



УДК 631.311

УСТАНОВКА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЯГОВОГО ОПОРУ КУЛЬТИВАТОРНОЇ ЛАПИ

Зоря М. В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-14-38

Анотація – пропонується розробка установки й методики вимірювання загального тягового опору та кута його відхилення у подовжньо-вертикальній площині для культиваторних лап і подібних до них робочих органів, що розміщуються на вертикальних стійках, механічним способом.

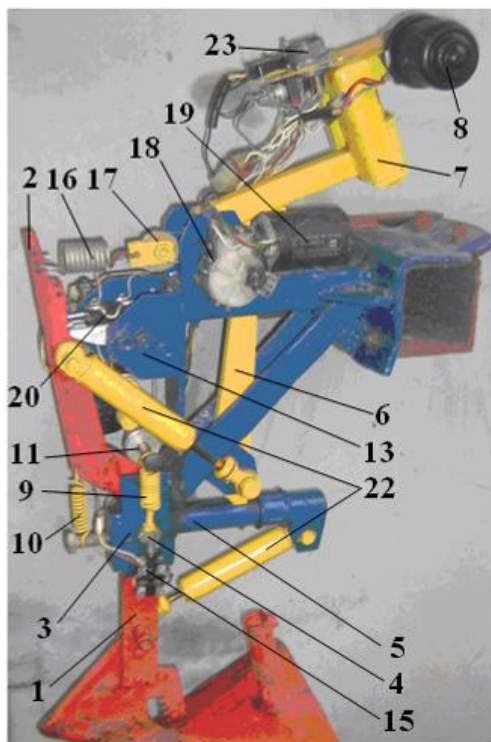
Ключові слова – культиваторна лапа, тяговий опір, кут нахилу, експериментальна установка.

Постановка проблеми. Вимірювання тягового опору культиваторної лапи можна проводити методом тензовимірювання з використанням спеціальної тензометричної стійки [1] і відповідного сучасного обладнання: тензопідсилювача і осцилографа або аналого-цифрового перетворювача і персонального комп'ютера – ноутбука. Але що робити, якщо немає можливості придбати вказане обладнання. Чи можна впоратися без нього?

Аналіз останніх досліджень. Для вимірювання тягового опору в літературі, наприклад [1, 2], розглядаються різні конструкції динамометрів і динамографів. Засобом вимірювання в них виступають всілякі пружини: гвинтові, пластинчасті та інші. Для фіксування значень тягового опору використовуються динамографи механічного, гідравлічного та електричного типу. Для вимірювання тягового опору навісних машин пропонуються різноманітні рамки. Однак всі ці прилади забезпечують вимірювання лише однієї сили, як правило горизонтальної. Одночасне вимірювання декількох опірних реакцій, наприклад, горизонтальної і вертикальної, пропонується проводити тільки з використанням тензометричних ланок.

Постановка завдання. Метою даної статті є розробка установки й методики вимірювання загального тягового опору та кута його відхилення у подовжньо-вертикальній площині для культиваторних лап і подібних до них робочих органів, що розміщуються на вертикальних стійках, суто механічним способом.

Основна частина. Розроблена установка призначена для вимірювання загального тягового опору культиваторної лапи, а також будь-якого робочого органу, розміщеного на стійці з прямокутним перерізом 45×12 мм (рис. 1).



- 1 - стійка лапи;
- 2 - подовжувач стійки лапи;
- 3 - обойма кронштейну;
- 4 - гвинт М16;
- 5 - стакан з пружиною стиснення;
- 6 - важіль;
- 7 - гвинтовий механізм;
- 8 - двигун Дв₁;
- 9 - вертикальні робочі пружини;
- 10 - пружина повернення;
- 11 - вісь зі шківом;
- 12 - подвійний поліспагт;
- 13 - лебідка дії на вертикальні пружини;
- 14 - двигун Дв₃;
- 15 - кінцеві вимикачі Пк₃ і Пк₄;
- 16 - горизонтальна пружина розтягування;
- 17 - шків;
- 18 - лебідка дії на горизонтальну пружину;
- 19 - двигун Дв₂;
- 20 - кінцевий вимикач Пк₁;
- 21 - кінцевий вимикач Пк₂;
- 22 - амортизатори;
- 23 - роз'єм до кабелю блоку управління.

