

## МАШИНЫ ДЛЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

УДК 631.312.021

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ  
ВІБРОПЛУГА З ГІДРАВЛІЧНИМИ ВІБРАТОРАМИ

**В.С. Ловейкін, професор, д.т.н., Л.А. Дяченко, здобувач, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ**

*Анотація.* Наведено методику експериментальних досліджень параметрів вібропуга з гідравлічними вібраторами.

*Ключові слова:* дослідження, вібропуг, вимушені коливання, тяговий опір, якість.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ  
ВИБРОПЛУГА С ГИДРАВЛИЧЕСКИМИ ВИБРАТОРАМИ

**В.С. Ловейкин, профессор, д.т.н., Л.А. Дяченко, соискатель, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев**

*Аннотация.* Приведена методика экспериментальных исследований параметров вибропуга с гидравлическими вибраторами.

*Ключевые слова:* исследование, вибропуг, вынужденные колебания, тяговое сопротивление, качество.

METHODS OF EXPERIMENTAL INVESTIGATION INTO PARAMETERS OF  
VIBROPLOUGHS WITH HYDRAULIC VIBRATORS

**V. Loveykin, Professor, Doctor of Engineering Sciences, L. Dyachenko, competitor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv**

*Abstract.* Methods of experimental investigation into parameters of vibroploughs with hydraulic vibrators have been presented.

*Key words:* research, vibroplough, forced vibrations, traction resistance, quality.

**Вступ**

Процес розпушення ґрунтового середовища клином є одним із найбільш поширених способів поліпшення його властивостей [1]. Оранка, або полицевий спосіб оброблення ґрунту, полягає у підрізанні оброблюваної скиби, її підніманні з розпушенням й обертанням на 130–180 % та укладанні на дно попередньо відкритої борозни. Цей спосіб характеризується повним очищенням поверхні поля від післяжнивних решток (на 95–100 %), загортанням у ґрунт органічних, мінеральних добрив, бур'янів, значним зменшенням щіль-

ності орного шару та збільшенням його пористості [2].

У зв'язку з тим, що оранка супроводжується деформацією, руйнуванням і переміщенням ґрунтового шару, затрати енергії на виконання операції є порівняно великими. За енергетичними затратами оранка є найбільш енергоємною операцією в технологічному процесі вирощування сільськогосподарських культур [3].

Тому зниження енерговитрат при основному обробленні ґрунту є важливою задачею. До-

сягнути цього можна застосуванням вібраційних робочих органів, що коливаються відповідно до періодичних змін опору ґрунту. У зв'язку з цим нами розроблено і досліджено віброплуг.

### Аналіз публікацій

Питанню впливу вібраційної дії на величину і характер розпушування ґрунту, а також на тяговий опір присвячено роботи [4–8].

Значний внесок у розробку теоретичних основ і практичних заходів з реалізації віброметоду в робочих органах ґрунтообробних машин зроблено у працях О.О. Дубровського [9].

Глибокі дослідження вібраційної та імпульсної дії на ґрунт ґрунтообробних робочих органів різного типу проведено колективом учених під керівництвом професора Л.Ф. Бабицького [10].

Аналіз літературних джерел, теоретичних та експериментальних досліджень з вивчення та обґрунтування параметрів вібраційних робочих органів показує, що необхідно розширити дослідження впливу вібраційної дії на величину і характер розпушування ґрунту, а також на тяговий опір.

### Мета і постановка задачі

Метою проведення експериментальних досліджень є підтвердження або спростування визначених теоретичних положень, раціональних параметрів і режимів роботи віброплуга з гідравлічними вібраторами із наступним порівняльним аналізом результатів, отриманих у процесі теоретичних і експериментальних досліджень.

### Результати експериментального дослідження віброплуга

Програма досліджень включає комплекс необхідних робіт з підтвердження висунутої гіпотези про позитивний вплив параметрів вимушених коливань на тяговий опір плуга та величину питомої потужності, необхідної при вібраційній і звичайній оранці. Експериментальне визначення режимів процесу взаємодії з ґрунтом вібраційних корпусів плуга проводилося в умовах, типових для Полісся.

Задачею дослідження було визначено виявлення впливу швидкості руху орного агрегату, частоти, кута та амплітуди коливань корпусу плуга на основні технологічні показники роботи, з метою обґрунтування оптимальних параметрів і режимів роботи віброплуга.

Програма експериментальних досліджень передбачала:

1. Визначення фізико-механічних властивостей ґрунту:

- вологості ґрунту за довжиною гону;
- твердості ґрунту за методом професора Горячкіна;
- щільності ґрунту на робочій глибині плуга;
- напружень і деформацій у ґрунті, а також швидкостей їх розповсюдження.

