

TECHNIKA ROLNICZA	N O R M A   B R A N Ż O W A	<b>BN-81</b>
	Maszyny rolnicze <b>Suszarki kolumnowe</b> Metody badań	<b>9195-10</b>
		Grupa katalogowa 0491

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są metody badań mające na celu ocenę przydatności dla rolnictwa suszarek kolumnowych opalanych paliwem stałym lub ciekłym przeznaczonych do suszenia ziarna zbóż i kukurydzy oraz nasion roślin strączkowych i oleistych w dalszym ciągu normy nazywanych ziarnem.

**1.2. Zakres stosowania normy.** Normę należy stosować do badań suszarek kolumnowych krajowych i zagranicznych, które są prototypami, egzemplarzami z partii próbnej i egzemplarzami z produkcji seryjnej.

### 1.3. Określenia

**1.3.1. suszarka kolumnowa** — suszarka konwekcyjna (PN-76/C-01350.33), której głównym zespołem roboczym jest kolumna (lub kolumny) składająca się z jednej lub więcej komór podzielonych na strefę suszenia i strefę chłodzenia. Strefa chłodzenia jest umieszczona pod strefą suszenia. Ziarno przemieszcza się grawitacyjnie wzdłuż pionowej osi kolumny.

Suszenie odbywa się za pomocą czynnika suszącego podawanego najczęściej w prądzie skrzyżowanym lub w przeciwnym kierunku.

Na suszarkę kolumnową składają się następujące zespoły:

a) Główne zespoły robocze pojedyncze lub zwielokrotnione

— podgrzewacz powietrza z wymiennikiem ciepła i kominem wolno stojącym,

— kolumna składająca się z komór podzielonych na strefę suszenia i strefę chłodzenia; każda z komór jest zbudowana z kilku sekcji,

— wentylator główny czynnika suszącego lub czynnika suszącego i powietrza chłodzącego razem,

— wentylator powietrza chłodzącego,

— zespół urządzeń wysypowych,

— urządzenie sterująco-kontrolne procesu suszenia.

b) Dodatkowe zespoły

— zbiornik zasypowy,

— rozgarniacz ziarna podawanego do kolumny,

— przenośnik podający ziarno do zbiornika zasypowego,

— przenośnik odbierający ziarno,

— urządzenie odpylające i odprowadzające zanieczyszczenia.

**1.3.2. czynnik suszący** — wg BN-80/9195-09. Czynnikiem suszącym w suszarkach kolumnowych jest najczęściej podgrzane powietrze.

**1.3.3. powietrze chłodzące** — powietrze atmosferyczne kierowane do strefy chłodzenia suszarki w celu obniżenia temperatury wysuszonego ziarna.

**1.3.4. materiał początkowy** — ziarno wilgotne podawane do suszarki.

**1.3.5. materiał końcowy** — ziarno opuszczające suszarkę wysuszone i schłodzone.

**1.3.6. okres ekspozycji ziarna** — przeciętny czas przebywania ziarna w strefie suszenia przy danym ustawieniu urządzeń wysypujących ziarno.

**1.3.7. okres chłodzenia** — przeciętny czas przebywania ziarna w strefie chłodzenia.

**1.3.8. ładowność suszarki** — masa ziarna wypełniająca suszarkę, tj. strefę suszenia, strefę chłodzenia i zbiornik zasypowy.

**1.3.9. przepustowość suszarki** — masa materiału początkowego podawanego do suszarki lub materiału końcowego uzyskiwanego w ciągu godziny.

### 1.3.10. wydajność suszarki

a) wydajność suszarki w tonoprocentach — masa wysuszonego ziarna w ciągu godziny przy obniżeniu jego wilgotności od wilgotności początkowej  $w_1$  do wilgotności końcowej  $w_2$ .

b) wydajność suszarki jako szybkość suszenia — masa wody odparowana z ziarna w ciągu godziny.

**1.3.11. nakłady energetyczne** — zużycie paliwa, zużycie energii elektrycznej i zużycie ciepła odniesione do godziny pracy suszarki, do jednostki odparowanej wody lub do tonoprocentu.

**1.3.12. cykl pomiarowy** — okres czasu, w którym mierzy się wielkości niezbędne do określenia wskaźników suszarki, tj. masę ziarna, masę zużytego paliwa i zużytą energię elektryczną. Cykl pomiarowy powinien być nie krótszy niż okres przebywania ziarna w suszarce. Pobieranie próbek ziarna na oznaczanie wilgotności początkowej należy rozpocząć przed rozpoczęciem cyk-

Zgłoszona przez Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa  
Ustanowiona przez Ministra Rolnictwa dnia 13 maja 1981 r.  
jako norma obowiązująca od dnia 1 września 1981 r.  
(Dz. Norm. i Miar nr 13/1981 poz. 59)

lu pomiarowego w czasie równym okresowi przebywania ziarna w suszarce.

## 2. OGÓLNE WARUNKI BADAŃ

**2.1. Przygotowanie suszarki kolumnowej do badań.** Suszarka powinna być przygotowana do badań pod względem technicznym i funkcjonalnym, powinna być w pełni sprawna i mieć przeprowadzone w pełnym zakresie obsługi techniczne.

**2.2. Niezbędne dokumenty.** Z suszarką kolumnową przeznaczoną do badań zleceniodawca jest obowiązany dostarczyć instytucji badającej:

- a) dokumentację techniczno-ruchową suszarki,
- b) wykaz zmian konstrukcyjnych wprowadzonych po poprzednio prowadzonych badaniach.

Na życzenie instytucji badającej zleceniodawca jest obowiązany dostarczyć inne dokumenty niezbędne do prawidłowego przeprowadzenia badań, jak np. dokumentację konstrukcyjną wybranych zespołów suszarki.

**2.3. Zakres badań.** Badania należy przeprowadzić co najmniej na dwóch gatunkach ziarna. Podstawowym ziarnem testowym jest ziarno pszenicy o wilgotności 20 %, czystości powyżej 94 % i zawartości zanieczyszczeń grubych i słomiatych do 0,2 %.

Suszenie ziarna testowego należy przeprowadzić przy temperaturze powietrza atmosferycznego nie niższej niż 15 °C i przy obniżeniu wilgotności ziarna z 20 do 14 %.

Należy przeprowadzić badania na ziarnie o różnym przeznaczeniu i różnych cechach fizyko mechanicznych. Należy dodatkowo przeprowadzić badania na ziarnie o wilgotności maksymalnej (np. ziarno zbóż podstawowych — 30 %). Na każdym rodzaju materiału należy wykonać co najmniej po dwa cykle pomiarowe.

## 3. BADANIA

### 3.1. Pomiary wstępne

**3.1.1. Pomiar ładowności suszarki.** Należy zważyć masę ziarna wypełniającego całkowicie suszarkę. Do pomiaru należy użyć ziarno, na którym będą prowadzone badania suszarki.

**3.1.2. Pomiar przepustowości suszarki.** Należy zważyć ziarno opuszczające suszarkę w czasie nie krótszym niż 1 h. Masę ziarna należy podać w przeliczeniu na 1 h pracy suszarki. Należy wyznaczyć wartość maksymalną i minimalną. Pomiar ten służy do wstępnego określania okresu przebywania ziarna w suszarce.

