

УДК 631.3.004:631.333:537.86

УЛЬТРАЗВУКОВІ КОЛИВАННЯ З ГРУНТОМ – ОСНОВНИЙ МЕТОД АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ГРУНТОРОЗПУШЕННЯ

Б. О. Антипчук

аспірант

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України,
викладач

Роз'яснюється доцільність застосування радіофізичних методів в основних технологічних операціях з обробіткою ґрунту. Описано основний принцип роботи експериментального ультразвукового пристрою по визначенню глибини залягання ущільненого шару ґрунту (плужної підшови). Представлено функціональну схему даного пристрою.

Ключові слова: щільномір, плужна підшова, ультразвук, звукова хвиля, ґрунторозпушення, датчик-випромінювач, генератор імпульсів, електричний імпульс, швидкість звуку, модуль пружності, щільність ґрунтів.

Розуцільнення ґрунту надзвичайно важливий процес в системі обробіткою ґрунту, але є досить енергозатратним з економічної точки зору, тому весь час триває пошук більш ефективних, з меншими енергетичними затратами способів та пристроїв розуцільнення ґрунту. Вже давно застосовуються на практиці щільноміри ґрунту: механічні і на базі аналогових пристроїв, проте вони не дають можливості проаналізувати всю площу поля, яке обробляється, і оперативно змінити глибину ходу ґрунторозпушувача.

Найбільш оптимальним на даний час для вирішення проблеми ефективного розуцільнення ґрунту є застосування більш ефективних пристроїв, які базуються на взаємодії ультразвукових коливань з ґрунтом.

Ґрунт – це надзвичайно складне для проходження радіохвиль середовище, так як має сильні поглинаючі властивості, та саме щільність ґрунтів надзвичайно впливає на проходження ультразвуку в них. В м'яких ґрунтах (піщаних та супіщаних) ультразвук розсіюється або поглинається, а ущільнені ділянки поля провокують швидке відбиття звукової хвилі. Це відбувається через практичну відсутність повітряних фаз в твердому ґрунті (у повітрі ультразвук поширюється з великим згасанням).

Закономірності розповсюдження ультразвуку в щільних і рихлих ґрунтах покладені в основу принципу дії експериментального радіофізичного пристрою, який є основним елементом автоматизованої системи ґрунторозпушування (рис. 1).

Пристрій для визначення глибини залягання ущільненого шару ґрунту працює на акустичних і ультразвукових частотах і являє собою імпульсний електронний пристрій. Принцип його полягає в наступному: передавач (генератор імпульсів) який міститься у блоці формування, прийому та обробки сигналів генерує електричний імпульс, ультразвуковий датчик - випромінювач перетворює його в звукову хвилю та посилає її в ґрунт. Звукова хвиля відбивається від ущільненого шару ґрунту і повертається до датчика - випромінювача, який перетворює її в електричний сигнал. Приймач, який міститься у блоці формування, прийому та обробки сигналів, підсилює прийнятий сигнал та відправляє його до мікроконтролера. Мікроконтролер обробляє прийнятий датчиком-випромінювачем сигнал і видає оброблену інформацію на дисплей блока індикації та керування у вигляді зображення, відповідно до якого водій збільшує або зменшує глибину ходу ґрунторозпушувача (функціональна схема пристрою на рис. 3).

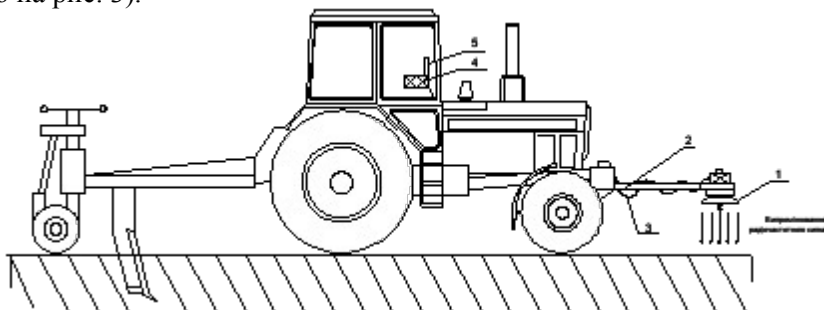


Рис. 1. Схема МТА з автоматизованою системою ґрунторозпушування:

