobnienia przy badaniach z udziałem sit o różnych średnicach otworów. Badania te winny być pogłębione.

3. Dotychczasowe badania pozwalają przypuszczać, że spręż stosowany w suszarniach typu SBU-1,5 jest zbyt wysoki i parametry jego mogłyby być zmienione w sposób zwiększający skuteczność chłodzenia.

LITERATURA

1. Melnikov S. V., Ignatjevskij N. F.: Issledovanie vozdušnogo potoka sozdavajemogo barabanom mołotkovej drobilki — Zapiski Lenigradskogo sielskozjajstwiennogo Institutu — Tom 108 — Mechanizacija i elektryfikacija sielskogo chozjajstwa, ss. 219-223. rys. 1.
2. Melnikov S. V., Giršin M. E., Roščin P. M.: Rezul'taty sravnitel'nych ispytanij drobilok travianoj muki. Trakt. Sel'chozmas. s. 21-23, rys. 1, tabl. 2, bibliogr. 2, 2/1971.
3. Timm Z.: Badania prototypów rozdrabniaczy bijakowych typu RB-3,5. Prace PIMR, ss. 31, rys. 13, tab. 4, 1968.
4. Timm Z.: Badania prototypów rozdrabniaczy bijakowych typu RB-3,5 W, Prace PIMR, ss. 25, rys. 20, tab. 2, 1969.
5. Timm Z.: Założenia konstrukcyjne stanowiska do badań wpływu pneumatyki na wydajność rozdrabniaczy bijakowych w suszarniach typu SB. Prace PIMR ss. 13, rys. 4, tab. 14, 1970.
6. Timm Z., Maćkowiak Cz.: Badanie wpływu pneumatyki na wydajność rozdrabniaczy bijakowych stosowanych w suszarniach bębnowych typu SB. Prace PIMR. ss. 21, rys. 10, tab. 10, 1970.
7. Timm Z.: Optymalizacja parametrów organów roboczych rozdrabniaczy bijakowych. Prace PIMR, ss. 14, rys. 23, tab. 9, 1972.

Зыгмунт Тимм

ВЛИЯНИЕ ПОТОКА ВОЗДУХА НА КАЧЕСТВО РАБОТЫ ЖОЛОТКОВЫХ ДРОБИЛОК СУХИХ И ГРУБОСТЕБЕЛЬНЫХ КОРМОВ

Резюме

Процесс измельчения сухих грубостебельных кормов молотковых дробилок является очень сложным и недостаточно исследованным problemom. В Промышленном Институте Сельскохозяйственных Машин в г. Познани запроектировано и построено оборудованный пост (стенд) который имеет выменные элементы и переведено первый этап исследования влияния потока воздуха на качество работы молотковой дробилки. Изменено тоже по очереди канал вылёта раздробительной массы, щель молоткова и диаметры отверстия в ситах.

Zygmunt Timm

THE INFLUENCE OF AIR STREAM ON THE PERFORMANCE OF HAMMER
MILLS OF GRINDING DRIED BULKY

S u m m a r y

The process of grinding bulky fodder using hammer mills is a complicated and insufficiently examined phenomenon. The test stand fitted with replaceable elements was designed and made in the Industrial Institute of Agricultural Machinery of Poznań. The first stage of examination of the air stream influence on the working quality of the mill was carried out. The outlet channel, as well as the hammer clearance and sieve mesh diameters have been changed one after another.