Dopuszcza się obliczenie masy ziarna na podstawie co najmniej pięciu chwilowych pomiarów wykonanych w ciągu godziny, tj. ważenia pięciu porcji ziarna opuszczającego suszarkę w czasie krótszym od 1 h odpowiednio ustalonym w zależności od przepustowości nominalnej badanej suszarki.

**3.1.3. Pomiar rozkładu temperatur czynnika suszącego na wlocie do suszarki.** Pomiar należy wykonywać w przekroju poprzecznym przewodu doprowadzającego czynnik suszący do suszarki. Temperaturę należy mierzyć w punktach pomiarowych wyznaczonych wg BN-80/9195-09 p. 3.1.4. Na podstawie tego pomiaru należy

wyznaczyć 1 lub 2 punkty, w których temperatura ma wartość zbliżoną do wartości średniej temperatury w przewodzie. W wyznaczonych punktach należy mierzyć temperaturę w cyklu pomiarowym.

### 3.2. Pomiary w cyklu pomiarowym

**3.2.1. Pomiar parametrów powietrza atmosferycznego** — wg BN-80/9195-09 p. 3.1.1.

**3.2.2. Pomiar temperatury czynnika suszącego  $t_1$**  należy wykonywać za pomocą termoelementów i urządzeń rejestrujących w punktach przewodu wyznaczonych wg 3.1.3. Dopuszcza się stosowanie mierników wskaźnikowych lub termometrów o zakresie 0 ÷ 200 °C i działce elementarnej 1 °C.

Za średnią temperaturę czynnika suszącego należy przyjąć:

— w przypadku urządzeń rejestrujących — średnią arytmetyczną odczytów temperatury na wykreślonej krzywej w odstępach co 10 min na odcinku odpowiadającym czasowi trwania cyklu pomiarowego,

— w przypadku mierników wskaźnikowych i termometrów rtęciowych — średnią arytmetyczną wskazań odczytywanych co 10 min. Należy wyznaczyć średnie odchylenie kwadratowe.

**3.2.3. Pomiar temperatury powietrza chłodzącego  $t_0$ .** Za temperaturę powietrza chłodzącego należy przyjąć temperaturę powietrza na wlocie do strefy chłodzenia zmierzoną jak w 3.2.2.

**3.2.4. Pomiar temperatury zużytego czynnika suszącego  $t_3$**  należy wykonywać w 1 punkcie przekroju przewodu za pomocą termoelementów i urządzeń rejestrujących. Dopuszcza się stosowanie mierników wskaźnikowych lub termometrów rtęciowych o zakresie 0 ÷ 100 °C i działki elementarnej 1 °C. Za średnią temperaturę należy przyjąć wartości jak w 3.2.2.

**3.2.5. Pomiar temperatury zużytego powietrza chłodzącego  $t_2$**  należy wykonać jak w 3.2.4.

**3.2.6. Pomiar ciśnienia dynamicznego gazów** należy wykonywać w przewodzie:

- a) doprowadzającym czynnik suszący do strefy suszenia,
- b) doprowadzającym (lub wyprowadzającym) powietrze chłodzące do strefy chłodzenia,
- c) wyprowadzającym mieszaninę gazów ze strefy suszenia i chłodzenia.

Pomiar należy przeprowadzić wg BN-80/9195-09 p. 3.1.4. Pomiar może być wykonany poza cyklem pomiarowym w warunkach zbliżonych do warunków podczas cyklu pomiarowego.

**3.2.7. Pomiar oporów układu przewodów pneumatycznych** — wg BN-80/9195-09 p. 3.1.5. Pomiar może być wykonany poza cyklem pomiarowym w warunkach zbliżonych do warunków podczas cyklu pomiarowego.

**3.2.8. Pomiar zużytego paliwa** — wg BN-80/9195-09 p. 3.1.6.

**3.2.9. Pomiar zużytej energii elektrycznej.** Zużyta energię elektryczną przez suszarkę w kWh należy odczytać z licznika zużycia energii zainstalowanego przez instytucję badającą.

Dopuszcza się rejestrację wskazań liczników zainstalowanych w obiekcie suszarniczym przez producenta lub użytkownika obiektu.

**3.2.10. Pomiar poboru mocy silników elektrycznych** zainstalowanych w suszarce należy wykonywać przez uprawnionego pracownika za pomocą walizki pomiarowej lub urządzeń rejestrujących z odpowiednimi przekładnikami na biegu luzem i pod obciążeniem w ustalonych warunkach pracy suszarki zbliżonych do znamionowych.

**3.2.11. Pomiar masy materiału końcowego.** Należy zważyć ziarno opuszczające suszarkę w czasie trwania cyklu pomiarowego.

**3.2.12. Pobieranie próbek materiału początkowego.** W celu wyznaczenia wilgotności początkowej tej samej partii ziarna, dla której jest wyznaczana wilgotność końcowa w cyklu pomiarowym, pobieranie próbek należy rozpocząć przed rozpoczęciem cyklu pomiarowego w odległości czasowej równej okresowi przebywania ziarna w suszarce.

Próbki pierwotne o masie 1 kg należy pobierać z miejsca podawania ziarna do suszarki w opakowania nie przepuszczające światła i wilgoci.

Przy cyklu pomiarowym trwającym od 1,5 h do 3 h próbki pierwotne należy pobierać co 10 min (0-10-20-30-40-50-60 itd.), próbki średnie do oznaczeń sporządzać z próbek pierwotnych pobranych w czasie 30 min.

Przy cyklu pomiarowym trwającym powyżej 3 h próbki pierwotne należy pobierać co 20 min (0-20-40-60 itd.), próbki średnie do oznaczeń sporządzać z próbek pierwotnych pobranych w czasie 1 h.

Wymieszane próbki pierwotne stanowią próbkę ogólną, z której należy pobrać próbkę średnią.

Próbki średnie o masie około 3 kg należy umieszczać w opakowaniach nie przepuszczających światła i wilgoci.

**3.2.13. Pobieranie próbek materiału końcowego.** Próbki należy pobierać wg 3.2.12 za urządzeniami wysypującymi ziarno z każdej komory. Pobieranie próbek należy rozpocząć z chwilą rozpoczęcia cyklu pomiarowego i zakończyć z chwilą jego zakończenia.

**3.2.14. Pobieranie próbek ziarna do oznaczania nierównomierności nagrzewania.** Próbki należy pobierać do izolowanych cieplnie pojemników o pojemności 1 l i zamkniętych przykryciem z otworem na termometr:

a) do pomiaru wg czasu — z tego samego miejsca kolumny co 1 min przez okres co najmniej 15 min,

b) do pomiaru wg miejsca w kolumnie — w tym samym czasie co najmniej z dwóch miejsc w każdej komorze leżących na tym samym poziomie. Próbki można pobierać poza cyklem pomiarowym w warunkach suszenia zbliżonych do warunków podczas cyklu pomiarowego.

**3.2.15. Pobieranie próbek ziarna do oznaczania nierównomierności suszenia**

a) do pomiaru wg czasu — należy wykorzystać próbki pobrane wg 3.2.14 a),

b) do pomiaru wg miejsca w kolumnie — należy wykorzystać próbki pobrane wg 3.2.14 b).