2. Експериментальне дослідження впливу частоти, кута та амплітуди коливань корпусу плуга і швидкості руху агрегату на тяговий опір та агротехнічні показники оранки ґрунту. Синхронний безперервний запис реалізацій процесів:

- тяговий опір плуга;
- частота коливань вібратора (корпуса плуга);
- тиск оливи, залежно від зазору у зворотному зв'язку, в нагнітальній і зливній порожнинах вібратора;
- визначення затрат потужності на роботу вібратора;
- частота обертання вала відбору потужності;
- швидкість руху агрегату;
- час проходження залікового гону.

3. Агротехнічна оцінка показників роботи агрегату:

- глибина оранки;
- глибина борозен, висота гребенів;
- ступінь подрібнення ґрунту.

Для проведення експериментальних досліджень, як правило, використовуються натурні об'єкти дослідження та їх моделі. В натурному експерименті засоби експериментального дослідження взаємодіють безпосередньо з об'єктом дослідження, що дає суттєву перевагу перед модельним експериментом.

Тому параметри вимушених коливань на тяговий опір плуга вивчалися на експериментальному віброплузі ПЛН–2–25 [11], який було розроблено нами на підставі аналізу засобів механізації та результатів теоретичних досліджень. Конструктивно-технологічну схему віброплуга показано на рис. 1, а

загальний вигляд експериментального вібропуга маємо на рис. 2.

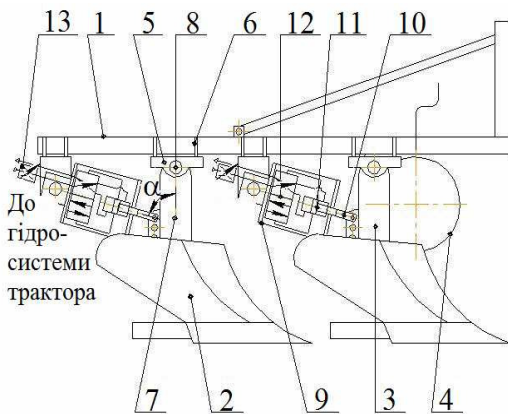


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема вібропуга



Рис. 2. Спеціально підготовлений експериментальний вібропуг ПЛН-2-25 із двома гідравлічними вібраторами

Як видно із рис. 1, вібропуг складається з рами 1, корпуса 2, стійки корпуса 3 і опорного колеса 4. Стійка кожного корпуса розрізана на дві частини, шарнірно з'єднані одна з одною. Верхня частина стійки 5 приєднана хомутом 6 до рами пуга 1, нижня 7 з'єднана з нею шарніром 8. На рамі пуга 1, під змінним кутом  $\alpha$ , закріплено вібратор 9, що штоком 10 з'єднаний з нижньою частиною стійки корпуса 7. Для зміни кута  $\alpha$  та амплітуди вібрації у нижній частині стійки корпуса передбачені отвори. Вібратор 9 складається з поршня 11, виготовленого разом зі штоком 10, і золотника 12. Порожнина вібратора 9 під'єднана до гідросистеми трактора. Дроселем 13 забезпечується регулювання частоти коливань вібратора 9.

Дослідження проводилися за методикою планування повнофакторного експерименту. Змінними факторами були швидкість руху, частота, кут та амплітуда коливань корпуса пуга, а вихідним параметром – тяговий опір пуга.

Дослідження вібропуга у польових умовах містили в собі такі етапи: визначення фізико-механічних властивостей ґрунту; налаштування датчиків; проведення контрольних замірів; безпосереднє виконання самих дослідів; агротехнічну оцінку якості роботи; обробку отриманих результатів.

У день проведення дослідів визначалися метеорологічні умови (за даними метеостанції) та фізико-механічні властивості ґрунту: вологість, твердість, об'ємна маса, напруження і деформації у ґрунті, швидкості їх розповсюдження на досліджуваних глибинах.

Вологість ґрунту визначалась ваговим методом у шарах 10, 20 і 30 см п'ятикратно. Твердість ґрунту визначалась в місцях взяття проб на вологість п'ятикратно за допомогою твердоміра Горячкіна з безперервним втискуванням у ґрунт циліндричного плунжера. Дослідження проводились при роботі пуга з вібраційними корпусами пуга, а потім – при виключених вібраторах. Глибина оранки – 22 см. Повторюваність дослідів – п'ятикратна.

Вимірювання швидкості руху агрегата здійснювалося із застосуванням колеса шляховимірювального в комплекті з датчиком ДЧ В-01 (рис. 3).



Рис. 3. Розміщення колеса шляховимірювального в комплекті з ДЧ В-01

Для реєстрації тягового опору пуга застосовувалася динамометрична рамка (рис. 4).



Рис. 4. Розміщення динамометричної рамки

Вимірювання тиску оливи здійснюється за допомогою перетворювачів тиску «ИПД 2» (рис. 5), що встановлюються в нагнітальну та зливну магістраль гідровібратора.



