

Методи досліджень і вимірювальні прилади

УДК 629.114.2.001.4:631.7

Іваненко І., завідувач відділу, Карпенко А., інженер (УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого)

Навісний відбірник зразків ґрунту

Проведено аналіз конструкцій і компоновальних схем технічних засобів відбору ґрунтових зразків для моніторингу стану ґрунтів. Створений технічний засіб забезпечує відбір зразків ґрунту з глибини до 100 см та перенесення індивідуальної проби в контейнер для формування змішаної проби.

Він складається з рами, бака, гідророзподільника, гідропривода, забірника зразків ґрунтів, сидіння, ящика для зберігання зразків ґрунту, покажчика глибини відбору проби. Відбірник зразків ґрунту навішується на трактор МТЗ-80 і приводиться від вала відбору потужності трактора.

Ключові слова: моніторинг стану ґрунту, технічні засоби відбору проб, бур, змішана проба ґрунту, енергозасіб.

Вступ. Одним із шляхів зниження навантаження на навколишнє середовище є практичне застосування добрив у розрізі оптимізації живлення рослин відповідно до запасів поживних речовин у ґрунті. Використання сучасних технічних засобів дає нові можливості для забезпечення рослин необхідними елементами живлення. Розроблені технології внесення добрив передбачають наявність трактора, оснащеного комп'ютером, сенсором орієнтації за глобальною системою місцеположення і високоточного багатокан-

© Іваненко І., Карпенко А. 2018

нального агрегата для розсівання добрив [1]. Розподіляють добрива по полю на основі електронних карт вмісту елементів живлення та умов зволоження. Кожен контур, який відрізняється від сусідніх за наявністю елементів живлення і рельєфу, одержує свої дози добрив.

Постановка проблеми. Великою проблемою в питаннях практичного застосування добрив є строкатість родючості ґрунту, обумовлена природним станом ландшафту і загострена нерівномірним внесен-

ням добрив. Особливої актуальності з огляду на це набуває швидке та дешеве визначення стану ґрунту в конкретних ділянках поля, що неможливе без наявності високопродуктивного технічного засобу для взяття зразків ґрунту та реєстрації точок відбору ґрунту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Ведення господарства відповідно до потенціалу кожної окремої ділянки вимагає наявності точних базових даних про реальний стан ґрунту: запаси поживних речовин, кислотність, вміст гумусу та інших показників [2,3]. Основним методом встановлення реального стану ділянки є агрохімічний аналіз.

Проте важливу роль у встановленні потенціалу ділянки грає не лише якість проведення аналізу, а й якість відбору ґрунтових зразків, оперативність та затрати, пов'язані з їх відбором.

Наявні технології відбору ґрунтових зразків розраховані на широке застосування ручної праці, тому мають низьку продуктивність та високі затрати праці. Для підвищення продуктивності операції останнім часом низкою фірм розроблено та виготовлено гаму мобільних пробовідбирачів на базі різноманітних енергозасобів. Загальними рисами цих агрегатів є автономна енергетична система, гідравлічна система приводу робочого органу, набір змінних робочих органів для різних глибин відбору зразків. Для визначення тенденцій розвитку конструкцій нижче надаються характеристики найбільш характерних представників таких машин.

Автоматизований пробовідбірник WINTEX 1000 [4] (рис. 1) розрахований на відбір однорідних проб ґрунту. Глибина може регулюватися від 10 см до 30 см.



Рис. 1 – Автоматизований пробовідбірник Wintex 1000

Проби відбираються за допомогою спеціально спроектованого бура, який поєднує поступальний рух углиб ґрунту та обертальний рух по спіралі, зменшуючи тим самим навантаження на механізм і забезпечуючи високу швидкість відбору проб.

Об'єм бура дозволяє за 10-14 відборів формувати змішаний зразок необхідної для лабораторного аналізу кількості ґрунту (близько 500 г). Зразки ґрунту автоматично поміщаються в контейнер, який потім відправляється в лабораторію.

Всіма операціями можна керувати з водійського сидіння (у випадку, коли він вмонтовується на ATV типу Honda TRX 450 FE Foreman). WINTEX 1000 може також встановлюватися і на інші автомобілі, зокрема широко розповсюджені в Україні типу «Нива» та «УАЗ». У цьому випадку необхідно після 10 відборів виходити з машини, змінювати контейнер з ґрунтом.