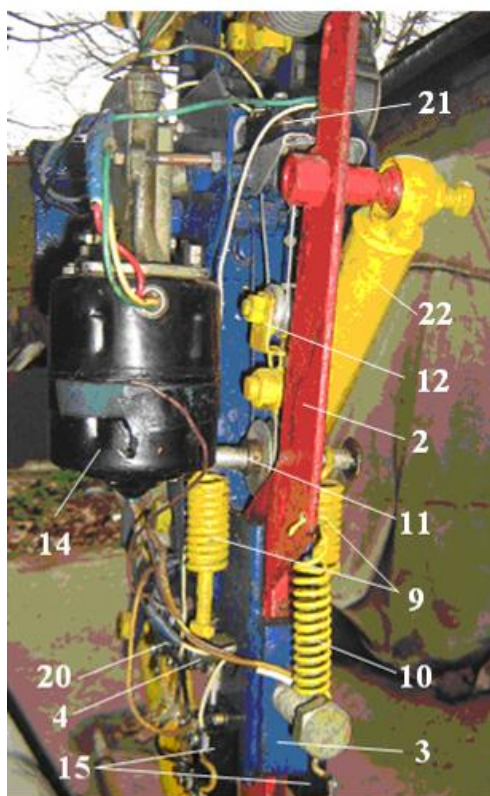


Рис. 1. Експериментальна установка для вимірювання тягового зусилля робочого органу.

Паралелепіпедний отвір обойми кронштейну 3 має подовжній розмір 54 мм, що ширше за стійку лапи на 9 мм. У середині обойми кронштейну виконано наскрізний горизонтальний отвір діаметром 25 мм, а в середині стійки лапи на висоті перетину з цим отвором виконано різбовий отвір М16. При встановленні лапи в обойму кронштейну скрізь горизонтальний отвір просувався і вгвинчувався в різбовий отвір стійки лапи 1 гвинт 4 довжиною 90 мм так, щоб з обох боків довжина виходу гвинта була однаковою. При цьому стійка лапи могла вільно пересуватись в обоймі в межах, що дозволяв більший діаметр отвору.

Для врівноваження сил опору ґрунту, що діють на робочий орган, між ним і кронштейном його утримання встановлені три групи пружин, дві з яких діють в напрямку осі гвинта і врівноважують положення гвинта 4 в отворі обойми 3, а третя – пружина розтягування 16, встановлена набагато вище від гвинта в горизонтальному напрямку – забезпечує вертикальне положення стійки лапи 1. Потрібне натягання пружин здійснюється автономними механізмами від електродвигунів постійного струму на 12 В. Управління двигунами здійснюється реверсивними контактними парами кінцевих вимикачів 15, 20 і 21, що встановлені в напрямку дії відповідних пружин.

Горизонтальна пружина, що спрямована на вісь гвинта, встановлена в стакані 5 позаду обойми і діє на стійку лапи через сферичний кінцевик штока 6 (рис. 2), який вільно рухається в подовжньо-горизонтальному отворі в задній стінці обойми 2.

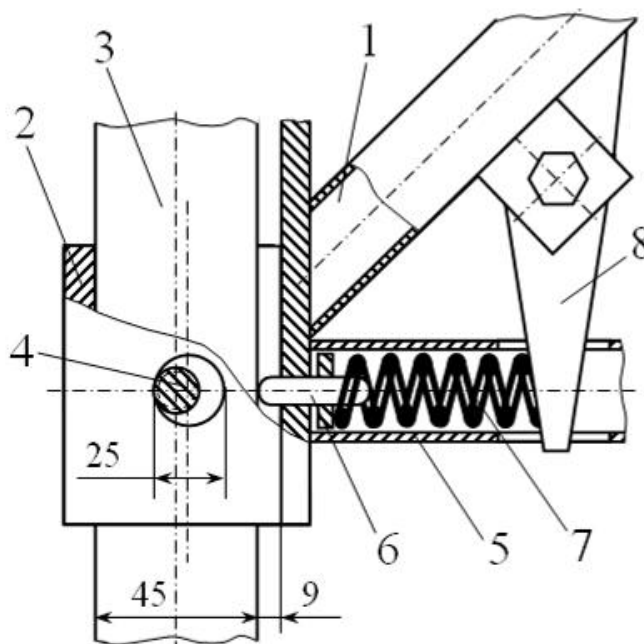


Рис. 2. Розташування горизонтальної пружини стиснення:

- 1 – кронштейн лапи; 2 – обойма; 3 – стійка лапи;
- 4 – гвинт; 5 – стакан; 6 – шток; 7 – пружина стиснення;
- 8 – важіль.