**3.2.16. Pomiar wilgotności ziarna** należy wykonać dla każdej próbki pierwotnej (przed sporządzeniem próbki

ogólnej) pobranej wg 3.2.12, 3.2.13 i 3.2.14. Pomiar należy wykonać elektronicznym miernikiem wilgotności, którego wskazania należy skontrolować przed rozpoczęciem badań z wynikami oznaczeń wilgotności wykonanych metodą suszarkową wg PN-70/A-74011.

Do oznaczania wilgotności ziarna można stosować metodę suszarkową wg PN-70/A-74011 i oznaczania wykonywać na próbkach średnich.

**3.2.17. Pomiar temperatury ziarna** należy wykonać dla każdej próbki pierwotnej bezpośrednio po jej pobraniu wg 3.2.12, 3.2.13 i 3.2.14. Pomiar należy wykonać termometrem o działce elementarnej co 0,1 °C. Termometr nie powinien dotykać ścianek naczynia. Odczyt temperatury należy wykonać po ustaleniu się maksymalnego wskazania na termometrze.

Za temperaturę ziarna w danym punkcie pomiarowym należy przyjąć średnią arytmetyczną pomiarów w tym punkcie z całego cyklu pomiarowego.

Dopuszcza się wykonanie pomiaru temperatury ziarna za pomocą termoelementów zainstalowanych w punktach pobierania próbek ziarna i urządzeń rejestrujących.

**3.2.18. Pomiar cech jakościowych ziarna** należy wykonać z próbek średnich sporządzonych wg 3.2.12 i 3.2.13. W zależności od przeznaczenia ziarna należy wykonać wybrane oznaczenia z następujących:

a) gęstość wg PN-73/R-74007,  
b) masa 1000 ziarn wg PN-68/R-74017,  
c) zawartość i jakość glutenu wg PN-77/A-74041 (tylko ziarno pszenicy),  
d) energię i siłę kiełkowania wg PN-79/R-65950 (tylko materiał siewny),  
e) czystość ziarna

— ziarno celne,  
— zanieczyszczenia,

w tym użyteczne:

poślad,  
ziarno uszkodzone mechanicznie,  
ziarno przypalone,  
ziarno obce uprawne,

w tym nieużyteczne:

mineralne,  
organiczne,  
szkodliwe,  
grube i słomiaste,  
przesiew przez sito o oczkach 1 mm.

Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń należy wykonać wg PN-69/R-74016. Zawartość zanieczyszczeń grubych i części słomiastych należy oznaczyć z próbek nie mniejszych niż 2 kg przesianych przez sito z oczkami o średnicy 6 mm; pozostałe na sicie części słomiaste i zanieczyszczenia grube mineralne należy zważyć i określić ich udział procentowy w całkowitej masie próbki ziarna.

f) kąt nasypowy.

Jako wyniki pomiarów cech jakościowych ziarna należy podać wartości średnie arytmetyczne trzech oznaczeń wykonanych w każdym cyklu pomiarowym.

### 3.3. Wykonywane obliczenia

3.3.1. Natężenie przepływu gazów w przewodach ( $V$  — objętościowe,  $G$  — masowe) na podstawie pomiaru ciśnienia dynamicznego gazów wg 3.2.5 należy obliczyć wg BN-80/9195-09 p. 3.2.2.

3.3.2. Ciepło brutto dostarczone z paliwem  $q_0$  wg BN-80/9195-09 p. 3.2.4.

3.3.3. Moc cieplna podgrzewacza (podgrzewaczy)  $Q_0$  wg BN-80/9195-09 p. 3.2.3.

3.3.4. Ciepło zużyte na odparowanie wody z ziarna  $q_1$  należy obliczyć w kJ wg wzoru

$$q_1 = (i_{w2} - i_{w1}) m_{1-3} \quad (1)$$

w którym:

$i_{w1}$  — entalpia wody zawartej w materiale początkowym, kJ/kg — wg BN-80/9195-09 p. 3.2.5 wzór (17),

$i_{w2}$  — entalpia pary wodnej w czynniku suszącym opuszczającym strefę suszenia, kJ/kg wg BN-80/9195-09 p. 3.2.5 wzór (18),

$m_{1-3}$  — masa odparowanej wody, wzór (9).

3.3.5. Ogólna sprawność cieplna podgrzewacza  $\eta'$  — należy obliczyć w procentach wg wzoru

$$\eta' = \frac{q_2}{q_0} 100 \quad (2)$$

w którym:

$q_0$  — ciepło brutto dostarczone z paliwem, kJ wg 3.3.2,

$q_2$  — ciepło zużyte na podgrzanie powietrza obliczone w kJ wg wzoru

$$q_2 = c_p V \rho (t_1 - t_0) \theta \quad (3)$$

w którym:

$c_p$  — ciepło właściwe powietrza, kJ/(kg·°C),

$V$  — natężenie przepływu objętościowe czynnika suszącego, m<sup>3</sup>/h,

$\rho$  — gęstość czynnika suszącego, kg/m<sup>3</sup>C,

$t_1$  — temperatura czynnika suszącego, °C,

$t_0$  — temperatura powietrza atmosferycznego, °C,

$\theta$  — czas trwania cyklu pomiarowego, h.

3.3.6. Ogólna sprawność cieplna suszarki  $\eta$  — należy obliczyć w procentach wg wzoru

$$\eta = \frac{q_1}{q_0} 100 \quad (4)$$

w którym:

$q_0$  — ciepło brutto dostarczone z paliwem, kJ wg 3.3.2,

$q_1$  — ciepło zużyte na odparowanie wody, kJ wg wzoru (1).

3.3.7. Ubytek wilgotności ziarna należy obliczyć w procentach:

— ubytek wilgotności w strefie suszenia wg wzoru

$$w_{1-2} = w_1 - w_2 \quad (5)$$

— ubytek wilgotności w strefie chłodzenia wg wzoru

$$w_{2-3} = w_2 - w_3 \quad (6)$$

— ubytek wilgotności w suszarce wg wzoru

$$w_{1-3} = w_1 - w_3 \quad (7)$$

w których:

$w_1$  — wilgotność początkowa ziarna, %,

$w_2$  — wilgotność ziarna opuszczającego strefę suszenia, %,

$w_3$  — wilgotność końcowa ziarna, %.

3.3.8. Masa materiału początkowego  $m_1$  — należy obliczyć w kg wg wzoru

$$m_1 = m_3 \frac{100 - w_3}{100 - w_1} \quad (8)$$

w którym:

$m_3$  — masa końcowa ziarna, kg,

$w_1$  — wilgotność początkowa ziarna, %, wg wzoru (5),

$w_3$  — wilgotność końcowa ziarna, %, wg wzoru (7).

3.3.9. Masa odparowanej wody w suszarce  $m_{1-3}$  — należy obliczyć w kg wg wzoru

$$m_{1-3} = m_3 \frac{w_1 - w_3}{100 - w_3} \quad (9)$$

w którym:

$m_3$  — masa końcowa ziarna, kg, wg wzoru (8),

$w_1$  — wilgotność początkowa ziarna, %, wg wzoru (5),

$w_3$  — wilgotność końcowa ziarna, %, wg wzoru (7).

