

Винахід стосується пристрою для сільськогосподарських машин для безконтактного дослідження простягнутих над ґрунтом контурів.

Такого роду пристрої відомо з статті "Дослідження валків ультразвуком" (журнал "Сільськогосподарська техніка", 5-93, с.266-268). Описаний там пристрій складається з декількох розташованих на кріпильній планці на відстані 40 см один від одного ультразвукових сенсорів, спрямованих вертикально на ґрунт. Ця кріпильна планка змонтована, наприклад, на кормозбиральній машині або на транспортуючому сінний прес тракторі. За допомогою ультразвукових сенсорів можна визначити висоту, наприклад, валка соломи або зеленого корму над ґрунтом у визначених точках, завдяки чому досліджується контур валка над ґрунтом вздовж горизонтальної лінії. Описаний там пристрій має однак деякі недоліки.

Відомий пристрій для дослідження контурів відносно дорогих через те, що безпосередньо для дослідження необхідно застосовувати декілька ультразвукових сенсорів.

Крім того істотний недолік полягає в тому, що відстань ультразвукових сенсорів один від одного на кріпильній планці не повинна перевищувати мінімальної відстані, інакше й протилежному випадку справа доходить до утворюючого перешкоди взаємного впливу ультразвукових сенсорів один на одного на основі недостатнього фокусування звукових випромінювань. Однак ця обставина обмежує чіткість (щільність точок виміру) дослідження контурів по горизонталі. Крім того відстань ультразвукових сенсорів над ґрунтом або над досліджуваним контуром також не повинна бути занадто великою (не більше, ніж 1.2м), тому що через відносно велику розбіжність звукових випромінювань справа також доходить до утворюючого перешкоди взаємного впливу ультразвукових сенсорів один на одного.

Таку низьку монтажну висоту на сільськогосподарській машині реалізувати часто буває складно вже з конструктивних причин. Крім того такого роду громіздка і змонтована на низькій висоті кріпильна планка з декількома ультразвуковими сенсорами при використанні в польових умовах може бути дуже легко пошкоджена. А збільшити монтажну висоту кріпильної планки можна лише в тому випадку, якщо збільшується відстань ультразвукових сенсорів один від одного на кріпильній планці, що в свою чергу означає незначну чіткість по горизонталі (поперек напрямку руху) дослідження контурів валка.

Спроба зменшити мінімальну відстань ультразвукових сенсорів один від одного за рахунок того, що вони працюють не водночас, а сусідні сенсори проводять виміри поперемінно, вимагає застосування дорогої системи регулювання окремих ультразвукових сенсорів.

Для дослідження контурів, що проводиться попереду машини, яке було б необхідним, наприклад, для автоматичного управління вздовж контуру досліджуваного валка, кріпильну планку з ультразвуковими сенсорами належало б монтувати більш дорогим і більш складним способом на розташованій на фронтальному бочі сільськогосподарської машини і подовженій в напрямі вперед додатковій кріпильній тязі.

Наступний недолік відомого пристрою дослідження полягає в тому, що точність і надійність дослідження зібраного врожаю за допомогою ультразвуку дуже сильно залежить від виду і властивості зібраного врожаю та від погодних умов.

Завданням винаходу є створення пристрою до сільськогосподарських машин для безконтактного дослідження простягнутих над ґрунтом контурів, який усуває недоліки описаного вище пристрою.

Завдання згідно з винаходом вирішується в результаті реалізації відмітних ознак, вказаних в пункті 1 формули винаходу.

Згідно з винаходом для безконтактного дослідження простягнутих над ґрунтом контурів застосовують відомий сам по собі лазерний далекомірний пристрій, що складається з пристрою для прийому-передачі лазерного променя, який на основі виміру часу дії випроміненого і відбитого від точки контуру використовуюваного для дослідження лазерного променя визначає відстань до цього контуру. Лазерні досліджувачі промені є тепер в певному діапазоні кута періодично або східчасто поворотними в площині досліджуваних променів. При цьому лазерний далекомірний пристрій змонтований на сільськогосподарській машині спрямованим таким чином, що площа досліджуваних променів є нахиленою під гострим кутом до ґрунту в напрямі руху вперед. За допомогою аналізуючого пристрою для кожного кута повороту на основі вимірної відстані, розміщення та встановлення по рівню лазерного далекомірного пристрою на сільськогосподарській машині (монтажна висота, кут нахилу до ґрунту) визначають кореспондуюче з кутом повороту положення точки контуру (вертикальна і горизонтальна позиція над ґрунтом).