Рис. 5. Розміщення перетворювача тиску «ИПД 2»

Для визначення частоти коливань стійки корпусу плуга застосовуються датчики вібрації Accelerometer Type 4369 (рис. 6).



Рис. 6. Розміщення датчика вібрації Accelerometer Type 4369

Для визначення частоти обертів вала відбору потужності (ВВП) застосовували лічильник обертів ВВП (рис. 7).



Рис. 7. Розміщення лічильника обертів ВВП

Тарування датчиків проводилось у лабораторії розробки методів технічних вимірювань та наукових досліджень функціонування машинно-тракторних агрегатів Українського

науково-дослідного інституту прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого (УкрНДІПВТ) (сmt Дослідницьке Васильківського району Київської області) за стандартними методиками.

Перед початком роботи віброплуга гідровібратор встановлювався під відповідним кутом до стійки корпусу плуга. Встановлювався змінний дросель у зливній магістралі гідровібратора. З метою визначення оптимальної частоти коливань стійки корпусу плуга було випробувано три розміри зазора (дроселі) у зливній магістралі гідровібратора: 3, 5 та 7 мм.

За допомогою важеля розподільника трактора вмикався гідровібратор та ВВП. В цей час починали запис сигналів тензодатчиків для визначення впливу вібрації як під час заглиблення корпусів плуга, так і під час сталого режиму оранки. Навіщенням плуг опускали в робоче положення і починали оранку на відповідній передачі коробки зміни передач трактора.

Фіксування сигналів, що надходять від датчиків, здійснювалося за допомогою підсилювача-перетворювача SPIDER 8-30 на персональний комп'ютер 9 HP6100 з програмним продуктом Catman Express 4.5, що дозволяє передати отримані числові дані в пакети програми MS Excel для їх подальшої обробки. Зареєстровані дані було представлено у вигляді діаграм залежностей від часу тягового опору, швидкості руху агрегату, прискорення коливань стійки корпусу плуга, частоти обертів ВВП, тиску оливи в нагнітальній і зливній магістралях гідровібратора.

Глибина обробляння ґрунту, висота гребенів і глибина борозен на поверхні обробленого ґрунту визначалася за допомогою сталюого мірного щупа.

### Висновки

В результаті проведених досліджень:

1. Розроблено програму експериментальних досліджень визначення параметрів і режимів роботи віброплуга з гідравлічними вібраторами.
2. Спроектовано і виготовлено експериментальний віброплуг з гідравлічними вібраторами.

3. Підбрано вимірювально-реєструвальне обладнання для визначення експериментальним методом динамічних характеристик процесу оранки ґрунту віброплугом з гідравлічними вібраторами.

### Література

1. Гуков Я.С. Обробіток ґрунту. Технологія і техніка. Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючих засобів для механізації обробітку ґрунту і умовах України / Я.С. Гуков. – К.: Нора-прінт, 1999. – 280 с.
2. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські та меліоративні машини / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
3. Лурье А.Б. Расчет и конструирование сельскохозяйственных машин / А.Б. Лурье, А.А. Громбчевский. – Л.: Машиностроение, 1977. – 528 с.
4. Крылов М.М. Применение вибраций для уменьшения тяговых усилий плугов при мелиорации подпахотного слоя: доклады / М.М. Крылов // ВАСХНИЛ – 1998. – Вып. 1–2. – С. 32.
5. Цветников В.И. Исследование влияния вынужденной вибрации плуга на расход мощности при вспашке: дис...канд. техн. наук / В.И. Цветников. – Л., 1953. – 210 с.
6. Рябцев Г.О. Дослідження роботи плуга з пружною підвіскою корпусів / Г.О. Рябцев // Вісник сільськогосподарської науки. – 1975. – № 5. – С. 16–20.
7. Клюев А.И. Энергетика корпуса плуга при упругом креплении его к раме / А.И. Клюев, А.И. Нидзиев // Сборник научных трудов ВСХИ. – Волгоград, 1979. – Т.69. – С. 32–38.
8. Зоненберг Р.М. Исследование влияния вибрации на тяговое сопротивление рабочих органов, взаимодействующих с почвой: дисс... канд. техн. наук / Р.М. Зоненберг. – Киев, 1965. – 245 с.
9. Дубровский А.А. Вибрационная техника в сельском хозяйстве / А.А. Дубровский. – М.: Машиностроение, 1968. – 204 с.
10. Бабицкий Л. Ф. Біонічні напрямки розробки ґрунтообробних машин / Л. Ф. Бабицкий. – К.: Урожай, 1998. – 160 с.
11. Патент на корисну модель UA №55371, МПК А 01 В 63/111. Віброплуг/ Ловейкін В.С., Човнюк Ю. В., Дяченко Л.А.; заявник та патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. – №u201007268; Заявл. 11.06.2010, опубл. 10.12.2010, Бюл. №23.

Рецензент: В.І. Мощенко, професор, к.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 4 травня 2012 р.