Dopuszcza się obliczenie różnicy masy początkowej ziarna i masy końcowej ziarna.

3.3.10. Przepustowość suszarki  $M_p$  należy obliczyć:

— w masie materiału końcowego w kg/h wg wzoru

$$M_{p3} = \frac{m_3}{\theta} \quad (10)$$

w którym:

$m_3$  — masa końcowa ziarna, kg, wg wzoru (8),

$\theta$  — czas trwania cyklu pomiarowego, h, wg wzoru (3)

— w masie materiału początkowego wg wzoru

$$M_{p1} = \frac{m_1}{\theta} \quad (11)$$

w którym:

$m_1$  — masa materiału początkowego, kg, wg wzoru (8),

$\theta$  — czas trwania cyklu pomiarowego, h, wg wzoru (3).

**3.3.11. Okres ekspozycji ziarna  $\theta_s$**  należy obliczyć w godzinach z dokładnością do 1 min wg wzoru

$$\theta_s = \frac{m_s \cdot 60}{M_{p3}} \quad (12)$$

w którym:

$m_s$  — ładowność strefy suszenia, kg,  
 $M_{p3}$  — przepustowość suszarki w masie materiału końcowego, kg/h.

**3.3.12. Okres chłodzenia  $\theta_{ch}$**  należy obliczyć w godzinach z dokładnością do 1 min wg wzoru

$$\theta_{ch} = \frac{m_{ch} \cdot 60}{M_{p3}} \quad (13)$$

w którym:

$m_{ch}$  — ładowność strefy chłodzenia, kg,  
 $M_{p3}$  — wg wzoru (12).

**3.3.13. Okres przebywania ziarna w suszarce  $\theta_z$**  należy obliczyć w godzinach z dokładnością do 1 min wg wzoru

$$\theta_z = \frac{m \cdot 60}{M_{p3}} \quad (14)$$

w którym:

$m$  — ładowność suszarki, kg,  
 $M_{p3}$  — wg wzoru (12).

**3.3.14. Wydajność suszarki  $M_3$**  należy obliczyć w tonoprocenach (t %/h) wg wzoru

$$M_3 = M_{p1} \frac{w_1 - w_3}{1000} \quad (15)$$

w którym:

$M_{p1}$  — przepustowość suszarki w masie materiału początkowego, kg/h, wg wzoru (11),  
 $w_1$  — wilgotność początkowa ziarna, %, wg wzoru (5),  
 $w_3$  — wilgotność końcowa ziarna, %, wg wzoru (7),  
 $w_{1-3}$  — w masie odparowanej wody, kg/h.

a) w suszarce wg wzoru

$$w_{1-3} = M_{p3} \frac{w_1 - w_3}{100 - w_1} \quad (16)$$

lub

$$w_{1-3} = M_{p1} \frac{w_1 - w_3}{100 - w_3} \quad (17)$$

b) w strefie suszenia wg wzoru

$$w_{1-2} = M_{p1} \frac{w_1 - w_2}{100 - w_2} \quad (18)$$

c) w strefie chłodzenia wg wzoru

$$w_{2-3} = M_{p3} \frac{w_2 - w_3}{100 - w_2} \quad (19)$$

w których:

$M_{p1}$  — przepustowość suszarki w materiale początkowym, kg/h, wg wzoru (11),  
 $M_{p3}$  — przepustowość suszarki w materiale końcowym, kg/h, wg wzoru (10),  
 $w_1$  — wilgotność początkowa ziarna, %, wg wzoru (5),  
 $w_2$  — wilgotność ziarna opuszczającego strefę suszenia, %, wg wzoru (5),  
 $w_3$  — wilgotność końcowa ziarna, %, wg wzoru (7).

Porównywalne są wskaźniki wydajności suszarki uzyskane przy zachowaniu warunków 2.3.

**3.3.15. Natężenie odparowania wody objętościowe w suszarce  $\sigma$**  należy obliczyć w kg/(m<sup>3</sup>·h) wg wzoru

$$\sigma = \frac{w_{1-3}}{V_s} \quad (20)$$

w którym:

$w_{1-3}$  — wydajność suszarki w masie odparowanej wody, kg/h, wg wzoru (16),  
 $V_s$  — objętość suszarki wypełniona ziarnem, m<sup>3</sup>, którą należy obliczyć wg wzoru

$$V_s = \frac{m}{\gamma} \quad (21)$$

w którym:

$m$  — ładowność suszarki przy danym rodzaju ziarna, kg, wg wzoru (14),  
 $\gamma$  — gęstość ziarna, kg/m<sup>3</sup>.

**3.3.16. Jednostkowe zużycie energii elektrycznej** należy obliczyć:

— godzinowe wg wzoru

$$E = \frac{e}{\theta} \quad (22)$$

w którym:

$e$  — zużyta energia elektryczna, kW,  
 $\theta$  — czas trwania cyklu pomiarowego, h, wg wzoru (3)  
 — na 1 tonoprocen wg wzoru

$$E_3 = \frac{e}{m_3 \cdot w_{1-3}} \quad (23)$$

w którym:

$e$  — zużyta energia elektryczna, kW,  
 $m_3$  — masa materiału końcowego, kg, wg wzoru (8),  
 $w_{1-3}$  — ubytek wilgotności w ziarnie w cyklu pomiarowym, %, wg wzoru (7),  
 — na 1 kg odparowanej wody wg wzoru

$$E_{1-3} = \frac{e}{m_{1-3}} \quad (24)$$

w którym:

$e$  — zużyta energia elektryczna, kW,  
 $m_{1-3}$  — masa odparowanej wody z ziarna w cyklu pomiarowym, kg, wg wzoru (9).

**3.3.17. Jednostkowe zużycie paliwa** należy obliczyć:  
— godzinowe wg wzoru

$$B = \frac{b}{\theta} \quad (25)$$

w którym:

- $b$  — masa zużytego paliwa, kg,
- $\theta$  — czas trwania cyklu pomiarowego, h, wg wzoru (3).
- na 1 tonoprocet wg wzoru

$$B_3 = \frac{b}{m_3 \cdot w_{1-3}} \quad (26)$$

w którym:

- $b$  — masa zużytego paliwa, kg,
- $m_3$  — masa materiału końcowego, kg, wg wzoru (8),
- $w_{1-3}$  — ubytek wilgotności w ziarnie w cyklu pomiarowym, %, wg wzoru (7).
- na 1 kg odparowanej wody wg wzoru

$$B_{1-3} = \frac{b}{m_{1-3}} \quad (27)$$

w którym:

- $b$  — masa zużytego paliwa, kg,
- $m_{1-3}$  — masa odparowanej wody z ziarna w cyklu pomiarowym, kg, wg wzoru (9).

**3.3.18. Jednostkowe zużycie ciepła** należy obliczyć na 1 kg odparowanej wody wg wzoru

$$Q_{1-3} = \frac{q_0}{m_{1-3}} \quad (28)$$

w którym:

- $q_0$  — ciepło brutto dostarczone z paliwem wg 3.3.2,
- $m_{1-3}$  — masa odparowanej wody z ziarna w cyklu pomiarowym, kg, wg wzoru (9).