Застосування та розміщення згідно з винаходом лазерного далекомірного пристрою має істотні переваги у порівнянні з відомим з рівня техніки пристроєм дослідження за допомогою ультразвукових сенсорів.

Для пристрою дослідження згідно з винаходом потрібний лише пристрій для прийому-передачі лазерного променя, завдяки якому цей пристрій до сільськогосподарських машин у порівнянні з ультразвуковим пристроєм дослідження з ' декількома ультразвуковими сенсорами є істотно більш дешевим. При застосуванні пристрою згідно з винаходом дослідження контуру перед сільськогосподарською машиною здійснюється в різних точках поперек напрямку руху завдяки повороту лазерного досліджувача променя. Кількість точок дослідження на лінії дослідження при цьому істотно збільшується у порівнянні з відомим раніше ультразвуковим пристроєм дослідження. Так, наприклад, в діапазоні кута повороту +45° і повороті лазерного досліджувача променя на 0,5° кроку кількість точок дослідження досягає 180. На основі незначної розбіжності лазерного досліджувача променя можна добитися відносно високої чуткості (щільність досліджуваних точок), тому що центри сусідніх досліджуваних точок можуть тісно прилягати один до одного, не перехлюстуючи досліджувані плями на досліджуваному контурі та не перешкоджаючи однозначному узгодженню місця відбиття.

Усувається взаємовплив сусідніх сенсорів, існуючий у відомому раніше пристрої дослідження, тому що відстань до точок контуру визначається послідовно.

Дослідження, що проводиться далеко попереду машини, яке є необхідним, наприклад, для автоматичного управління вздовж досліджуваного контуру, за допомогою пристрою згідно з винаходом реалізується найпростішим чином. Так, наприклад, при монтажній висоті над ґрунтом 380 см на сільськогосподарській машині та куті нахилу (ϕ) до ґрунту 65° відстань, що досліджується, перед сільськогосподарською машиною

може складати біля 8.15м. На основі незначної розбіжності лазерного досліджувачого променя при цій відносно великій відстані дослідження справа не доходить до збільшення досліджуваної плями, що не визнається, як у випадку з ультразвуковими сенсорами. Такого роду дослідження контуру далеко попереду машини неможливо реалізувати за допомогою відомого раніше ультразвукового пристрою дослідження. Для цього необхідна відповідно довга кріпильна тяга перед сільськогосподарською машиною для монтажу кріпильної планки для ультразвукових сенсорів, в результаті чого вся система може стати повністю непрактичною.

Відбиття лазерного досліджувачого променя на відміну від ультразвуку є відносно незалежним від зумовлених погодними умовами властивостей зібраного досліджуваного врожаю, завдяки чому підвищуються можливості застосування лазерного досліджувального пристрою.

У більш прийнятній формі виконання лазерний досліджувачий промінь відхиляється поворотним дзеркалом або рухомим фокусуючим пристроєм. Завдяки цьому можна досягти відносно великої кількості поворотів в момент дослідження за одну секунду і високої частоти дослідження, що важливо особливо при підвищених швидкостях руху сільськогосподарської машини. Так, наприклад, при застосуванні двигунів-гальванометрів для обертання поворотного дзеркала поворот можливий в діапазоні мілісекунд. Завдяки цьому можна досягти також високої щільності досліджуваних точок в напрямі руху сільськогосподарської машини.

В альтернативній формі виконання для повороту лазерного досліджувачого променя передбачено повертати самий лазерний далекомірний пристрій.

В одній з форм виконання передбачено монтувати лазерний далекомірний пристрій всередині кабіни водія, за вітровим склом. Пил на склі може бути відфільтрований з сигналів і не шкодить надійності дослідження, саме скло також не завдає збитків функціональній спроможності.

Пристрій для дослідження згідно з винаходом завдяки високій точності, надійності, простій конструкції і управлінню може бути використаний для різних видів застосування. Різних способів застосування пристрою згідно з винаходом стосуються пункти формули винаходу, які відносяться до способу.