Стиснення чи послаблення пружини здійснюється важільно-гвинтовим механізмом від електродвигуна Дв₁ 8, який керується контактами кінцевого вимикача Пк₁ 20 (див. рис. 1).

Вертикальна пара пружин 9 прикріплена знизу до гвинта 4, вгвинченого у стійку лапи 1, а зверху – до осі 11, посередині якої встановлений шків, що є механізмом подвійного поліспасти 12 лебідки 13 для розтягнення чи послаблення цих пружин, який приводиться в дію електродвигуном Дв₃ 14 і керується контактами кінцевих вимикачів Пк₃ і Пк₄ 15 (див. рис. 1).

Горизонтальна пружина розтягнення, що врівноважує вертикальне положення стійки лапи, з'єднана з кронштейном-подовжувачем стійки лапи і віссю шківів поліспасти відповідної лебідки, що приводиться в дію електродвигуном Дв₂, який керується контактами кінцевого вимикача Пк₂. З метою запобігання автоколивань передбачено встановлення двох амортизаторів 22 (див. рис. 1).

Для забезпечення автоматичного управління натягненням пружин була розроблена і виготовлена спеціальна система автоматичного керування двигунами механізмів натягання пружин (рис. 3).

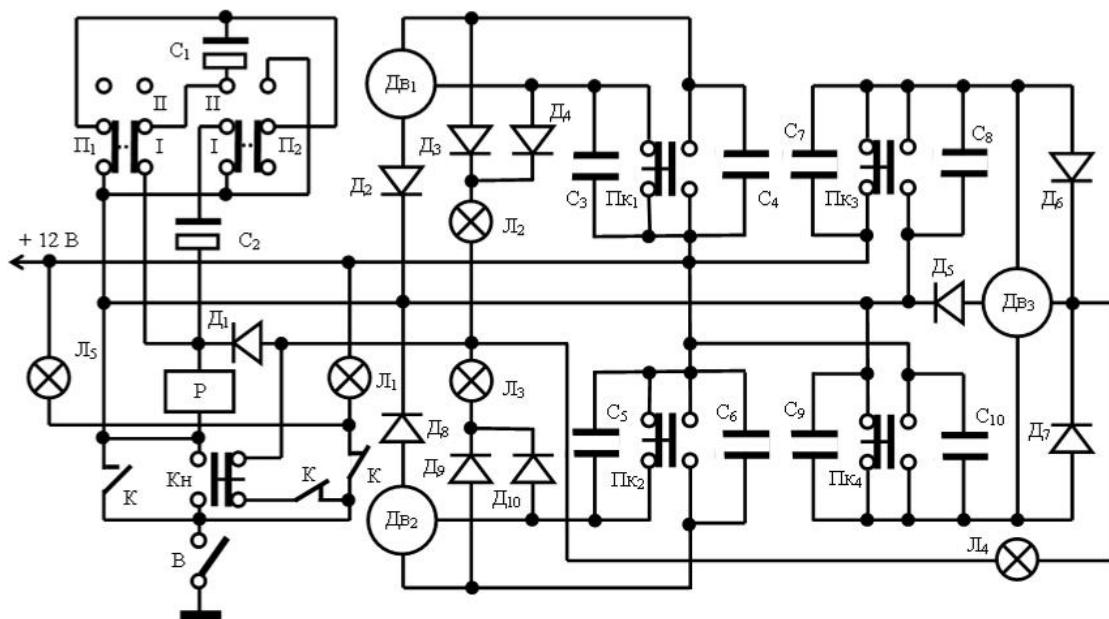


Рис. 3. Принципова схема системи автоматизованого керування двигунами механізмів натягнення пружин пристрою для вимірювання тягового опору експериментального робочого органу.