1 – ультразвуковий датчик-випромінювач; 2 – рама пристрою;
3 – система кабелів живлення та передачі інформації, які з'єднують ультразвуковий датчик-

випромінювач з блоком формування, прийому та обробки сигналів; 4 – блок формування, прийому та обробки сигналів; 5 - блок індикації та керування

Проміжок часу з моменту випромінювання ультразвукового імпульсу до моменту його прийому після відбиття від ущільненого шару ґрунту є основним показником роботи ультразвукового датчика визначення глибини залягання плужної підшови. Даний проміжок часу визначається за формулою:

$$t = \frac{2H}{c}, \quad (1)$$

де H - глибина залягання ущільненого шару ґрунту (м); c – швидкість розповсюдження звуку в ґрунті; t – час проходження звукового сигналу з моменту випромінювання до прийому після відбиття.

Швидкість розповсюдження звуку в ґрунті визначається за формулою для твердого середовища:

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}, \quad (2)$$

де E - модуль пружності; ρ - щільність.

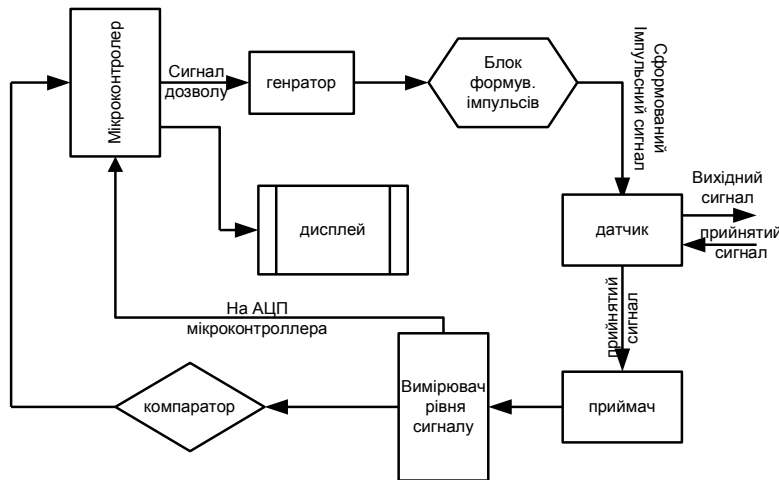


Рис. 2. Функціональна схема

експериментального пристрою оперативного визначення глибини залягання плужної підшови

До речі, більшість ґрунтів мають щільність від 1000 до 1500 кг/м³, а швидкість розповсюдження звуку в ґрунтах коливається в основному від 85 до 180 м/с.

Висновок. Застосування автоматизованої системи ґрунторозпушення з основним елементом - експериментальним радіофізичним пристроєм, дія якого базується на методі ультразвукового випромінювання, дозволяє досить оперативно дослідити все поле на визначення ущільнених ділянок, що надасть можливість уникати поверхневого розпушення ґрунту та економно використовувати при цьому паливно-мастильні матеріали. Водночас покращиться живлення кореневої системи рослин, а в результаті збільшиться врожайність основних сільськогосподарських культур. Водночас вирішуються дві важливі для людства проблеми: продовольча та екологічна. І на кінець, мінімізується негативний вплив техніки на структуру родючих прошарків ґрунту.

Список використаних джерел

1. Бриндли К. Измерительные преобразователи : спр. пособие : пер. с англ. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – С. 102-103.
2. Исакович М. А. Общая акустика : учеб. пособие. – М. : Наука, 1973. – С. 386-392.
3. Мироненко В. Г., Броварець О. О. Інтегровані системи автоматичного управління технологічними процесами у рослинництві // Механізація та електрифікація сільського господарства. - Вип. №1 (100). - 2015. – С. 31-40.
4. Распространение радиоволн / О. И. Яковлев, В. П. Якубов, В. П. Урядов, А. Г. Павельев; под. ред. О. И. Яковлева. – М. : ЛЕНАРД, 2009. – 496 с.
5. Сугак В. Г. и др. О противоречии данных подповерхностного зондирования теоретическим моделям диэлектрических характеристик пород ґрунта / В. Г. Сугак, А. В. Бондаренко, А. В. Сугак // Радиофизика и электроника. – 2012. – Т. 3(17). - № 1. – С. 19-29.