**3.3.19. Nierównomierność suszenia** należy obliczyć w procentach: do pomiaru wg czasu z próbek pobranych wg 3.2.14a), do pomiaru wg miejsca z próbek pobranych wg 3.2.14b) wg wzoru

$$\Sigma = \sqrt{\frac{(w_n - w)^2}{n - 1}} \quad (29)$$

w którym:

- $w_n$  — średnie wilgotności ziarna w poszczególnych odcinkach czasu pobierania próbek wg 3.2.14a) lub w poszczególnych miejscach pobierania próbek wg 3.2.14b) z całego cyklu pomiarowego,
- $w$  — średnia arytmetyczna wilgotność ze średnich wilgotności ziarna z próbek pobieranych wg 3.2.14a) lub z próbek pobieranych wg 3.2.14b),
- $n$  — liczba pobranych próbek wg 3.2.14a) lub wg 3.2.14b).

Ponadto należy wyznaczyć wartość odchylenia maksymalnego i minimalnego od średniej arytmetycznej.

**3.3.20. Nierównomierność nagrzania ziarna** należy obliczyć w °C do pomiaru wg czasu z próbek pobranych wg 3.2.15a), do pomiaru wg miejsca z próbek pobranych wg 3.2.15b) wg wzoru

$$\Sigma = \frac{(t_n - t)^n}{n - 1} \quad (30)$$

w którym:

- $t_n$  — średnie temperatury ziarna w poszczególnych odcinkach czasu pobierania próbek wg 3.2.15a) lub w poszczególnych miejscach pobierania próbek wg 3.2.15b),
- $t$  — średnia arytmetyczna temperatura ze średnich temperatur ziarna z próbek pobieranych wg 3.2.15a) lub z próbek pobieranych wg 3.2.15b),
- $n$  — liczba pobieranych próbek wg 3.2.15a).

Ponadto należy wyznaczyć wartość odchylenia maksymalnego i minimalnego średniej arytmetycznej.

**3.3.21. Efekt schłodzenia ziarna** należy określić jako różnicę temperatury ziarna i temperatury powietrza atmosferycznego.

#### 4. OCENA SUSZARKI KOLUMNOWEJ

Na ocenę suszarki kolumnowej składają się następujące charakterystyki i oceny suszarki sporządzone na podstawie wyników przeprowadzonych badań i wykonanych pomiarów:

a) Charakterystyka parametrów technicznych suszarki kolumnowej. Charakterystykę należy sporządzić na formularzu wg załącznika 1, osobno dla głównych zespołów roboczych suszarki i osobno dla zespołów roboczych dodatkowych.

W formularzu dotyczącym głównych zespołów roboczych suszarki wg 1.3.1a) należy podać informacje dotyczące całej suszarki oraz wymienić:

- podgrzewacz, podając typ, rodzaj paliwa, rodzaj rusztu i rodzaj paliwa, do którego jest przeznaczony, system podawania paliwa, wymiary gabarytowe wg BN-77/9195-03 podgrzewacza i komory paleniskowej itp.,

- kolumnę, podając wymiary gabarytowe i obliczoną objętość kolumny, liczbę kolumn, liczbę sekcji w kolumnie, liczbę komór w strefie suszenia i strefie chłodzenia w każdej sekcji;

- wentylatory główne, podając liczbę zainstalowanych wentylatorów w suszarce oraz ilość czynnika suszącego i powietrza chłodzącego,

- silniki elektryczne, podając liczbę zainstalowanych silników w suszarce,

- zespół urządzeń wysypowych, podając typ, liczbę urządzeń w sekcji, ich wydajność,

- urządzenie sterująco-kontrolne, podając system regulacji, wskazań i rejestracji parametrów pracy suszarki.

W formularzu dotyczącym zespołów roboczych dodatkowych wg 1.3.1b) należy podać ich główne parametry techniczne według danych producenta.

b) Charakterystyka urządzeń pneumatycznych. Charakterystykę należy sporządzić na formularzu wg załącznika 2 dla wszystkich wentylatorów zainstalowanych w suszarce.

c) Charakterystyka silników elektrycznych. Charakterystykę należy sporządzić na formularzu wg załącznika 3 dla wszystkich silników zainstalowanych w suszarce.

d) Charakterystyka warunków pracy podczas badań suszarki kolumnowej. Charakterystykę należy sporządzić na formularzu wg załącznika 4, osobno dla badań prowadzonych na jednym rodzaju materiału (gatunek, przeznaczenie, wilgotność),

e) Charakterystyka jakości suszonego materiału. Charakterystykę należy sporządzić na formularzu wg załącznika 5, osobno dla każdego rodzaju suszonego materiału wg 2.3 i każdego cyklu pomiarowego.

f) Zestawienie wyników pomiarów podczas pracy suszarki kolumnowej należy sporządzić na formularzu wg załącznika 6, do którego należy wpisać średnie wartości wyników uzyskanych w każdym cyklu pomiarowym.

g) Charakterystyka pracy suszarki kolumnowej. Charakterystykę należy sporządzić na formularzu wg załącznika 7 na podstawie wyników pomiarów zestawionych w załączniku 6. Do formularza należy wpisać obliczone wskaźniki.

h) Charakterystyka eksploatacyjna. Charakterystykę należy sporządzić na podstawie badań eksploatacyjnych wykonanych wg BN-77/9195-02 i BN-76/9195-01 na ziarnie testowym.

Podczas badań eksploatacyjnych należy dodatkowo sporządzić:

- charakterystykę warunków pracy podczas badań suszarki kolumnowej,
- charakterystykę jakości suszonego materiału, oraz określić:
  - masę materiału początkowego i końcowego,
  - zużycie paliwa,
  - zużycie energii elektrycznej,
  - liczbę pracowników obsługujących.

Wskaźniki uzyskane z badań należy wpisać do formularza wg BN-77/9195-02. Za wydajność efektywną

suszarki  $w_1$  należy przyjąć wydajność suszarki  $M_3$  w t%/h. Wskaźniki jakości pracy i wskaźniki eksploatacyjne powinny być oceniane w porównaniu z wymaganiami Systemu Maszyn Rolniczych.

Ponadto należy ocenić w formie opisowej wpływ urządzeń dodatkowych na wydajność suszarki i jakości jej pracy.

i) Ocena warunków bezpieczeństwa i higieny pracy. Ocenę suszarki kolumnowej należy ująć z punktu widzenia wygody pracowników obsługujących suszarkę przy wykonywaniu wszystkich czynności oraz zabezpieczenia pracowników przed ewentualnym niebezpieczeństwem wynikającym z charakteru pracy suszarki kolumnowej.

W ocenie warunków higieny pracy należy określić:

- dogodność rozmieszczenia elementów sterowania i regulacji pod względem konstrukcyjnym i funkcjonalnym,
- poziom natężenia hałasu wg PN-76/R-36125,
- stężenie zapylenia w powietrzu wg PN-73/Z-04043.02.