Згідно з одним з цих пунктів формули винаходу передбачено під час руху сільськогосподарської машини безперервно вздовж прокладеного шляху визначати та фіксувати контур по всій ширині дослідження. Завдяки цьому контур валків зібраного врожаю, що приймаються сільськогосподарською машиною, може бути дуже точно досліджений і зареєстрований. За допомогою досліджуваного контуру в аналізуючому пристрої здійснюється визначення відповідного поперечного перетину досліджуваного валка зібраного врожаю над лінією ґрунту. При цьому визначений таким чином поперечний перетин валка можна застосовувати для регулювання швидкості руху сільськогосподарської машини, причому регулювання можна встановити, наприклад, на постійний або максимальний прийом зібраного врожаю. При поперечному перетині валка, що зменшується, швидкість руху підвищується, так що врожай, що збирається, на одиницю часу є постійним. Якщо виявляються специфічні для зібраного врожаю параметри щільності, то їх можна також зв'язувати з визначенням в процесі досліджень поперечним перетином валка і в поєднанні з встановленням, пройденим відрізком шляху валка визначати поряд з обчисленням обсягу також і масу зібраного під час руху машини врожаю (комплексно). Крім того визначені таким чином специфічні для валка параметри відповідно застосовують також для регулювання оптимальних робочих параметрів зернозбирального комбайна.

В переважній формі виконання винаходу можна відрізки пройденого шляху сільськогосподарської машини, встановлені в межах часу повороту досліджувачого променя, залучати для виміру відстані.

Особливо переважним чином для полегшення праці водія сільськогосподарської машини досліджуваний контур валка, здебільшого середину валка, за допомогою відомих способів застосовують під час прийому валка для автоматичного управління сільськогосподарською машиною.

В поєднанні з розташованою на сільськогосподарській машині системою визначення місцеположення в режимі реального часу (система навігації з використанням штучного супутника землі) можна по всій використовуваній площі і/або на ділянках частково використовуваної площі вздовж постачати досліджувані контури відповідно наземними координатами (географічна широта та довгота, висота над рівнем моря або декартовими координатами (x, y) відносно точки польової ділянки). При цьому поряд зі специфічними для валка параметрами визначають також відстані між сусідніми валками і на основі цих даних створюють дані польової ділянки і/або дані відносно зібраного врожаю. Ці дані реєструють після цього для наступного застосування.

При застосуванні сенсора на сільськогосподарській машині, який визначає похиле положення сільськогосподарської машини, наприклад, при роботі на схилі, при проїзді на спусках або по буристовому ґрунту, можна в поєднанні з розміщеною на сільськогосподарській машині системою визначення місцеположення з використанням штучного супутника землі, завдяки дослідженню контуру ґрунту, з урахуванням похилого положення сільськогосподарської машини і позиції створити високоточну, тривимірну модель місцевості сільськогосподарської корисної площі. Похилі положення сільськогосподарської зернозбиральної машини можна використати також для простої корекції відстані дослідження.

Наступною можливістю застосування лазерного пристрою для дослідження є визначення відстані площі зернових колоскових культур до сільськогосподарської зернозбиральної машини. Цей сигнал використовують для регулювання висоти різального механізму або мотовила, завдяки чому досягається значне полегшення праці водія. В цьому випадку використання встановлених відстані дослідження можуть бути залучені в подальшому для визначення дійсного завантаження різального механізму. Для цього межі різального механізму координують з кутом повороту лазерного пристрою для дослідження. Якщо в цьому діапазоні повороту відбувається стрибок контуру, то в цьому місці знаходиться край земельної ділянки. Між цим встановленим краєм земельної ділянки і найбільш далеко усуненою від цього стрибка контуру межею різального механізму можна після цього визначити завантаження.

Якщо в результаті наявності місць складування в насадженнях можуть мати місце декілька стрибків краю земельної ділянки, то відповідні зовнішні стрибки краю земельної ділянки або один зовнішній стрибок краю земельної ділянки та одну визначену межу різального механізму залучають для визначення завантаження різального механізму. Цю величину завантаження можна після цього реєструвати відомих способом і/або

застосовувати для більш точного розрахунку площ.

