PODPIS ZAUFANY
Maciej Piotr
NOWICKI
01.04.2026 10:27:32 GMT+0200
Dokument podpisany elektronicznie
podpisem zaufanym

Urządzenie i sposób oceny wilgotności, zwłaszcza pojedynczych nasion rzepaku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie i sposób oceny wilgotności, zwłaszcza pojedynczych nasion rzepaku z wykorzystaniem reflektometru wielowrotowego.

Dotychczas znany jest z normy PN-EN ISO 665:2020-09„Nasiona oleiste - Oznaczanie wilgotności i zawartości substancji lotnych" sposób pomiaru wilgotności nasion rzepaku polegający na suszeniu próbki nasion w określonych warunkach do uzyskania stałej masy. Następnie liczona jest różnica mas przed i po suszeniu i na tej podstawie liczona jest zawartość wody. Metoda ta składa się z kilku etapów w tym z suszenia, przez co jest czasochłonna. Natomiast w przypadku bardzo małych nasion wymaga stosowania wagi o dużej rozdzielczości.

W opisie patentowym PL242923B1 przedstawione jest urządzenie do pomiaru wilgotności pojedynczych nasion za pomocą linii transmisyjnej i zespolonego współczynnika odbicia. W rozwiązaniu tym nasiono stacza się po falowodzie do kolejnych blokad w których mierzony jest zespolony współczynnik odbicia. W urządzeniu tym pomiar wykonywany jest tylko w 16 ułożeniach ziarna przez co obarczony jest dużym błędem.

W opisie patentowym PL130757B1 przedstawione jest urządzenie do pomiaru wilgotności względnej danego przedmiotu za pomocą mikrofal. W urządzeniu tym prowadnica falowa wykonana jest w postaci prostokątnego profilu, do którego przylegają radiatory. Urządzenie to nie jest przystosowane do pomiarów ciągłych.

Z kolei z opisu zgłoszenia patentowego PL389288A1 znane jest urządzenie, które wykorzystuje falowód z układem pomiarowym do pomiaru wilgotności pojedynczych przedmiotów w tym nasion. W rozwiązaniu tym falowód przecina tor, przez który przemieszcza się dany przedmiot, następnie niezwłocznie waży się dany przedmiot i prowadzi stosowne obliczenia wilgotności. W sposobie tym dla określenia wilgotności konieczny jest oddzielny pomiar masy przedmiotu.

Celem wynalazku jest pomiar wilgotności pojedynczych nasion rzepaku w sposób ciągły, z natychmiastowym odczytem wartości z wykorzystaniem pomiaru zespolonego współczynnika odbicia, w mikrofalowym zakresie częstotliwości z uwzględnieniem ich niejednorodnej budowy.

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie i sposób pomiaru wilgotności, zwłaszcza pojedynczych nasion rzepaku.

Istotą urządzenia do oceny wilgotności pojedynczych nasion, zwłaszcza rzepaku posiadającego źródło sygnału mikrofalowego, które połączone jest poprzez układ do pomiaru zespolonego współczynnika odbicia do złącza czujnika w postaci linii transmisyjnej składającej się z dwóch równolegle ułożonych falowodów i linia transmisyjna zakończona jest obciążeniem, jest to, że linia transmisyjna umiejscowiona jest na równoległych płytkach PCB, oraz posiada ona kształt okręgu. W sąsiedztwie linii transmisyjnej na zewnętrznej stronie okręgu znajduje się obudowa blokująca wypadanie nasion. Odległość pomiędzy falowodami linii transmisyjnej wynosi od 1,1 do 1,5 średnicy nasion. Długość linii transmisyjnej jest

większa lub równa połowie długości fali na częstotliwości, dla której przeprowadzany jest pomiar tudzież w środku okręgu linii transmisyjnej znajduje się źródło sprężonego powietrza z dyszą, której wyloty skierowane są w stronę szczeliny między falowodami powodując ruch nasion po okręgu.

Istotą sposobu pomiaru wilgotności pojedynczych nasion, zwłaszcza rzepaku, jest to, że nasiono umieszcza się w czujniku zbudowanym z mikrofalowej linii transmisyjnej w postaci okręgu i obraca się i przemieszcza nasiono po okręgu linii transmisyjnej poprzez strumień powietrza z dyszy oraz dokonuje się pomiaru współczynnika odbicia w sposób ciągły. W dalszej kolejności powtarza się sekwencję zadaną ilość razy. Po czym, zmierzone współczynniki odbicia zapisuje się na płaszczyźnie liczb zespolonych oraz wyznacza się największą odległość między dwoma zmierzonymi współczynnikami odbicia tudzież odległość koreluje się za pomocą funkcji matematycznej z wilgotnością nasion.