Система живиться від бортового джерела постійного струму трактора 12 В. Електродвигуни Дв₁, Дв₂ і Дв₃, кінцеві реверсивні вимикачі Пк₁, Пк₂, Пк₃ і Пк₄, а також діоди Д₂, Д₅ і Д₈ розташовані на експериментальній установці (див. рис. 1). Сигнальна лампочка Л₅ розташовується в кабіні трактора. Решта деталей системи містяться в

окремому блоці управління, який кріпиться на рамі сівалки і з'єднується з експериментальною установкою та трактором двома кабелями з роз'ємами (рис. 4).

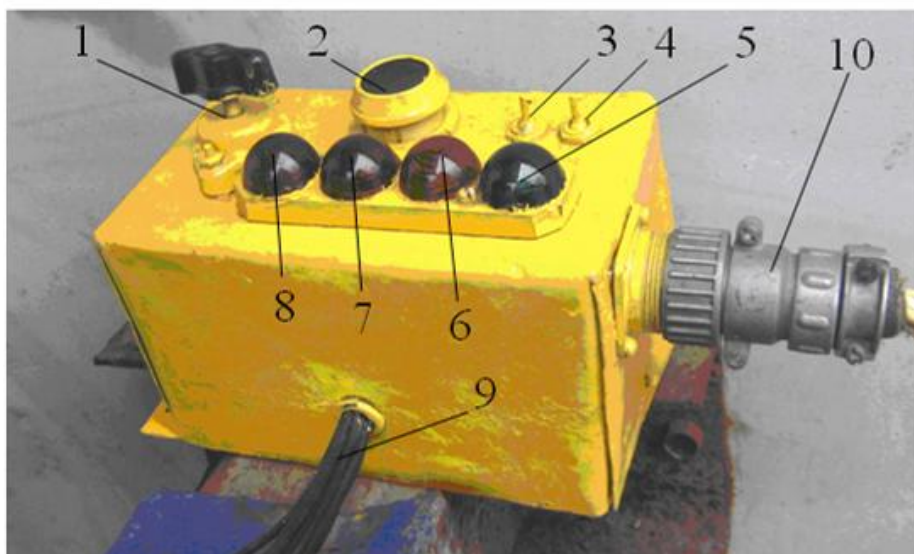


Рис. 4. Блок управління системою автоматизованого керування двигунами: 1 – вимикач В; 2 – кнопка Кн; 3, 4 – перемикачі Π_1 , Π_2 ; 5, 6, 7, 8 – вічка лампочок L_1 , L_2 , L_3 , L_4 ; 9 – кабель до роз'єму на установці; 10 – роз'єм кабелю до трактора.

Принцип дії системи автоматичного керування такий (див. рис. 3). Після увімкнення вимикача В загоряються лампочки L_1 (на блоці управління – зелений колір) і L_5 (в кабіні трактора), що свідчить про готовність системи до роботи.

Перемикачами Π_1 і Π_2 встановлюється тривалість неспрацьовування реле Р після припинення подачі на нього напруги через діод D_1 : в позиції I-I (паралельне увімкнення з котушкою реле конденсаторів C_1 і C_2) – 2 с, I-II або II-I (паралельне увімкнення з котушкою реле конденсатора C_1 або C_2) – 1 с і II-II (послідовне увімкнення конденсаторів C_1 і C_2 паралельно з котушкою реле) – 0,5 с.

Разом з початком руху вмикається кнопка Кн. При цьому струм проходить через обмотку реле, діод D_1 і далі по будь-якому контуру в залежності від того, які контакти кінцевих вимикачів є увімкненими, наприклад, як показано на рис. 3: контур L_2 - D_4 - $\Pi_{к1}$, контур L_3 - D_{10} - $\Pi_{к2}$ і контур L_4 - D_6 - $\Pi_{к3}$. Реле Р вмикається і його нормально замкнені контакти розмикаються, а нормально розімкнені контакти замикаються. При цьому лампочки L_1 і L_5 гаснуть, а лампочки L_2 , L_3 і L_4 в разі замкненого стану контактів кінцевих вимикачів – горять, а в разі розімкненого стану (у кінцевого вимикача є проміжок, коли обидві пари контактів розімкнені) – не горять. На початку руху під дією тягового

опору пружини деформуються і болт 4 (див. рис. 1) тисне на штоки кінцевих вимикачів Пк₁ 20, Пк₃ і Пк₄ 15, а подовжувач стійки лапи 2 відходить від штока кінцевого вимикача Пк₂ 21.