Інша можливість використання полягає в дослідженні вільних колій в міжряддях, які є результатом проведення попередніх робочих операцій (наприклад, посів та розпилювання засобів захисту рослин) на ділянках зібраного врожаю, причому за допомогою цих досліджених колій в міжряддях за допомогою відомих засобів здійснюють автоматичне управління сільськогосподарською зернозбиральною машиною.

Наступне переважне застосування лазерного пристрою для дослідження полягає в дослідженні слідів обробки. В результаті цього при обробці трактор-тягач за допомогою відомих засобів автоматично спрямовують вздовж досліджуваного сліду. Особливо придатний цей пристрій для дослідження слідів або борозен, що утворюються при оранці. Переважним виявляється при цьому зокрема широкий діапазон охоплення пристрою. При реверсі напрямку обробки лазерний пристрій для дослідження може повертатися не механічно, а тільки за допомогою обладнаного змінним зсувом регульовального сигналу, що подається автоматичним пристроєм управління. Для цього, наприклад, розміщені на плузі сенсори визначають положення рами плуга і ці дані повідомляють пристрою сигналізації або пристрою-регулятору управління. На зсув можна чинити після цього вплив вручну і/або шляхом визначення похилого положення сільськогосподарської машини.

В наступній формі виконання винаходу лазерний пристрій для дослідження в сільськогосподарських машинах, які допускають примикаючий слід обробки лише в заздалегідь обраному, однаковому напрямі обробки (наприклад, плуг для грядки, різальні апарати), може бути змонтований безпосередньо над слідом проїзду чи краєм ділянки, що обробляється, на оброблювальному агрегаті або на тягачі чи на сільськогосподарській зернозбиральній машині. Перерахунок позиції сліду або включення зсуву може бути в цьому випадку виключено.

Завдяки лазерному пристрою для дослідження може бути крім того впроваджена система попередження для експлуатації сільськогосподарської машини. В результаті завдання порогового значення для збільшення висоти і/або абсолютної висоти досліджуваного контуру в напрямі руху при перевищенні порогового значення створюється попереджувальний сигнал для механіки, обслуговуючого сільськогосподарську машину. Завдяки цьому водій, наприклад, зернозбирального комбайна одержує попередження про появу ділянки бугристого ґрунту або перешкод, які можуть призвести до пошкодження робочих агрегатів.

Загалом за допомогою лазерного пристрою для дослідження на полі можуть бути розпізнані перешкоди (наприклад, щогли ліній високовольтних передач, дерева, каміння і т. ін.), які на основі свого вертикального положення не перебувають в межах діапазону дозволених очікуваних параметрів контуру.

Винахід більш докладно пояснюється за допомогою креслень, що додаються. На них показані:

на мал.1 - боківий вигляд кормозбиральної машини з лазерним пристроєм для дослідження,

на мал.2 - вигляд зверху кормозбиральної машини з лазерним пристроєм для дослідження валка,

на мал.3 - тривимірне зображення досліджуваного пристрою згідно з винаходом контуру валка вздовж шляху руху,

на мал. 4 - поперечний перетин досліджуваного валка над похилим ґрунтом, на мал.5 - вигляд зверху різних валків на лузі,

на мал.6 - блок-схема аналізуючого пристрою з його вхідними сигналами,

на мал. 7-10 - геометричні співвідношення дослідження лазерним променем.

На мал.1 показана кормозбиральна машина з підбирачем у вигляді приставки для прийому складеного у валки зібраного врожаю, на якій змонтований лазерний далекомірний пристрій (LM) на висоті кабіни водія (біля 3.80м) з нахилом під кутом 65° до ґрунту (зображено схематично). Завдяки цьому відстань дослідження складає приблизно 8.15м від лазерного далекомірного пристрою. Місце монтажу на сільськогосподарській машині визначають відповідно в залежності від конструктивних особливостей сільськогосподарської машини і специфічної мети застосування та за можливості воно повинно бути вибрано високо для оптимального розпізнання контурів. Щоб досягти високої гнучкості установки лазерний далекомірний пристрій (LM) монтується на сільськогосподарській машині здебільшого з можливістю регулювання висоти та нахилу.

Для кращого розуміння на мал.2 показаний вигляд зверху кормозбиральної машини з підбирачем перед валком, який підбирають. Лазерний далекомірний пристрій (LM) розміщується по відношенню до довжини кормозбиральної машини поперек напрямку руху в середині машини і досліджує контур валка симетрично по обидва боки поздовжнього напрямку сільськогосподарської машини.

