

Практична робота 13

ТЕМА: «Технічні засоби моніторингу врожайності»

Мета роботи: засвоїти основні технічні засоби моніторингу врожайності.

Матеріали та обладнання: підручники, електронні інформаційні ресурси, довідники.

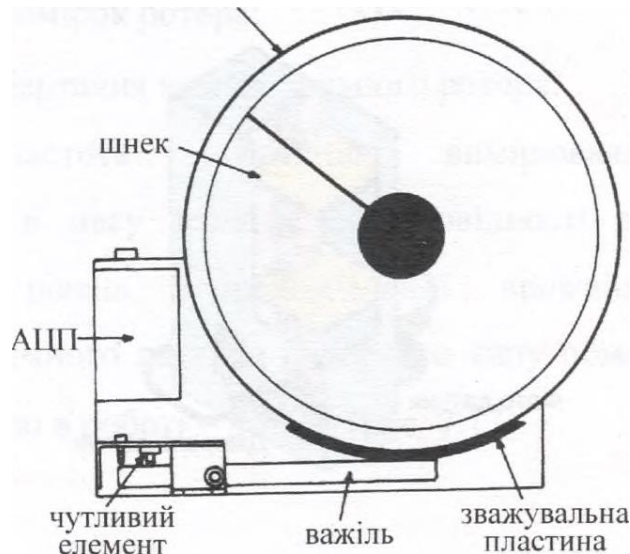
ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Принцип роботи більшості датчиків маси зерна досить простий: врожайність вираховується як відношення потоку очищеного зерна в бункер до добутку швидкості руху і ширини захвату збиральної машини. Потік зерна вимірюють прямим або непрямым методом. У першому випадку вимірюється вага або об'єм зерна, що збирається. Більш популярними є датчики, що працюють за непрямыми принципами вимірювання – ударні пластини, електромагнітні сенсори, радіаційні датчики тощо.

Деякі компанії обладнують свої системи моніторингу ваговими датчиками маси зерна (мал. 1).

Зважувальну пластину такого датчика вмонтовують у вікно горизонтальної частини кожуха шнека транспортування чистого зерна в бункер. Зважувальна пластина під вагою зерна, що транспортується, тисне на двоплечевий важіль, а той - на чутливий елемент датчика. Сигнал з датчика іде на аналогово-цифровий перетворювач (АЦП) і далі по шині даних на бортовий комп'ютер. Дані від такого датчика обов'язково пов'язуються з інформацією від датчика вологості. Похибка в роботі датчика складає близько 4 %.

пожух шнека чистого зерна



Мал. 1. Ваговий датчик маси зерна

Ультразвукові датчики: Технологія ультразвукового сканування традиційно використовується для визначення рівня сипучих речовин. Зараз активно проводиться адаптацію і тестування цієї технології для контролю зібраного врожаю зернових і соняшнику в комбайнах. Якщо встановити датчик в бункері комбайна, можна проконтролювати рівень зерна, а через нього обчислити і обсяг.

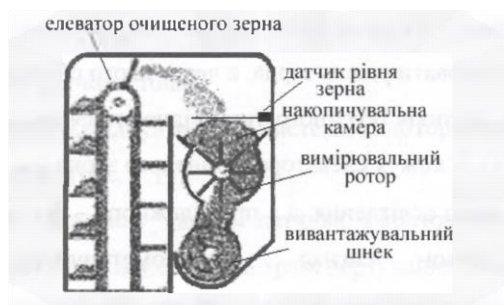
До датчиків об'ємного типу відноситься фотометричний датчик (мал. 2). В кожух елеватора очищеного зерна вмонтовують з одного боку джерело освітлення, а з протилежного - фотометричний датчик. Таким чином сигнал з фотометричного датчика буде зворотнопропорційним об'єму зерна, що знаходиться на лопатях елеватора.

Негативними моментами в роботі фотометричного датчика є можливість запилення джерела освітлення і чутливого елемента фотодатчика. Зміни напруги бортового живлення також можуть впливати на точність роботи датчика. Датчик потребує ретельного калібрування під кожну культуру, що збирається.



Мал. 2. Фотометричний датчик маси зерна

Ще один датчик об'ємного типу представлено на мал. 3. Очищене зерно з елеватора поступає в накопичувальну камеру, в якій рівень наповнення зерном контролюється спеціальним датчиком. Це необхідно для того, щоб комірки ротора завжди були повністю заповнені.