При цьому струм від вимикача В (див. рис. 3), через замкнені контакти К, діоди Д₂, Д₅ і Д₈ поступає відповідно на двигуни Дв₁, Дв₃ і Дв₂. У залежності від пар замкнених контактів кінцевих вимикачів струм поступає в різні обмотки двигунів і їх якорі обертаються в той чи інший бік, а саме: коли пружина навантажується тяговим опором – двигун забезпечує збільшення її навантаження і навпаки (здійснюється слідкуючий ефект). Ці процеси відбуваються доти, поки не встановляться такі положення врівноважених тяговим опором деформованих пружин, коли всі контакти кінцевих вимикачів опиняться розімкненими. В такому разі струм на котушку реле через діод Д₁ припиниться і буде надходити лише з заряджених конденсаторів С₁ і С₂ протягом часу, який встановлюється рівним двом, одній чи половині секунди в залежності від позиції перемикачів П₁ і П₂.

Якщо за цей час жоден з контактів кінцевих вимикачів не увімкнеться, реле Р вимкнеться, лампочки Л₂, Л₃ і Л₄ згаснуть, лампочки Л₁ і Л₅ загоряться, а двигуни будуть зупинені незалежно від величини тягового опору. Таким чином буде зафіксований стан усіх пружин, деформація яких урівноважувала відносно сталий тяговий опір робочого органу. Для запобігання іскріння контактів кінцевих вимикачів паралельно ним встановлені конденсатори С₃...С₁₀.

Для спостереження за процесом руху робочого органу і характеру миготіння лампочок Л₂, Л₃ і Л₄ на установці встановлювалася відеокамера (рис. 5).

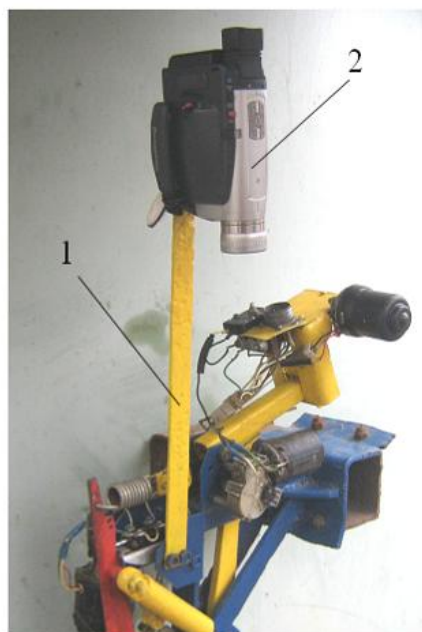


Рис. 5. Встановлення відеокамери:

- 1 – кронштейн;
- 2 – відеокамера Panasonic RZ-10.

Перед вимірюванням реактивних сил треба визначити жорсткість усіх пружин експериментальної установки з орієнтацією на максимальні й мінімальні розрахункові значення подовжньої і вертикальної складових тягового опору робочого органу з використанням розрахункової схеми для конкретного робочого органу.

Експериментальна установка монтується на будь-якій рамі квадратного перерізу (наприклад, рама культиватора КРН-4,2). Спочатку на експериментальну установку доцільно встановити пружини з мінімальною жорсткістю, а на блоці управління перемикачі Π_1 і Π_2 встановити в положення I-I, спрямувати відеокамеру на блок управління і, включивши її і кнопку K_n на блоці управління, зробити контрольний прохід. Якщо за 50 м сигнальні лампочки L_1 і L_3 (див. рис. 3) не загоряться, це свідчить, що тривалість вимкненого стану контактів кінцевих вимикачів (хоча б одного з них) була менше 2 с. Треба переглянути відеозапис і з'ясувати, які з лампочок L_2 , L_3 і L_4 з якою частотою миготіли. Якщо частота миготіння була не менше 0,5 с, то перемикачі Π_1 і Π_2 встановити в інше положення (I-II чи II-II) і дослід повторити.

Якщо ж частота миготіння якоїсь з вказаних лампочок менша за 0,5 с – треба збільшувати жорсткість відповідних пружин і дослід повторювати, поки не загоряться сигнальні лампочки L_1 і L_3 .

Після цього раму з робочим органом треба підняти і до неї встановити спеціальний опорний кронштейн 3 з важелем 4 (рис. 6).