На мал.3 показане тривимірне зображення досліджуваного лазерним далекомірним пристроєм (LM) контуру валка вздовж шляху руху. Відстані ліній контуру в напрямку руху створюються з частоти дослідження (період повороту для лазерного досліджувачого променя) та швидкості руху.

На мал.4 показаний досліджуваний контур валка по похилій лінії ґрунту (P1-P2). З урахуванням дійсного, похилого проходження лінії ґрунту, яка утворюється на основі інтерполяції контурів ґрунту зліва та справа поряд з валком, можна по відношенню до горизонталей проводити більш точний розрахунок поперечного перетину валка.

На мал.5 показано вигляд зверху кормозбиральної машини при прийомі різних за величиною, сусідніх валків зібраного врожаю.

На мал.6 показана блок-схема аналізуючого пристрою для розрахунку координат контуру, що досліджується. Як вхідний сигнал аналізуючий пристрій приймає виміряну відстань (S) до відповідної досліджуваної точки контуру, кут повороту (α) якої досліджений під цією точкою контуру, як і нахил (ϕ) та висота монтажу (AH) лазерного далекомірного пристрою (LM). Використовуючи ці дані аналізуючий пристрій обчислює після цього координати контуру. В переважній формі виконання аналізуючий пристрій приймає наступні вхідні сигнали, такі як швидкість руху, дані системи навігації з використанням штучного супутника землі (GPS) або інформація про похиле положення сільськогосподарської машини. Аналізуючий пристрій може бути інтегрованим в лазерний далекомірний пристрій (LM) або виконаний у вигляді одного чи декількох окремих компонентів. Здебільшого аналізуючий пристрій з'єднаний з центральною системою управління або регулювання руху сільськогосподарської машини.

Для кращого розуміння на малюнках 7 і 10 показані геометричні співвідношення дослідження лазерним променем.

При цьому наступні символи означають:

АН: висота монтажу лазерного далекомірного пристрою на сільськогосподарській машині над ґрунтом,

φ : кут нахилу площини досліджуваних променів до вертикалей,

h: висота точки контуру, що досліджується, над ґрунтом,

РЕ: проектована відстань між лазерним далекомірним пристроєм і точкою контуру, що досліджується,

S: виміряна відстань між лазерним далекомірним пристроєм і точкою контуру, що досліджується,

α_i : кут повороту та лазерного досліджувачого променя в площині досліджувачого променя,

S_0 : виміряна відстань для центрального променя,

S_1 : виміряна відстань для поворотного навколо α_i лазерного досліджувачого променя.

На мал.7 зображені геометричні співвідношення для центрального променя ($\alpha=0$). Висота точки контуру, що досліджується, (КР) визначається на основі виміряної відстані (S_0), висоти монтажу (АН) та кута нахилу (φ) як: $h=АН-S_0 \times \cos(\varphi)$. Проектована на ґрунт відстань (РЕ) до точки контуру, що досліджується, (КР) визначається як: $РЕ=S_0 \times \sin(\varphi)$.

На мал.8 показаний вигляд зверху контуру (Е). В характеристиці цього контуру не міститься жодних його змін. Відстань (S) являє тут відстань лазерного далекомірного пристрою (LM), в напрямі руху в плоскій місцевості, до ґрунту.

Щоб отримати зміряні значення для ортогонально до напрямі руху розташованого контуру (Е) на відстані (S_0), при якому центральний промінь зміряний безпосередньо до ґрунту, повинні бути перераховані зміряні значення відстані при повороті з центру LS ($\alpha \neq 0$). Формула перерахунку для цього виглядає наступним чином: $S_{\alpha i}=S_i \times \cos(\alpha_i)$.