Робочі органи приводяться в дію гідравлічною системою. Продуктивність гідравлічного насоса - 7.5 л/хв. за тиску 75 – 100 барів. Насос приводиться в роботу електродвигуном, який живиться від бортової мережі автомобіля 12 В, сила струму – 14 ампер, потужність 250 Ватів.

Механізований пробовідбірник BIG BEAR (рис. 2) на базі енергозасобу YAMAHA обладнаний додатковим генератором з приводом від двигуна внутрішнього згоряння, ґрунтовим буром та піднімальним пристроєм з електроприводом. З додаткового обладнання він комплектується холодильником та контейнерами для проб, ручним буром для відбору проб з глибини до 90 см.



Рис. 2 – Механізований пробовідбірник BIG BEAR

Гідромеханічний бур виробництва Janssen Soiltest Messung Bodenproben Technik [5] (рис. 3) розрахований для відбору ґрунтових зразків з глибини до 60 см. Він обладнаний тростинним буром і приводиться в дію гідроциліндром. Індивідуальна гідросистема обладнана гідронасосом, який приводиться в дію електродвигуном.



Рис. 3 – Гідромеханічний бур Janssen Soiltest Messung Bodenproben Technik

Гідромеханічний пробовідбірник ССС 2000 (рис 4, 5) призначений для відбору ґрунтових зразків з глибини до 30 см. Обладнаний спіральним буром, контейнером для збору вилученого ґрунту, піднімальним механізмом та пристроєм для пакування проб. Привод робочих органів здійснюється від індивідуальної гідросистеми та додаткового двигуна внутрішнього згоряння.



а)



б)

Рис. 4 – Гідромеханічний пробовідбірник ССС 2000: а) початок відбору проби; б) вивантажування проби ґрунту.

Пробовідбірник NITRAT-RUNNER (рис. 5) комплек-

тується буром для відбору проб на глибину до 90 см. Технологічний процес виконується гідроциліндром, який забезпечує рух бура у вертикальній площині, та гідромотором, який забезпечує обертальний рух бура безпосередньо перед витягуванням, і витягує його практично з будь-якого ґрунту. Бур може монтуватись і на інших транспортних засобах. Обслуговується пробовідбирач одним спеціалістом.

Пробовідбірник BORG-900 (рис. 6) застосовується для відбору ґрунтових зразків з глибини до 120 см. Технологічно він виконаний за схемою приводу робочого органу від гідросистеми енергозасобу. Обертання бура здійснюється від мотора з гідродударним механізмом, що дозволяє без утруднень проводити відбір зразків на ущільнених та кам'янистих ґрунтах. Піднімається та вилучається бур з ґрунту силовим гідроциліндром.

Електромеханічний пробовідбірник виробництва FRITZMEIER [6] (рис. 7) дозволяє відбирати зразки ґрунту з глибини до 100 см. Механізм бура приводиться в рух електроударним молотком з частотою ударів щонайменше 2000 ударів/хв.

Гідравлічний пробовідбірник S-191285 (рис. 8) складається з гідроциліндра двосторонньої дії, приєднаного до гідросистеми трактора, і є найпростішим за конструкцією. Керують пробовідбирачем з місця оператора.

Гідромеханічний пробовідбирач HOPEG (рис. 9) приводиться в дію від гідросистеми трактора. Керують технічним засобом електроклапанами з місця тракториста.

Його розміщення з правого боку енергозасобу в зоні видимості тракториста дає можливість візуально контролювати технологічний процес. Пробовідбірник обладнаний гвинтовим буром завдовжки 90 см із системою очищення.

Пробовідбірник CONCORD-2000 (рис. 10) може



Рис. 5 – Гідравлічний пробовідбірник N-RUNNER



Рис. 6 – Гідравлічний пробовідбірник BORG-900



Рис. 7 – Електромеханічний пробовідбірник виробництва Fritzmeier



Рис. 8 – Гідравлічний пробовідбирач S-191285

застосовуватись на будь-якому ґрунті, може монтуватись на інших транспортних засобах. Керування виконанням усіх функцій здійснюється з робочого місця спеціаліста. Гідравліка пробовідбірника повністю приводиться від власного незалежного бензинового двигуна потужністю 6,5 к. с.