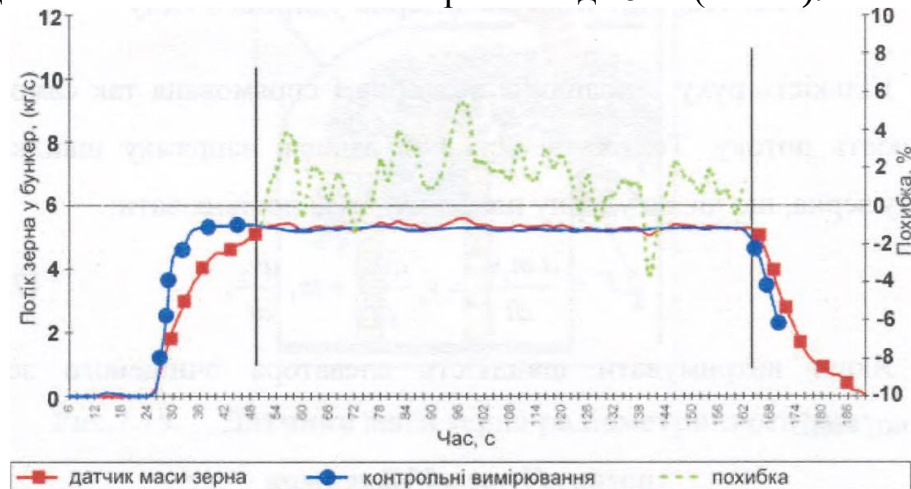
Мал. 3. Датчик маси зерна об'ємного типу

Об'єм зерна, що передається на вивантажувальний шнек дорівнює:

$$Q = qna,$$

де q - об'єм комірки ротора; n - кількість комірок ротора; co - частота обертання вимірювального ротора.

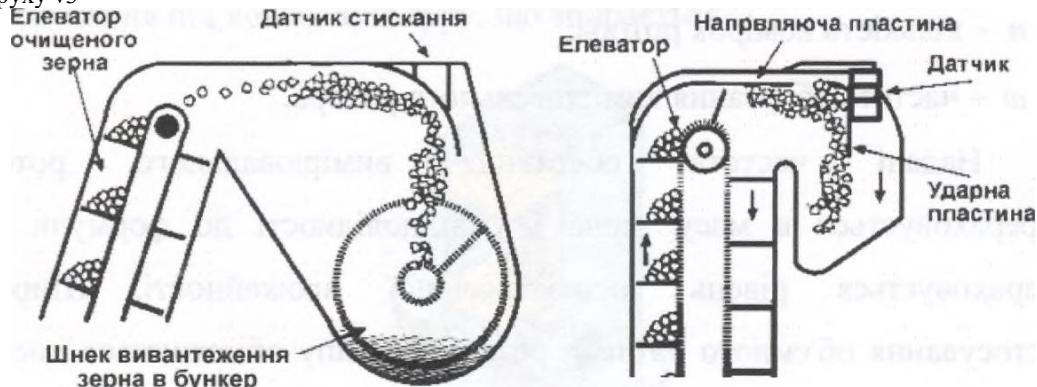
Надалі частота обертання вимірювального ротора перераховується в масу зерна і у відповідності до формули 7.1 розраховується рівень місцевизначеної врожайності. Широке застосування об'ємного датчика роторного типу обмежується досить високою похибкою в роботі - до 5 % (мал. 4).



Мал. 4. Похибки у роботі датчика об'ємного типу

В протизагу ваговим і об'ємним датчикам в сучасних системах моніторингу врожайності здебільшого використовуються датчики непрямого вимірювання, наприклад, ударного типу (мал. 5).