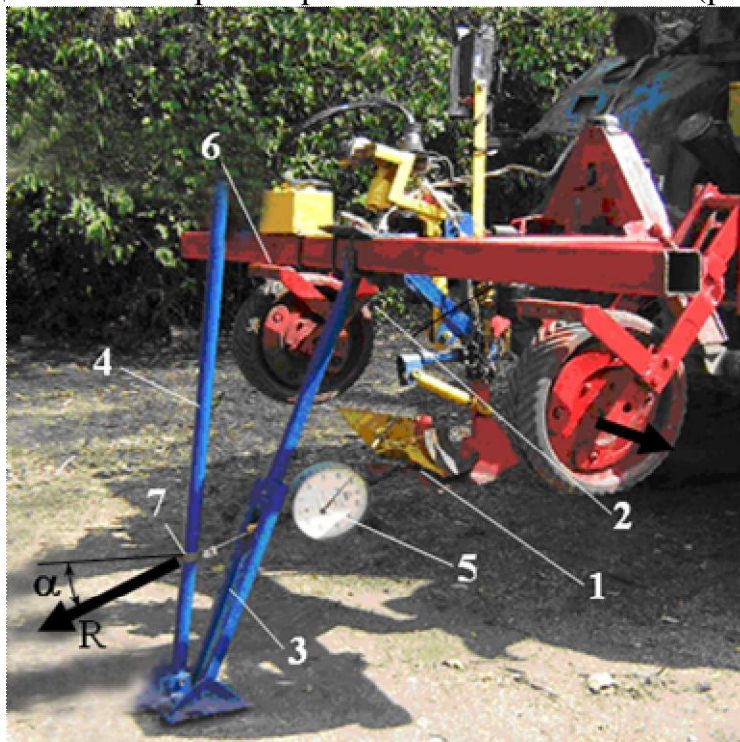


Рис. 6. Визначення тягового опору R і кута його відхилення від горизонтальної площини α : 1 – робочий орган; 2 – рама; 3 – опорний кронштейн; 4 – важіль; 5 – динамометр ДПУ-0,2/2; 6 – блок управління; 7 – хомут.

Між важелем і лапою встановити динамометр 5 під кутом близьким до орієнтовного кута $\alpha \approx 10...20^\circ$ провести навантаження до стану, коли всі лампочки L_2 , L_3 і L_4 на блоці управління б згаснуть. Якщо цього досягти не вдасться, змінювати кут α шляхом пересування хомути 7 на важелі і навантаження повторювати поки лампочки L_2 , L_3 і L_4 згаснуть. Значення сили R фіксується на динамометрі в моменти повного згасання і загорання лампочок L_2 , L_3 і L_4 відповідно при навантаженні і при розвантаженні (4 показання) з трьохкратною повторністю. Кут α фіксується візуально за допомогою шаблону. З усіх показань динамометра вираховується середнє значення сили R . Горизонтальна і вертикальна складові тягового опору розраховуються через кут α .

Висновки. Розроблена установка й методика вимірювання загального тягового опору та кута його відхилення у подовжньо-вертикальній площині для культиваторних лап і подібних до них робочих органів, що розміщуються на вертикальних стійках, суто механічним способом з використанням стандартних динамометрів.

Література.

1. *Высоцкий А.А.* Динамометрирование сельскохозяйственных машин / *А.А. Высоцкий.* – М.: Машиностроение, 1968. – 290 с.
2. *Кукта Г.М.* Испытание сельскохозяйственных машин / *Г.М. Кукта.* – М.: Машиностроение, 1964. – 284 с.

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КУЛЬТИВАТОРНОЙ ЛАПЫ

Зоря М.В.

Аннотация – работа посвящена разработке установки и методики измерения общего тягового сопротивления и угла его отклонения в продольно-вертикальной плоскости для культиваторных лап и подобных рабочих органов, которые размещаются на вертикальных стойках, механическим способом.

INSTALLATION FOR MEASUREMENT PULL OF RESISTANCE CULTIVATOR A PAW

M. Zorya

Summary

The development of installation and technique of measurement common pull of resistance and corner of his deviation in a longitudinal - vertical plane for cultivator of paws and working bodies, similar to them placed on vertical racks by a mechanical way is offered.