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest odczyt wilgotności, zwłaszcza pojedynczych nasion rzepaku uwzględniających ich niejednorodną budowę, oraz dający natychmiastowy odczyt wilgotności. Cechuje się niską niepewnością pomiaru wilgotności oraz przystosowane jest do pracy ciągłej, którą można wykonywać z dowolnie dużą prędkością dzięki regulacji prędkości ruchu ziarna za pomocą ciśnienia sprężonego powietrza

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania został uwidoczniony na schematycznym rysunku, na którym poszczególne figury przedstawiają:

fig. 1 - urządzenie w widoku perspektywicznym,

fig. 2 - widok czujnika z góry,

fig. 3 - przykładowy wykres uzyskanych wartości zespolonych z zaznaczoną wielkością parametru K.

Urządzenie do pomiaru wilgotności pojedynczych nasion, zwłaszcza rzepaku w przykładzie wykonania składa się ze źródła sygnału mikrofalowego 1 zasilany mocą 10 dBm o częstotliwości 5,8 GHz, połączonego poprzez układ pomiarowy 2 ze złączem SMA 3 poprzez symetryzator do linii transmisyjnej 4 o długości czynnej 116,88 mm szerokości linii wynoszącej 5,2 mm i szczelinie wynoszącej 2,5 mm pomiędzy płytkami PCB, na których znajduje się symetryczna linia transmisyjna, zakończonej obciążeniem 5 równym impedancji charakterystycznej o wartości 100 Ω. Źródło sprężonego powietrza 7 o ciśnieniu wynoszącym 2 atm poprzez dyszę 8, która posiada 8 otworów pod kątem 30° powoduje ruch nasiona 6 dookoła linii transmisyjnej w sposób jednostajny. W układzie tym następuje ciągły pomiar zespolonego współczynnika odbicia. Długość linii transmisyjnej równa się długości fali dla symetrycznej linii paskowej wykonanej na płytce PCB, której przenikalność względna wynosi 3,6 na częstotliwości 5,8 GHz. Układ pomiarowy 2 stanowi sześciowrotowy reflektometr mikrofalowy, składający się z pasywnego układu podziału mocy, do którego podłączone jest źródło sygnału mikrofalowego, detektory mocy oraz linia transmisyjna 4, której współczynnik odbicia jest mierzony. Poprzez pomiar wartości mocy dokonany za pomocą detektorów wyznaczany zostaje zespolony współczynnik odbicia badanej linii transmisyjnej.

Sposób pomiaru wilgotności pojedynczych nasion, zwłaszcza rzepaku przy użyciu reflektometru wieloportowego z wykorzystaniem urządzenia przedstawionego w przykładzie wykonania polegał na tym, że nasiona rzepaku 6 o średnicach od 1,8 do 2 mm umieszczano w czujniku składającym się z linii transmisyjnej 4 i obciążenia dopasowanego 5. Pod wpływem strumienia powietrza z dyszy nasiono obraca się po okręgu pomiędzy linią transmisyjną powodując ich wielokrotny obrót wokół własnej osi. W każdy punkcie linii mierzony jest zespolony współczynnik odbicia linii transmisyjnej. Zmierzone współczynniki odbicia zapisywane są na płaszczyźnie zespolonej i tworzą one elipsę. Następnie wyznaczana jest średni promień wodzący elipsy K. Odcinek K, jest następnie skorelowany za pomocą funkcji matematycznej z wilgotnością nasion rzepaku 6.

Dla przedstawionego przykładu funkcja ta posiadała postać:

$$\text{Wilgotność [\%]} = 19270.667 * K - 4.893$$

Wilgotność nasion rzepaku w zbadano według normy PN-EN ISO 665:2020-09 i porównano odczytane wartości z reflektometru wielowrotowego. Przykładowe wyniki serii pomiarów dla różnych wilgotności nasion umieszczono w Tabeli.

Tabela – Zależność odległości K od wartości wilgotności otrzymanej metodą referencyjną

Nr próbki	odległość K	wilgotność nasion w [%] uzyskana z pomiaru	wilgotność nasion w [%] zmierzona według normy PN-EN ISO 665:2020-09
1	0.000476	4.28	5.4
2	0.002278	39.00	37.5

RZECZNIK PATENTOWY
Maciej Nowicki
mgr inż. Maciej Nowicki
Nr wp. 3476

Wykaz oznaczeń:

1. Źródło sygnału mikrofalowego
2. Układ do pomiaru zespolonego współczynnika odbicia
3. Złącze SMA
4. Linia transmisyjna
5. Obciążenie linii transmisyjnej
6. Badane nasiono rzepaku
7. Źródło sprzężonego powietrza
8. Dysza
9. Obudowa