W ocenie bezpieczeństwa pracy należy dodać oceny:

- zabezpieczenie elementów wystających, ostrych,
- osłon elementów ruchomych,
- wejść i dojeść do stanowisk roboczych,
- zabezpieczenia przed porażeniem prądem elektrycznym,
  - bezpieczeństwa podczas codziennej obsługi i przy wykonywaniu napraw,
  - zabezpieczenia ppoż.

j) Ocena trwałości i niezawodności technicznej suszarki kolumnowej. Ocenę należy wykonać na podstawie obserwacji prowadzonych podczas całego okresu badań eksploatacyjnych, których wyniki są rejestrowane w formularzu wg załącznika 8 do BN-77/9195-02 na podstawie charakterystyki podatności naprawczej wg BN-78/9195-05 i charakterystyki podatności obsługowej wg BN-78/9195-06.

k) Ocena uniwersalności suszarki kolumnowej. Ocenę uniwersalności suszarki należy wykonać na podstawie prowadzonych badań wg 2.3.

l) Ocena końcowa suszarki kolumnowej. W ocenie końcowej należy podać wnioski dotyczące wprowadzenia ewentualnych zmian konstrukcyjnych, technologicznych itp. oraz wniosek o przydatności suszarki kolumnowej dla rolnictwa.

K O N I E C

## CHARAKTERYSTYKA PARAMETRÓW TECHNICZNYCH SUSZARKI KOLUMNOWEJ

Miejsce badań (miejsce, nazwa przedsiębiorstwa) .....

Okres badań (rzeczywisty okres wykonywania pomiarów) .....

Lp.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Dane producenta	Wyniki pomiarów
1	2	3	4	5	6
1	Producent				
2	Typ				
3	Numer fabryczny				
4	Rok produkcji				
5	Wymiary gabarytowe suszarki z podgrzewaczem				
	— długość		mm		
	— wysokość		mm		
	— szerokość		mm		
6	Podgrzewacz				
	— typ				
	— moc cieplna znamionowa	$Q_0$	kW, kJ/h		
7	Wymiary gabarytowe podgrzewacza				
	— długość		mm		
	— wysokość		mm		
	— szerokość		mm		
8	Palnik, ruszt				
9	Wymiary gabarytowe komory paleniskowej				
	— długość		mm		
	— wysokość		mm		
	— szerokość		mm		
10	Rodzaj paliwa				
11	Kolumna				
	— liczba kolumn				
	— liczba komór				
	— liczba sekcji				
	w strefie suszenia				
	w strefie chłodzenia				
12	Wymiary gabarytowe kolumny				
	— szerokość		mm		
	— wysokość		mm		
	— objętość		m <sup>3</sup>		
13	Masa ogólna suszarki		kg		
14	Liczba wentylatorów głównych				
15	Liczba zainstalowanych silników				
	— w suszarce				
	— w urządzeniach dodatkowych				
16	Łączna moc zainstalowana				
	— w suszarce	$N$	kW		
	— w urządzeniach dodatkowych	$N$	kW		
17	Zespół urządzeń wysypowych				
	— typ				
	— liczba urządzeń w sekcji				
	— wydajność				
18	Ładowność suszarki	$m$	t		
19	Przepustowość suszarki				
	— w masie materiału końcowego	$M_{p3}$	kg/h		
	— w masie materiału początkowego	$M_{p1}$	kg/h		
20	Wydajność suszarki				
	— w tonoprocentach	$M_3$	t %/h		
	— w masie odparowanej wody	$M_{1-3}$	kg/h		
21	Liczba osób obsługi				
22	Jednostkowe zużycie				
	— energii elektrycznej godzinowe	$E$	kW·h/h		
	— paliwa godzinowe	$B$	kg/h		
	— ciepła na 1 kg H <sub>2</sub> O	$Q_{1-3}$	kJ/kg		



cd. tabl. Z1

Lp.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Dane producenta	Wyniki pomiarów
1	2	3	4	5	6
23	Moc cieplna podgrzewacza — brutto — netto	$Q_0$ $q'_i$	kW, kJ/h kW, kJ/h		
<p>Lp. 5 — należy podać wg 1.3.1 z pominięciem przenośników podających i odbierających ziarno.  Lp. 5, 7, 12 — należy podać na podstawie pomiaru wg BN-77/9195-03.  Lp. 8 — należy podać: przy palniku — ciśnienie robocze w każdym zakresie, minimalne i maksymalne zużycie paliwa; przy ruszcie — maksymalną i minimalną prędkość posuwu, minimalne i maksymalne zużycie paliwa.  Lp. 9 — należy podać wynik pomiaru z dokładnością do 1 cm.  Lp. 13 — należy podać na podstawie dokumentacji techniczno-ruchowej.  Lp. 17 — należy podać maksymalną i minimalną wydajność wysypu.  Lp. 19 — należy podać wg 3.3.10 i lp. 20 — wg 3.3.14, w kol. 6 wpisując wartość minimalną i maksymalną uzyskaną przy suszeniu materiału testowego, oddzielnie dla ziarna konsumpcyjnego, oddzielnie dla ziarna siewnego.  Lp. 22 — należy podać wg 3.3.16, 3.3.17 i 3.3.18.  Lp. 23 — należy podać wg 3.3.2 i 3.3.3.</p>					

## ZAŁĄCZNIK 2

## CHARAKTERYSTYKA URZĄDZEŃ PNEUMATYCZNYCH

Lp.	Parametr	Symbol	Jednostka miary	Wydatek nominalny	Wyniki pomiarów w cyklu		
					1	2	3
1	Wentylator główny						
1.1	Natężenie przepływu czynnika suszącego — objętościowe — masowe	$V$ $G$	m <sup>3</sup> /h kg/h				
1.2	Opory układu przewodów pneumatycznych czynnika suszącego	$P_c$	Pa				
1.3	Natężenie przepływu powietrza chłodzącego — objętościowe — masowe	$V$ $G$	m <sup>3</sup> /h kg/h				
1.4	Spręż						
2	Wentylator podmuchu pieca						
2.1	Natężenie przepływu — objętościowe — masowe	$V$ $G$	m <sup>3</sup> /h kg/h				
2.2	Opory układu przewodów pneumatycznych	$P_c$	Pa				
2.3	Spręż						
3	Opory układu przewodów pneumatycznych powietrza chłodzącego	$P_c$	Pa				
<p>Lp. 1 — należy wymienić wszystkie wentylatory główne i podać wyniki wg 3.3.1.  Lp. 3 — należy miejsce pomiarów dobrać w zależności od konstrukcji suszarki.</p>							

## ZAŁĄCZNIK 3

## CHARAKTERYSTYKA SILNIKÓW ELEKTRYCZNYCH

Lp.	Parametr	Symbol	Jednostka miary	Według danych fabrycznych (DTR) <sup>1)</sup>	Według danych z tabliczek znamionowych	Na biegu luzem	Wyniki pomiarów
1	Silnik wentylatora głównego						
1.1	Typ						
1.2	Moc	$P$	kW				
1.3	Stopień wykorzystania mocy		%				
2	Silnik napędu urządzeń wysypujących						
3	Silnik wentylatora podmuchu pieca						

<sup>1)</sup> DTR — Dokumentacja Techniczno-Ruchowa.  
 Lp. 1 — należy podać dane dla każdego wentylatora głównego osobno.  
 Lp. 1.2 — należy podać dane wg 3.2.10.  
 Lp. 1.3 — należy podać stosunek mocy silnika pobieranej w warunkach pracy znamionowej do jego mocy znamionowej obliczony w procentach.  
 Lp. 2, 3 i dalsze wyznaczyć jw.