Рис. 9 – Гідромеханічний пробовідбирач HOPEG



Рис. 10 – Гідромеханічний пробовідбірник CONCORD-2000

Гідромеханічний пробовідбірник BPEG 60 «Profi» (рис. 11) має індивідуальну гідросистему з приводом від ВВП енергозасобу, гвинтовий бур довжиною 60 см, систему очищення бура та магазин на 6 проб.

Гідромеханічний пробовідбірник GEOCOR-900 (рис. 12) розрахований на відбір проб з глибини до 100 см. Має індивідуальне енергозабезпечення та гідравлічний привід робочого органу.

Відома також автоматизована система відбору ґрунтових зразків POWER PROBE 9630 виробництва фірми «American Falls» [7] (рис. 13), що виготовлена на базі легкового автомобіля. Пробовідбірник може в автоматичному режимі відібрати до 25 проб на глибину до 61 см, при цьому затрачувати до 10-12 секунд на один відбір.

В Україні промислових аналогів немає. В УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого раніше розроблено макетний зразок пробовідбірника на базі 4-колісного



Рис. 11 – Гідромеханічний пробовідбірник BPEG 60 «Profi»



Рис. 12 – Гідромеханічний пробовідбірник GEOCOR-900

мотоцикла ММТ-350 (рис. 14). Бур може брати проби будь-якого ґрунту на глибину до 40 см. Пробовідбирач обладнаний знаряддям для транспортування проб, оснащений навігаційним обладнанням для визначення координат точок відбору проб і картографування сільськогосподарських угідь. Як показали випробування, він має суттєві недоліки, а саме: незручність для оператора під час переїзду до наступної точки вимірів, низьку прохідність на зораних полях, неможливість відбору проб з більшої глибини.

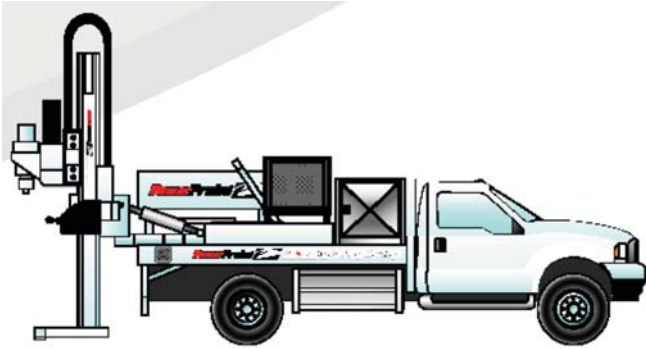


Рис. 13 – Автоматизована система відбору ґрунтових зразків Power Probe 9630 виробництва “American Falls”

Отже, проведений аналіз зразків механізованих пробовідбирачів дає змогу виділити характерні особливості їхньої будови.

Як правило, кожен технічний засіб є автономним і використовує енергозасіб лише як базу для виконання транспортних функцій. Більшість пробовідбирачів обладнані індивідуальним двигуном внутрішнього згоряння для обслуговування гідравлічної чи електричної системи.

Досить розповсюджена схема пробовідбирачів, які мають індивідуальну гідравлічну систему з приводом від ВВП енергозасобу. Як правило, такі схеми агрегуються з тракторами різних класів.

У процесі огляду не встановлено переваг електричної схеми приводу робочих органів пробовідбирачів. Така схема приводу характерна для технічних засобів відбору ґрунтових зразків з глибин до 30 см. Вилучення ґрунтової проби з більшої глибини вимагає значних енергетичних затрат, особливо на важких за механічним складом ґрунтах. Такі пробовідбирачі обладнуються гвинтовим буром та мають систему примусового заглиблення.