Датчики ударного типу використовують міру механічного тиску потоку очищеного зерна на ударну пластину. Остання зв'язана з датчиком резистивного або п'єзокерамічного типу. Як відомо, кількість руху механічної системи дорівнює геометричній сумі кількостей руху всіх її точок або добутку маси зерна m_3 на швидкість руху v_3

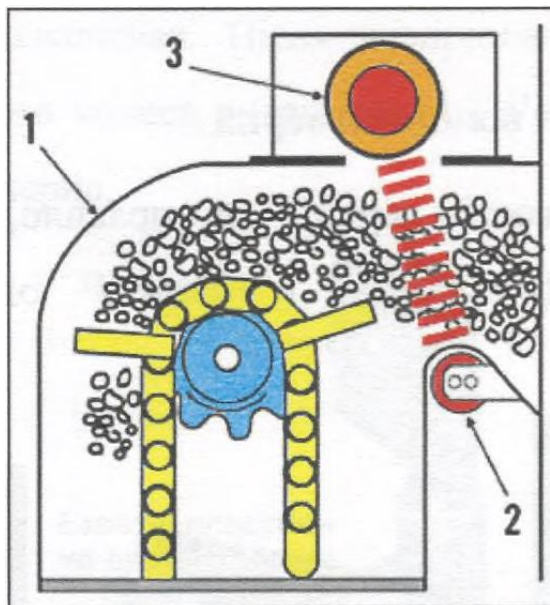


Мал. 5. Датчики маси зерна ударного типу

Кількість руху - величина векторна і спрямована так само, як швидкість потоку.

Тобто сила тиску потоку зерна на ударну пластину буде пропорційна інтенсивності потоку очищеного зерна. Слід зауважити, що у величину $2, F$ входять сили тертя зернин о поверхню датчика. Сила тертя залежить від культури, що збирається, а також від вологості. Тому важливо правильно підібрати кут надходження потоку зерна до поверхні ударної пластини, щоб мінімізувати вплив перемінної сили тертя на показники датчика. Крім того, для використання датчика маси зерна ударного типу в системі моніторингу врожайності важливо контролювати швидкість стрічки елеватора очищеного зерна. Датчики ударного типу характеризуються похибкою близько 2.5 % і широко використовуються в системах реєстрації врожайності провідних компаній, наприклад, John Deere, Case, Ag Leader.

Компанія Massey Ferguson використовує в своїй системі моніторингу врожайності Field Star Yield Mapping датчик маси зерна радіометричного типу (мал. 6).



Мал. 6. Датчики маси зерна радіометричного типу компанії Massey Ferguson:

1 - елеватор очищеного зерна; 2 - джерело радіоактивного випромінювання; 3 - детектор гама випромінювання

Коли потік зерна проходить між джерелом 2 радіоактивного випромінювання (Americium-241) і детектором гама випромінювання 3 вихідний сигнал детектора зменшується пропорційно масі зерна. Тобто вихідний сигнал детектора знаходиться у зворотнопропорційній залежності від інтенсивності зернового потоку, що реєструється бортовим комп'ютером і перераховується у місцевизначену врожайність. За даними компанії радіоактивний датчик має похибку в межах 0.5-1.0 %.

В рідких випадках використовуються датчики маси зерна, принцип функціонування яких базується на вимірюванні крутного моменту на валу елеватора чистого зерна. Цей момент пропорційний масі зерна, яке вивантажується в бункер. Проте точність реєстрації маси зерна за таким способом вкрай низька, що обмежує використання датчиків вимірювання крутного моменту

Датчики вологості зерна.

Датчики вологості зерна, як правило, використовуються ємнісного типу (мал. 7) і мають однаковий принцип функціонування.



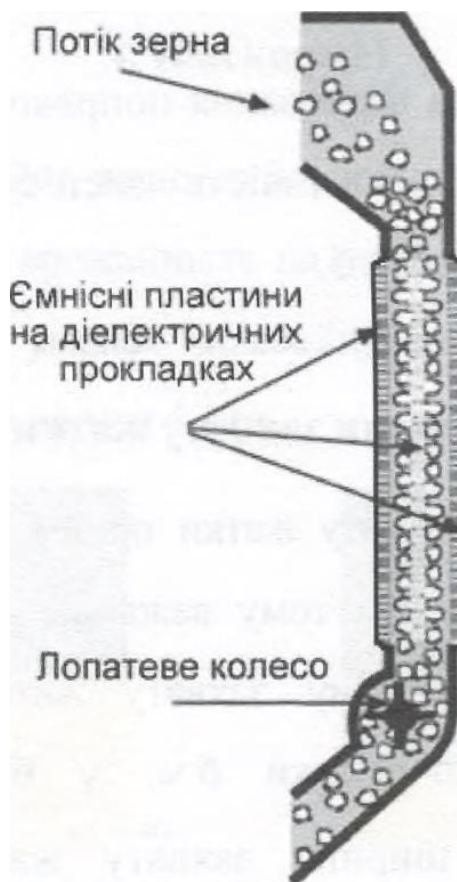
Мал. 7. Системи вимірювання вологості зерна компаній:

