

# АКУСТИЧНИЙ ОПІР – ОСНОВНИЙ ІНФОРМАТИВНИЙ ПАРАМЕТР В РОБОТІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ГЛИБИНОЮ ХОДУ ГРУНТОРОЗПУШУВАЧА

АНТИПЧУК Б. О., аспірант<sup>3</sup>

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України, м. Глеваха, Київська обл.

В сучасних умовах ультразвук є своєрідною фізичною основою отримання інформації при різних вимірах в агрономії, а саме: для хімічного та механічного аналізу ґрунтів.

Сучасне сільськогосподарське виробництво для більшої ефективності вимагає автоматизації всіх виробничих процесів, насамперед, це стосується обробітку ґрунту (особливо процесу його розушільнення), від родючих властивостей якого залежить якість врожаю. Внаслідок певних технологій оранки на глибині 25 – 50 см утворюється ущільнений шар ґрунту (плужна підшва), який неможливо оперативно виявити під час ходу ґрунторозпушувача. Саме ця плужна підшва не дає розвиватись кореневій системі сільськогосподарських рослин, внаслідок чого втрачається врожай.

Експериментальна система з автоматичного виявлення глибини залягання плужної підшви базується на ультразвукових коливаннях з ґрунтом (рис. 1). Згідно показників на дисплеї імпульсного електронного пристрою цієї системи водій трактора збільшує або зменшує глибину ходу ґрунторозпушувача.

---

<sup>3</sup> *Науковий керівник:* Мироненко В. Г. – д. т. н., професор, завідувач відділом Електрифікації та автоматизації агропромислового виробництва» ННЦ «ІМЕСГ»

Саме механічні властивості ґрунтів і були враховані в роботі експериментального імпульсного електронного пристрою цієї системи. Основним урахованим параметром є нездатність надуцільненого шару ґрунту пропускати звук, тобто його вагомий акустичний опір. У всіх питаннях акустики потрібно враховувати лише механічні властивості середовища: пружність, щільність, в'язкість та інерційні властивості, тому з'ясуємо, що являє собою ущільнений ґрунт як акустичне середовище.

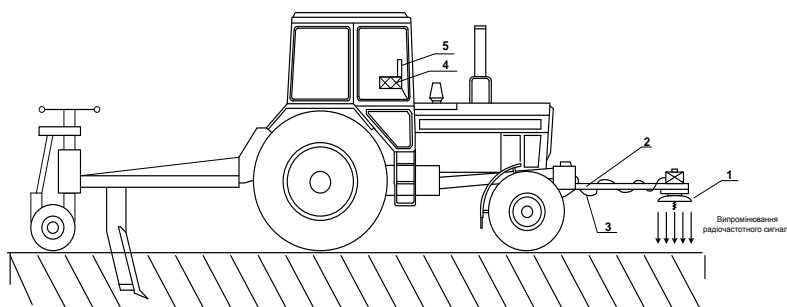


Рис. 1. Схема МТА з автоматизованою системою ґрунторозпушування:

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

Надуцільнений шар ґрунту - збитий, без повітряних фаз і рідини пласт, який залягає на глибині, і є абсолютно жорстким середовищем, тому що у надуцільненому ґрунті спостерігається ефект акустичного опору твердих частинок деформаційним процесам, і чим щільніший ґрунт, тим цей опір є сильнішим, тим швидше відбивається звукова хвиля.

В акустиці більш жорстким середовищем називають середовище, яке менше піддається стисканню. Коли мова йде про звук і ультразвук, доцільно порівнювати лише хвильовий опір середовищ, тобто відношення щільності до здатності стискатись. Жорсткішим буде те середовище, для якого це відношення більше.

Всі перелічені вище механічні властивості середовища чинять опір розповсюдженню звукової хвилі. Для оцінки опору розповсюдження звукової хвилі введемо дві константи.

Перша константа – це акустична жорсткість середовища, яка розраховується за формулою:

$$Q_{A.ж.} = \rho c \omega = \frac{D}{A}, \quad (1)$$

де  $\rho$  - щільність середовища,  $c$  – швидкість звуку,  $\omega$  – частота звукової хвилі.

Дана формула показує залежність звукового тиску  $D$  від амплітуди зсуву частинок середовища  $A$ .

Друга константа – хвильовий (або акустичний) опір середовища. Ця константа більш наглядно і узагальнено показує опір розповсюдженню звукової хвилі, який визначається поглинанням, заломленням і відбиттям звукової хвилі.

Акустичний опір  $R_A$  розраховується за формулою:

$$R_A = \rho c = \frac{D}{U}, \quad (2)$$

де  $\rho$  - щільність середовища (кг/м<sup>3</sup>),  $c$  - швидкість звуку в середовищі (м/с),  $D$  – амплітуда звукового тиску,  $U$  - максимальна амплітуда коливальної швидкості.

Для різних ґрунтів абсолютне значення акустичного опору різко відрізняється один від одного.

В техніці акустичних вимірів акустичний опір є важливим інформаційним параметром, тому що саме ним визначається властивість середовища проводити акустичну енергію, в тому числі й ультразвук. Так на межі розподілу середовищ з різним акустичним опором обов'язково виникають відбиті хвилі.

### Використана література

1. Воробьев Е. А. Теория ультразвуковых колебаний как основа построения и применения технических средств получения информации. Санкт-Петербург, 2012. 59 с.
2. Мироненко, В. Г., Антипчук Б. О. Пристрій оперативного визначення глибини залягання плужної підшви в процесі її розущільнення. Механізація та електрифікація сільського господарства. Глевах, 2017. Вип. 5 (104). С. 28-34.
3. Нерпин С. В. Физика почвы. Москва. 1967. С. 18-22, 28-34.