Більшість технічних засобів обладнані гідравлічною системою приводу робочих органів. Такі системи мають силові гідроциліндри, які виконують процес опускання робочого органу та піднімання з вилученням відібраного зразка. Для роботи на глибинах більше 30 см пробовідбирач обладнується гідромотором для обертання робочого органу. Така схема обумовлена наявністю на більшості ґрунтів так званої «підплуж-



Рис. 14 – Макетний зразок пробовідбирача на базі 4-колісного мотоцикла ММТ-350 виробництва УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого

ної підшви» – шару ущільненого ґрунту, розміщеного на глибині приблизно 40 см, та необхідності зниження затрат енергії під час вилучення зразка зі значної глибини.

Такі пробовідбирачі комплектуються, як правило, циліндричним буром, зрідка гвинтовим.

Одним з різновидів такої схеми є обертання робочого органу гідромотором, а рух «вгору-вниз» – гвинтовим механізмом подачі, який теж приводиться гідромотором. Така схема є найбільш оптимальною з точки зору технології, але найбільш складною та ненадійною.

Особливу увагу слід приділити робочим органам для відбору зразків. Найбільш поширеними є гвинтові бури. Для них характерні певні параметри різального краю та спіралі, які дозволяють надійно утримувати ґрунт. Такі бури дозволяють працювати на кам'янистих ґрунтах. Проте вони неефективні для відбору легких за механічним складом ґрунтів, зокрема, з високим вмістом піску. Як правило для виготовлення таких бурів використовують спеціальні сплави, які мають високу механічну стійкість, зокрема високовуглецеві сталі, сплави карбідів, вольфраму та ін., тому вони є надзвичайно дорогими.

Певна частина пробовідбирачів обладнується циліндричними бурами, які мають твердосплавний різальний край спеціальної форми, що дає можливість утримувати відібраний ґрунт всередині бура. Такі робочі органи не вимагають обертання для здійснення процесу, тому такий відбирач значно простіший за конструкцією.

Мета досліджень. Підвищення продуктивності та зниження трудомісткості відбору зразків ґрунту для моніторингу стану ґрунтів.

Результати досліджень. Для реалізації вищевказаних завдань та виходячи з аналізу існуючих зразків механізованих пробовідбирачів, спеціалістами відділу науково-експериментальних досліджень та створення технічних засобів УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого розроблений відбирач зразків ґрунту ВЗГ-1 [8,9], який складається з таких основних частин (рис. 15): рами 1, бака 2, гідророзподільника у зборі 3, опори проміжної 4, гідропривода 5, заборника зразків ґрунту 6, сидіння 7, блока тари 8, ящика для зберігання зразків ґрунту 9, ящика для зберігання записів 10, щитка захисного 11, покажчика глибини відбору проби 12.

Усі вузли відбирача зразків ґрунту змонтовані на рамі, виготовленої з поздовжніх труб, плити, а також кронштейнів для навішування вищевказаних вузлів.

Відбирач зразків ґрунту навішується на трактор типу МТЗ-80 (МТЗ-82) і приводиться в дію від вала відбору потужності (ВВП). Обертання ВВП передається через проміжну опору (4) і клинопасову передачу на насос НШ-32 гідропривода (5), який виробляє потік масла високого тиску і через рукави високого тиску приводить в рух шток гідроциліндра, на кінці якого встановлений заборник зразків трубчастої конструкції (6). При цьому масло забирається із бака масляного (7), обладнаного фільтром грубої очистки та покажчиком рівня масла.

Керування процесом відбору проби (висовування штока гідроциліндра і його втягування) виконується гідророзподільником (3), до складу якого входить роз-

подільник Р-80, гідроарматура та ручка-важіль.

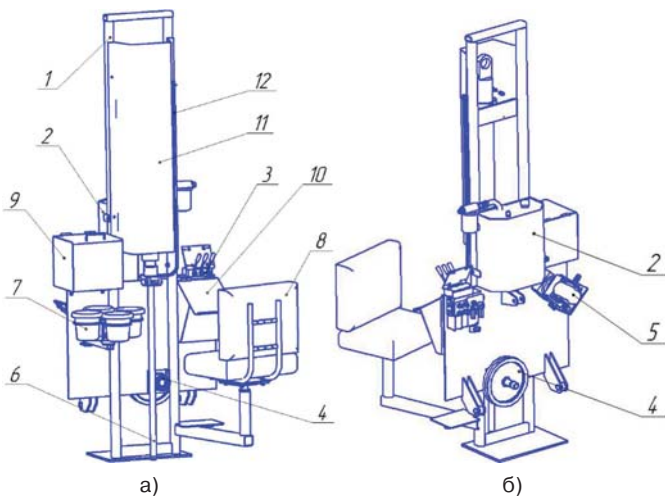


Рис. 15 – Загальний вигляд відбірника зразків ґрунту ВЗГ-1: (а) - вигляд ззаду; б) – вигляд спереду

Весь процес відбору зразків ґрунту виконується оператором. Його сидіння (8) обладнане поручнями, повертається на осі та регулюється по висоті.