а) - John Deere; б) - Micro Track; в) - Ag Leader, Case

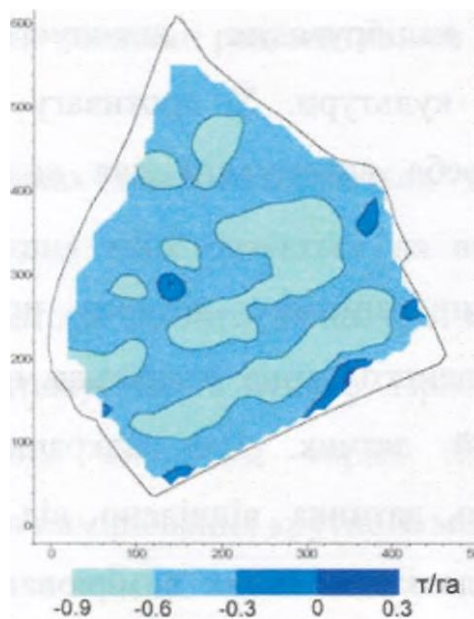
Датчики ємнісного типу, як відомо, не мають високої точності показників вимірювання при низькому (8-10 %) та високому (26-28 %) рівнях вологості. Рівень температури також впливає на показники функціонування датчика вологості, тому бажано використовувати датчики з системою термокомпенсації. Системи термокомпенсації мають бути відкалібровані з використанням лабораторного обладнання. Таке калібрування виконується одноразово і поширюється на всі культури. У протипагу цьому калібрування датчика вологості треба виконувати для кожної з культур, що збираються.

Сутність роботи ємнісного датчика пояснюється мал. 8. Частина потоку очищеного зерна подається в окремий рукав, де знаходиться ємнісний датчик. Для покращення температурних режимів роботи, тіло датчика відділено від металевого кожуха діелектричними прокладками. Після вимірювання вологи зерно за допомогою лопатевого колеса вигрібається і з'єднується з основним потоком очищеного зерна.

На мал. 9 подана карта поправок до картографування врожайності зернових при перерахунку поточної вологості зерна на стандартний рівень 14 %.



Мал. 8. Ємнісний датчик вологості зерна



Мал. 9. Поправка до картографування врожайності при перерахунку вологості зерна на 14 %

Видно, що амплітуда варіювання поправок на врожайність сягає 12 ц/га, що підкреслює важливість застосування і правильного калібрування датчика вологості.

ХІД РОБОТИ

Завдання:

1. Засвоїти основні технічні засоби моніторингу врожайності.
2. Опанувати датчики маси та вологості зерна.

Контрольні запитання

1. Поняття про технічні засоби моніторингу врожайності.
2. Датчики маси зерна.
3. Датчики вологості зерна.
4. Суть поправки до картографування врожайності при перерахунку вологості зерна.
5. Для чого використовують ємнісний датчик вологості зерна?

Література:

1. Система точного землеробства: підручник /Л. В. Аніскевич, Д. Г. Войтюк, Ф. М. Захарін, С. О. Пономаренко; за ред. Л. В. Аніскевича. К. : НУБіП України, 2018. 566 с.
2. Вигера С.М. Природні і культурні фітоценози та принципи контролю їх біорізноманіття : монографія. Київ: НУБіП України, 2013. 300 с.
3. Вигера С. М., Басюк І. В., Сидоренко Л. П. Особливості контролю біорізноманіття за умов органічного виробництва фітопродукції. *Збірник статей з актуальних питань інноваційного консалтингу* / НУБіП України, кафедра аграрного консалтингу та сервісу. Київ : Аграр Медіа Груп, 2010. С. 130–134.
4. Войтюк Д. Г. Моніторинг фітосанітарного стану посівів в системі точного землеробства. *Зб. НАУ*. Київ Т. XI, 2002. С.76–80.
5. Доля М.М. Фітосанітарний моніторинг : навчальний посібник / за ред. М.М. Долі та Й.Т. Покозія. К. : НАУ, 2004. 214 с.