## ZAŁĄCZNIK 4

## CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW PRACY

Lp.	Parametr	Symbol	Jednostka miary	Wyniki pomiarów w cyklu			
				1	2	3	4
1	Warunki meteorologiczne						
1.1	Temperatura	$t_0$	°C				
	— średnia						
	— minimalna						
	— maksymalna						
1.2	Wilgotność względna	$\varphi_0$	%				
	— średnia						
	— minimalna						
	— maksymalna						
1.3	Ciśnienie atmosferyczne	$P_0$	kPa				
2	Temperatura gazów						
	— czynnika suszącego	$t_1$	°C				
	— zużytego czynnika suszącego	$t_3$	°C				
	— zużytego powietrza	$t_3$	°C				
		$t_2$	°C				
3	Prędkość kątowna lub liniowa	$\omega$	rad/s				
		$V$	m/s				
	— podajnika paliwa stałego						
	— rusztu						
	— przenośnika żużłu						
4	Paliwo ciekłe						
4.1	Ciśnienie paliwa	$P_p$	kPa				
4.2	Temperatura paliwa	$t_p$	°C				

Lp. 1.1, 1.2 i 1.3 — należy podać wg 3.2.1.  
 Lp. 2 — należy podać wg 3.2.2, 3.2.4 i 3.2.5.  
 Lp. 3 — należy podać prędkość roboczą, maksymalną i minimalną.  
 Lp. 4.1 — należy podać wartość średnią.  
 Lp. 4.2 — należy podać tylko w przypadku podgrzewania paliwa.

## ZALĄCZNIK 5

## CHARAKTERYSTYKA JAKOŚCI SUSZONEGO MATERIAŁU

Gatunek  
Przeznaczenie

Lp.	Wskaźniki	Jednostka miary	Materiał	
			początkowy	końcowy
1	Wilgotność	%		
2	Gęstość	kg/m <sup>3</sup>		
3	Masa 1000 ziarn	g		
4	Zawartość glutenu	%		
5	Jakość glutenu	%		
6	Energia kiełkowania	%		
7	Siła kiełkowania	%		
8	Analiza czystości			
	— ziarno celne	%		
	— zanieczyszczenia	%		
	w tym użyteczne			
	ziarno uszkodzone mechanicznie	%		
	ziarno przypalone	%		
	ziarno obce uprawne	%		
	w tym nieużyteczne			
	mineralne	%		
	szkodliwe	%		
	grube, słomiaste	%		
	przesiew przez sito o oczku 1 mm	%		
9	Kąt nasypowy	stopień		

Lp. 1 — należy podać dane wg 3.2.16.  
Lp. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 — należy podać dane wg 3.2.18.

## ZALĄCZNIK 6

## ZESTAWIENIE WYNIKÓW POMIARÓW PODCZAS PRACY SUSZARKI KOLUMNOWEJ

Lp.	Wyszczególnienie	Symbol	Jednostka miary	Wyniki w cyklu pomiarowym			
				1	2	3	4
1	Czas trwania cyklu pomiarowego		h				
2	Masda zużytego paliwa	<i>b</i>	kg				
3	Wartość opałowa paliwa	<i>r</i>	kJ/kg				
4	Ciepło brutto	<i>q<sub>0</sub></i>	kW				
5	Zużyta energia elektryczna	<i>e</i>	kW·h				
6	Wilgotność ziarna						
	— początkowa	<i>w<sub>1</sub></i>	%				
	— końcowa	<i>w<sub>3</sub></i>	%				
7	Masa końcowa ziarna	<i>m<sub>3</sub></i>	kg				
8	Masa początkowa ziarna obliczona	<i>m<sub>1</sub></i>	kg				
9	Masa odparowanej wody	<i>m<sub>1-3</sub></i>	kg				
10	Ciepło na odparowanie wody	<i>q<sub>1</sub></i>	kJ, kW				

Lp. 1 — należy podać w godzinach z dokładnością do 1 min.  
Lp. 2 i lp. 3 — należy podać wg 3.2.8.  
Lp. 4 — należy podać wg 3.3.2.  
Lp. 5 — należy podać wg 3.2.9.  
Lp. 6 — należy podać wg 3.2.16.  
Lp. 7 — należy podać wg 3.2.11.  
Lp. 8 — należy podać wg 3.3.8.  
Lp. 9 — należy podać wg 3.3.9.  
Lp. 10 — należy podać wg 3.3.4.

## CHARAKTERYSTYKA PRACY SUSZARKI KOLUMNOWEJ

Lp.	Wskaźniki	Symbol	Jednostka miary	Wyniki w cyklu					Wartość średnia
				1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Przepustowość suszarki — w masie materiału końcowego — w masie materiału początkowego	$M_{p3}$ $M_{p1}$	kg/h kg/h						
2	Wydajność suszarki — w tonoprocetach	$M_3$	t %/h						
3	Wydajność w masie odparowanej wody — w suszarce — w strefie suszenia — w strefie chłodzenia	$w_{1-3}$ $w_{1-2}$ $w_{2-3}$	kg/h kg/h kg/h						
4	Natężenie odparowania wody objętościowe	$\sigma$	kg/(m <sup>3</sup> ·h)						
5	Temperatura ziarna — na wejściu do suszarki — na wyjściu ze strefy suszenia — na wyjściu z suszarki	$t_{z1}$ $t_{z2}$ $t_{z3}$	°C °C °C						
6	Nierównomierność suszenia — wg miejsca — wg czasu — odchylenie maksymalne i minimalne		%  ±w						
7	Nierównomierność nagrzania — wg miejsca — wg czasu — odchylenie maksymalne i minimalne		°C  ±t						
8	Jednostkowe zużycie energii elektrycznej — godzinowe — na 1 tonoprocet — na 1 kg odparowanej wody	$E$ $E_3$ $E_{1-3}$	kW·h/h kW·h/t% kW·h/kg						
9	Jednostkowe zużycie paliwa — godzinowe — na 1 tonoprocet — na 1 kg odparowanej wody	$B$ $B_3$ $B_{1-3}$	kg/h kg/t% kg/kg						
10	Jednostkowe zużycie ciepła — na 1 kg odparowanej wody	$Q_{1-3}$	kJ/kg						
11	Sprawność cieplna — suszarki — podgrzewacza	$\eta$ $\eta'$	% %						
12	Okres ekspozycji ziarna	$\theta_s$	h						
13	Okres chłodzenia	$\theta_{ch}$	h						
14	Czas przebywania w suszarce	$\theta$	h						
15	Efekt schłodzenia ziarna	$\pm \tau$	°C						
Lp. 1 — należy podać wg 3.3.10. Lp. 2 — należy podać wg 3.3.14. Lp. 3 — należy podać wg 3.3.14. Lp. 4 — należy podać wg 3.3.15. Lp. 5 — należy podać wg 3.2.17. Lp. 6 — należy podać wg 3.3.19. Lp. 7 — należy podać wg 3.3.20. Lp. 8 — należy podać wg 3.3.16. Lp. 9 — należy podać wg 3.3.17. Lp. 10 — należy podać wg 3.3.18. Lp. 11 — należy podać wg 3.3.5 i 3.3.6. Lp. 12 — należy podać wg 3.3.11. Lp. 13 — należy podać wg 3.3.12. Lp. 14 — należy podać wg 3.3.13. Lp. 15 — należy podać wg 3.3.21.									