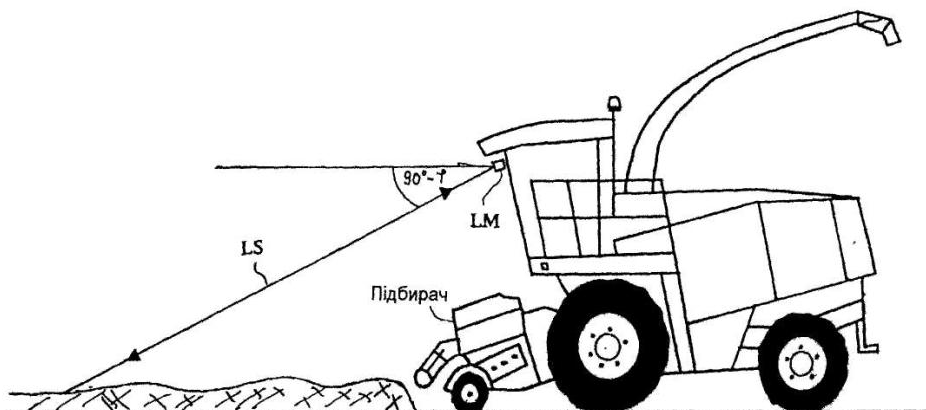
На мал.9 наведена діаграма, на якій значення відстаней показані в такому вигляді, як вони відкориговані на малюнку 8. Застосовуваний тут лазерний досліджувачий промінь (LS) має дальність дії біля 50м. В точках (1) або (2) максимальна дальність дослідження перевищується і промінь більше не відбивається. Тому зміряні значення за межами цього діапазону повороту недійсні. З розрахунку створюється після цього за межами дійсного діапазону відповідно характеристика косинуса аж до кінцевої оцінки досліджень.

В точках (3) та (4) визначені відповідно більш короткі дальності досліджень променя, який досліджує. В цих точках знаходяться підвищення в контурі. Вони показують відповідно положення і поперечний перетин валка. Валок в точці (3) знаходиться трохи збоку від середини напрямі руху сільськогосподарської зернозбиральної машини. Може бути визначена середина валка та застосована при використанні центрального променя для автоматичного управління сільськогосподарською машиною.

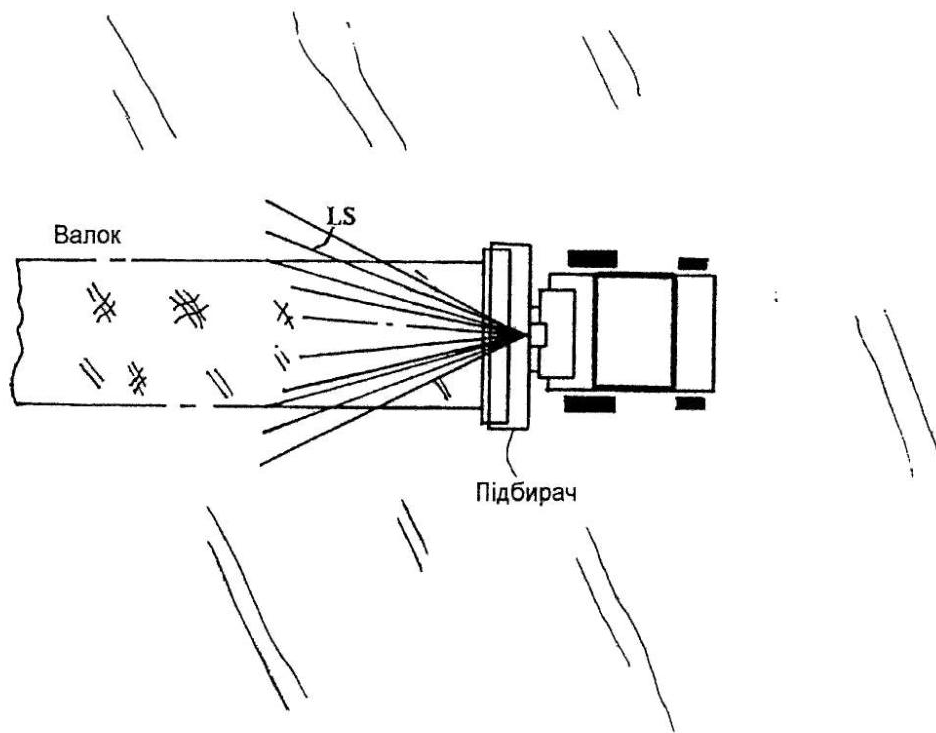
В точці (4) зображений інший валок. За допомогою відповідно визначених кутових положень обох середин валків можна визначити відстань між валками та в поєднанні з специфічними для валків параметрами (довжина, площа поперечного перетину, щільність) застосувати для визначення врожайних площ або картографування врожайності.