Відібрані зразки ґрунту оператор складає у ящик для зберігання зразків (9), а всі записи про відбір зразків можна зберігати у ящику для зберігання записів (10).

Гідроциліндр і рукави високого тиску закриті щитком захисним (11). Глибина відбору зразка ґрунту відслідковується за покажчиком глибини (12), планка якого ковзає по шкалі вимірювань.

Бак для масла об'ємом 30 л навішується на раму збоку трактора, має заливну горловину з пробкою та покажчик рівня масла, обладнаний фільтром грубої очистки масла та з'єднується з іншими агрегатами гідросистеми рукавами високого тиску. Гідророзподільник та гідропривід кріпляться до плити рами збоку трактора.

До складу гідропривода входить насос НШ-32, опора гідропривода, яка складається з двох корпусів, вала, шківів і двох підшипників. Гідропривід приводиться в рух через клинопасову передачу від шківів проміжної опори. Натяг клинового паса регулюється за допомогою гвинта, який рухає плиту натяжну. Потік масла від гідронасоса НШ-32 надходить через рукав високого тиску до гідророзподільника.

Забірник зразків ґрунту (рис. 16) являє собою трубку із зовнішнім діаметром 33 мм, внутрішнім діаметром 29,5 мм, верхній кінець якої різьбою з'єднаний з шарніром, який кріпиться до штока гідроциліндра і фіксується пальцем діаметром 10 мм. На нижньому кінці трубки припаяний наконечник, його зовнішній діаметр – 35 мм, а внутрішній – 26 мм. За таких умов стінка отвору у ґрунті відтискується від стінки трубки і ґрунт не налипає на її поверхню, а сам зразок ґрунту виходить меншим за внутрі-

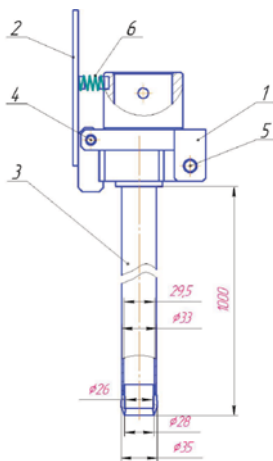


Рис. 16 – Забірник зразків ґрунту

шній діаметр трубки і вільно випадає із трубки.

Для забору зразка ґрунту трубка відводиться оператором від щитка захисного, де вона тримається у фіксаторах, і повертається вертикально вниз. Одночасно шарнір замикається на фіксаторі і забірник буде готовим до втискування його в ґрунт. Після виймання забірника з ґрунту за допомогою гідроциліндра трубка відводиться вгору так, щоб висипати зразок у тару через верхню частину трубки.

Тара для збору зразків підводиться на важелі під трубку. Водночас вибирається одне із відерець повертанням диска у необхідне положення. Положення кожного відерця фіксується за допомогою підпружиненої кульки, яка входить в лунку на осі.

Процес відбору зразків проходить так (рис. 17): підійшовши до точки відбору та зупинивши трактора, оператор встановлює бур у робоче положення і проводить заглиблення бура на необхідну глибину та його підймання, маніпулюючи важелями відповідними важелями розподільника. По завершенні робочого ходу оператор відкриває замок бура та переводить його в транспортне положення, одночасно підводячи під нього контейнер для проби. Після завершення пакування відібраної проби оператор подає сигнал для переїзду до наступної точки відбору. Для управління агрегатом (планування маршрутного ходу та точок відбору зразків) використовується попередньо розроблена бортова система управління роботою пробовідбірника (рис. 18). Основні технічні параметри відбірника зразків ґрунту ВЗГ-1 представлені в таблиці 1.