**INFORMACJE DODATKOWE**

1. Instytucja opracowująca normę — Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa, Warszawa.

**2. Normy i dokumenty związane**

- PN-70/A-74011 Ziarno zbóż, nasiona strączkowe jadalne i przetwory zbożowe. Oznaczanie wilgotności
- PN-77/A-74041 Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczenie ilości i jakości glutenu
- PN-76/C-01350.33 Procesy podstawowe inżynierii chemicznej. Suszenie. Nazwy i określenia
- PN-76/R-36125 Ciągniki i maszyny rolnicze. Poziom hałasu na stanowisku pracy operatora. Metody pomiarów
- PN-79/R-65950 Materiał siewny. Metody badania nasion
- PN-73/R-74007 Ziarno zbóż. Oznaczanie gęstości
- PN-69/R-74016 Ziarno zbóż. Oznaczanie szkodników, zanieczyszczeń i zaśnieceń
- PN-68/R-74017 Ziarno zbóż i nasiona strączkowe jadalne. Oznaczenie masy 1000 ziarn
- PN-73/Z-04043.02 Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości dwumetyloaniliny. Oznaczanie dwumetyloaniliny na stanowiskach pracy metodą kolorymetryczną

BN-76/9195-01 Maszyny rolnicze. Podział czasu pracy. Symbole i określenia

BN-77/9195-02 Maszyny rolnicze. Metody badań eksploatacyjnych

BN-77/9195-03 Maszyny rolnicze. Metody określania charakterystyki technicznej

BN-78/9195-05 Maszyny rolnicze. Metody badań podatności naprawczej

BN-78/9195-06 Maszyny rolnicze. Metody badań podatności obsługowej

BN-80/9195-09 Maszyny rolnicze. Suszarki bębnowe. Metody badań System Maszyn Rolniczych Tom IV cz. VI Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa Wyd. V. Warszawa 1976 r.

**3. Zalecenia międzynarodowe**

RWPG PC 5378-75 Машины сельскохозяйственные и лесные. Единая методика проведения испытания. Сушилки зерновые

**4. Autorzy projektu normy — inż. Wojciech Maciejewski, dr inż.**

Ewa Biłowicka — Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie, doc. mgr inż. Eugeniusz Dmytrów — Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu.

**5. Wykaz parametrów i wskaźników używanych w badaniach suszarek kolumnowych**

Lp.	Wyszczególnienie	Symbol	Jednostka miary
1.	Warunki meteorologiczne		
1.1	Temperatura	$t_0$	°C
1.2	Wilgotność względna	$\varphi_0$	%
1.3	Ciśnienie atmosferyczne	$P_0$	kPa
2.	Materiał		
2.1	Masa początkowa	$m_1$	kg
2.2	Masa końcowa	$m_3$	kg
2.3	Masa wody	$m_1 - m_3$	kg
2.4	Wilgotność początkowa	$w_1$	%
2.5	Wilgotność po strefie suszenia	$w_2$	%
2.6	Wilgotność końcowa	$w_3$	%
2.7	Temperatura materiału		
	— początkowego	$t_{z1}$	°C
	— na wyjściu ze strefy suszenia	$t_{z2}$	°C
	— końcowego	$t_{z3}$	°C
2.8	Gęstość materiału		
	— początkowego	$\gamma$	kg/m <sup>3</sup>
	— końcowego	$\gamma$	kg/m <sup>3</sup>
3.	Charakterystyka energetyczna		
3.1	Masa paliwa	$b$	kg
3.2	Dolna wartość opałowa	$r$	kJ/kg
3.3	Ciepło brutto dostarczone z paliwem	$q_0$	kJ
3.4	Ciepło na odparowanie wody	$q_1$	kJ
3.5	Ciepło na podgrzanie powietrza	$q_2$	kJ
3.6	Temperatura paliwa	$t_p$	°C
3.7	Zużycie energii elektrycznej	$e$	kW·h
3.8	Moc zainstalowana łączna	$N$	kW
3.9	Entalpia wody zawartej w materiale początkowym	$i_{w1}$	kJ/kg
3.10	Entalpia pary wodnej w czynniku suszącym opuszczającym strefę suszenia	$i_{w2}$	kJ/kg
4.	Charakterystyka przepływów		
4.1	Natężenie przepływu objętościowe	$V$	m <sup>3</sup> /h
4.2	Natężenie przepływu masowe	$G$	kg/h
4.3	Ciśnienie dynamiczne	$P_d$	kPa
4.4	Opory przepływu w przewodzie	$P_c$	Pa
4.5	Gęstość czynnika suszącego	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>
4.6	Temperatura gazów		
	— na wlocie do suszarki	$t_1$	°C
	— na wlocie lub wylocie ze strefy chłodzenia	$t_3$	°C
	— w przewodzie mieszaniny gazów	$t_2$	°C
5.	Charakterystyka pracy suszarki		
5.1	Ładowność suszarki	$m$	kg
5.2	Przepustowość suszarki		
	— w masie materiału początkowego	$M_{p1}$	kg/h
	— w masie materiału końcowego	$M_{p3}$	kg/h

cd. tablicy

Lp.	Wyszczególnienie	Symbol	Jednostka miary
5.3	Wydajność suszarki — w tonoprocentach	$M_3$	t %/h
5.4	Wydajność w masie odparowanej wody — w suszarce — w strefie suszenia — w strefie chłodzenia	$w_{1-3}$ $w_{1-2}$ $w_{2-3}$	kg/h kg/h kg/h
5.5	Wydajność suszarki efektywna	$w_1 = M_3$	kg/h
5.6	Natężenie odparowania wody objętościowe	$\sigma$	kg/(m <sup>3</sup> ·h)
5.7	Jednostkowe zużycie energii elektrycznej — godzinowe — na 1 tonoprocent — na 1 kg odparowanej wody	$E$ $E_3$ $E_{1-3}$	kW·h/h kW·h/t% kW·h/kg
5.8	Jednostkowe zużycie paliwa — godzinowe — na 1 tonoprocent — na 1 kg odparowanej wody	$B$ $B_3$ $B_{1-3}$	kg/h kg/t% kg/kg
5.9	Jednostkowe zużycie ciepła na odparowanie wody	$Q_{1-3}$	kJ/kg
5.10	Moc cieplna podgrzewacza brutto	$Q_0$	kJ/h
5.11	Sprawność cieplna suszarki	$\eta$	%
5.12	Sprawność cieplna podgrzewacza	$\eta'$	%
5.13	Nierównomierność suszenia		%
5.14	Nierównomierność nagrzania		°C
5.15	Efekt schłodzenia ziarna	$\pm r$	°C