На мал.10 показаний поздовжній перетин валка. Зображені три йдучі одна за одною точки виміру. При цьому не враховується кут повороту α , що відноситься до них. На основі відмінностей висоти у валку утворюються відтинення лазерного досліджувачого променя (LS). Максимально зміна, яка ще досліджується, у висоті контуру (Δh) при певній відстані (ΔX) досліджуваної точки контуру в напрямі руху описана з наступним зв'язком: $\Delta h=\Delta X \times \tan(\varphi)$.

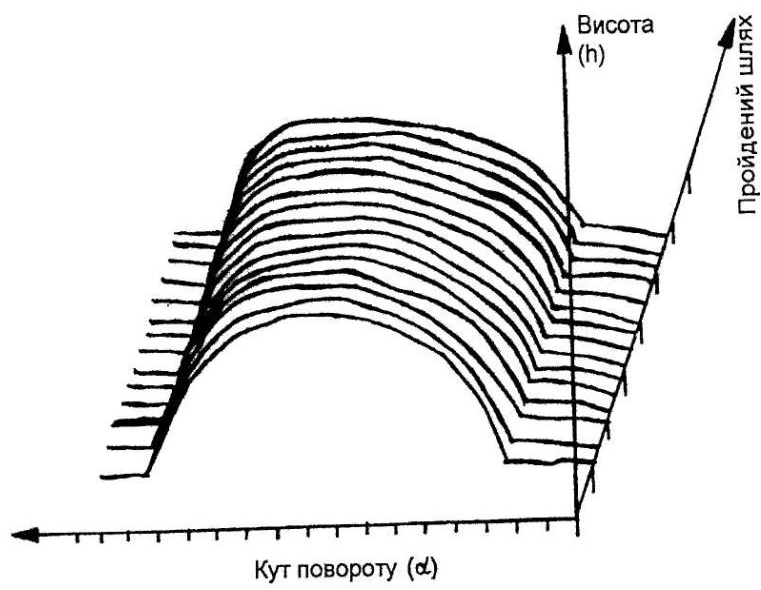
Якщо, наприклад, в результаті швидкості руху $v=10\text{км/год}$, та кутової частоти повороту 25 Hz (частота дослідження) задана відстань дослідження $\Delta X=11.1\text{см}$, то при куті нахилу $\varphi=65^\circ$ утворюється максимальна, досліджувана відмінність у висоті $\Delta h=5.2\text{см}$. Такого роду значення цілком достатньо для промислового застосування.