Рис. 17 – Загальний вигляд розробленого навесного пробовідбірника під час роботи (вигляд ззаду трактора)

Таблиця 1 – Основні технічні параметри відбірника зразків ґрунту ВЗГ-1

№ п/п	Найменування показника	Значення показника
1	Спосіб агрегування	Триточкова навіска трактора типу МТЗ-80 (82)
2	Споживана потужність, кВт	12
3	Номинальні оберти на приводі гідронасоса, об/хв.	1200
4	Тип гідронасоса	НШ-32
5	Тип гідророзподільника	Р-80
6	Робочий об'єм гідробака, л	30
7	Робочий хід забірника зразків ґрунту, мм	1000
8	Діаметр зразка ґрунту, мм	26
9	Габаритні розміри, мм - висота - ширина - довжина	2542 1212 1225
10	Маса, кг	700

Випробуваннями на дослідному полі УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого встановлено, що розроблений пробовідбирач задовільно виконує технологічний процес. Час відбору одного зразка (зупинка, переведення бура з транспортного в робоче положення, робочий

хід, видалення зразка ґрунту, переведення в транспортне положення, початок руху) становить 45-60 с.



Рис. 18 – Загальний вигляд бортового комплексу управління під час відбору проб ґрунту

Висновки.

1. Значного підвищення в (1,5...3) рази продуктивності праці моніторингу ґрунтів можливо досягти, застосовуючи механізовані та автоматизовані технічні засоби відбору проб.

2. Побудова карт полів за вмістом основних елементів живлення рослин дозволить підвищити урожайність основних культур завдяки збалансуванню вмісту поживних речовин в ґрунті, знизити витрати палива та мінеральних добрив.

Література

1. Погорілий Л., Івасюк В., Соломаха О., Ковпак О. Аналіз та агромоніторинг сільськогосподарських угідь // Техніка АПК. – 1999. - №2.-С. 18-20.

2. Погорілий Л., Осіпов М., Пашко А. Інформаційні технології систем точного землеробства// Техніка АПК. – 2000. - № 10. – С. 21-23.

3. Методика суцільного агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України // За редакцією О.О. Созінова та Б.С. Прістера. – Київ, 1994.

4. <http://wintexagro.com/products/item/wintex-1000s>.

5. <http://www.janssen-soiltest.de/>.

6. <http://fritzmeier-umwelttechnik.com/landtechnik/>

7. <http://www.nationaldriller.com/articles/86787-powerprobe-9630-generation-iii>

8. Звіт УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого про НДР за темою "Розробити технічний засіб відбору та реєстрації зразків ґрунту в системі керованого землеробства на базі тракторів класу 1,4 та визначити його ефективність". – Дослідницьке, 2006.

9. Іваненко І.М., Шульга С.Ф., Любченко С.Є. Патент на корисну модель "Навісний відбирач зразків ґрунту" №32116, опубл. 12.05.2008 р. бюл. №9.

Аннотація. Проведен аналіз конструкцій и компоновочных схем технических средств отбора грунто-вых образцов для мониторинга состояния почв. Созданное техническое средство обеспечивает отбор образцов почвы с глубины до 100 см и перенесение индивидуальной пробы в контейнер для формирования смешанной пробы.

Он состоит из рамы, бака, гидрораспределителя, гидропривода, отборщика образцов почвы, сиденья, ящика для хранения образцов почвы, датчика глубины отбора пробы. Отборщик образцов почвы навешивается на трактор МТЗ-80 и приводится от вала отбора мощности трактора.

Summary. The analysis of structures and layout schemes of technical means for selection of soil samples for monitoring the soils state was carried out. The developed technical means provides the selection of soil samples from a depth of up to 100 cm and the transfer of an individual sample into a container to form a mixed sample.

It consists of a frame, a tank, a hydraulic distributor, a hydraulic actuator, a sampler of soil specimens, a seat, a drawer for storing soil samples, a sampler depth indicator. The sampler of soil specimens is attached to the tractor MTZ-80 and is driven from the tractor's power take-off shaft.

Стаття надійшла до редакції 26 серпня 2017 р.