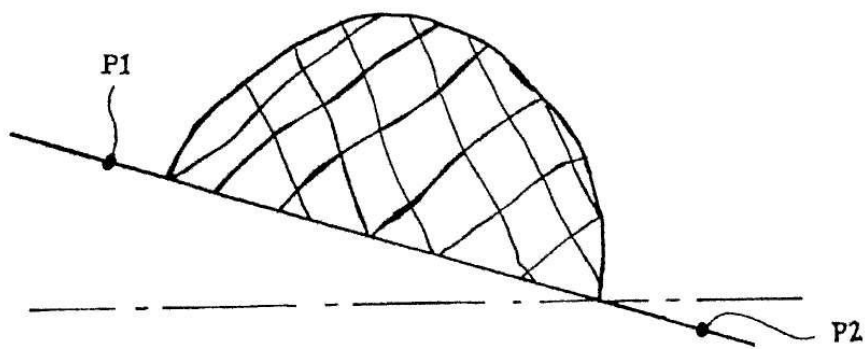
Фіг. 1



Фіг. 2

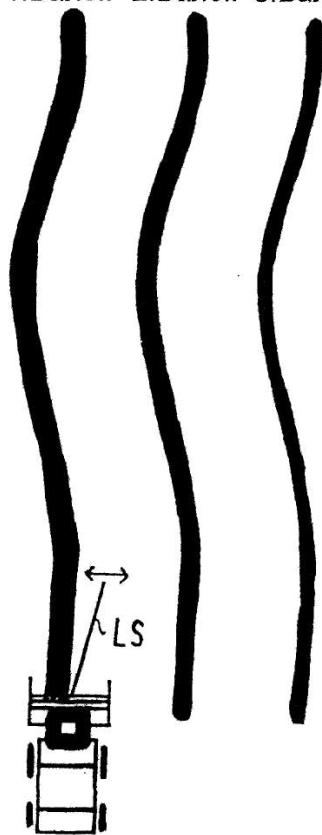


Фіг. 3



Фиг. 4

1.Валок 2.Валок 3.Валок



Фиг. 5



Fig. 6

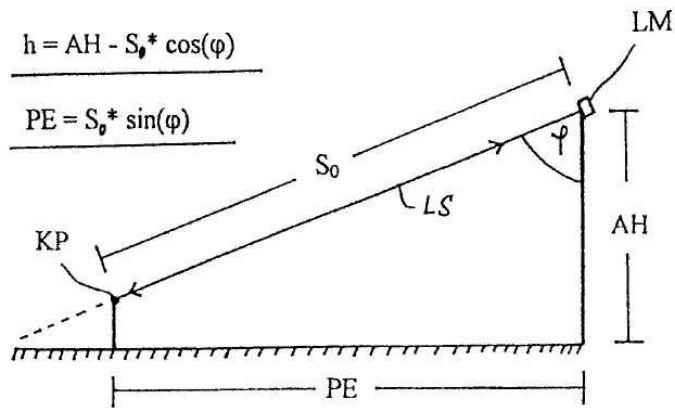


Fig. 7

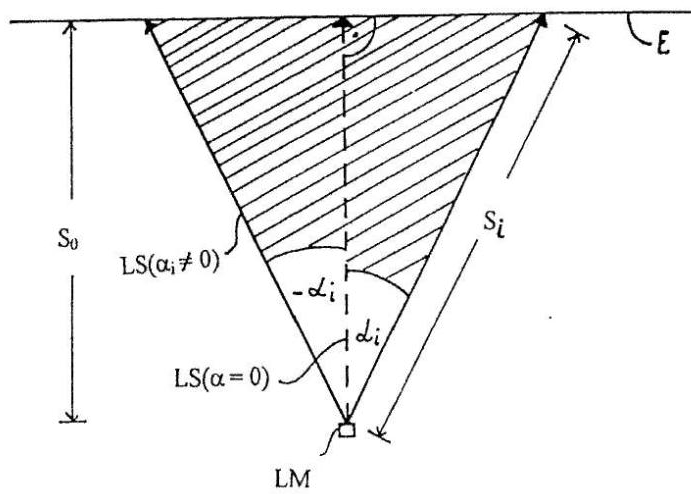
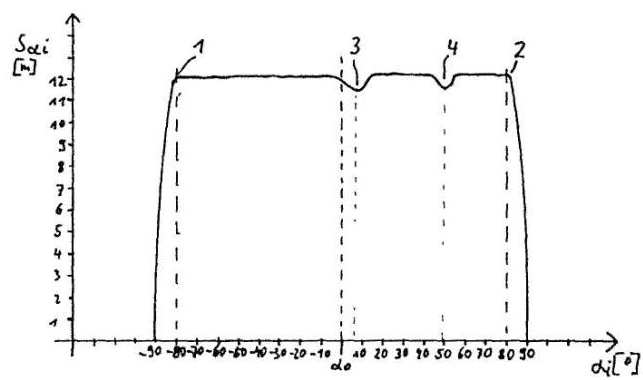
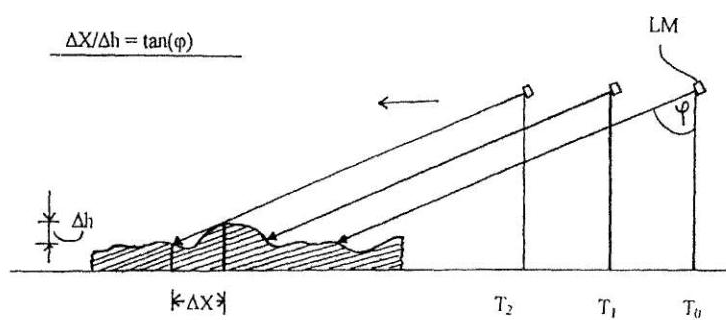


Fig. 8



Фиг. 9



Фиг. 10