

- Чтобы иметь то, что никогда не имел,  
нужно делать то, что никогда не делал!

## Лекція 3

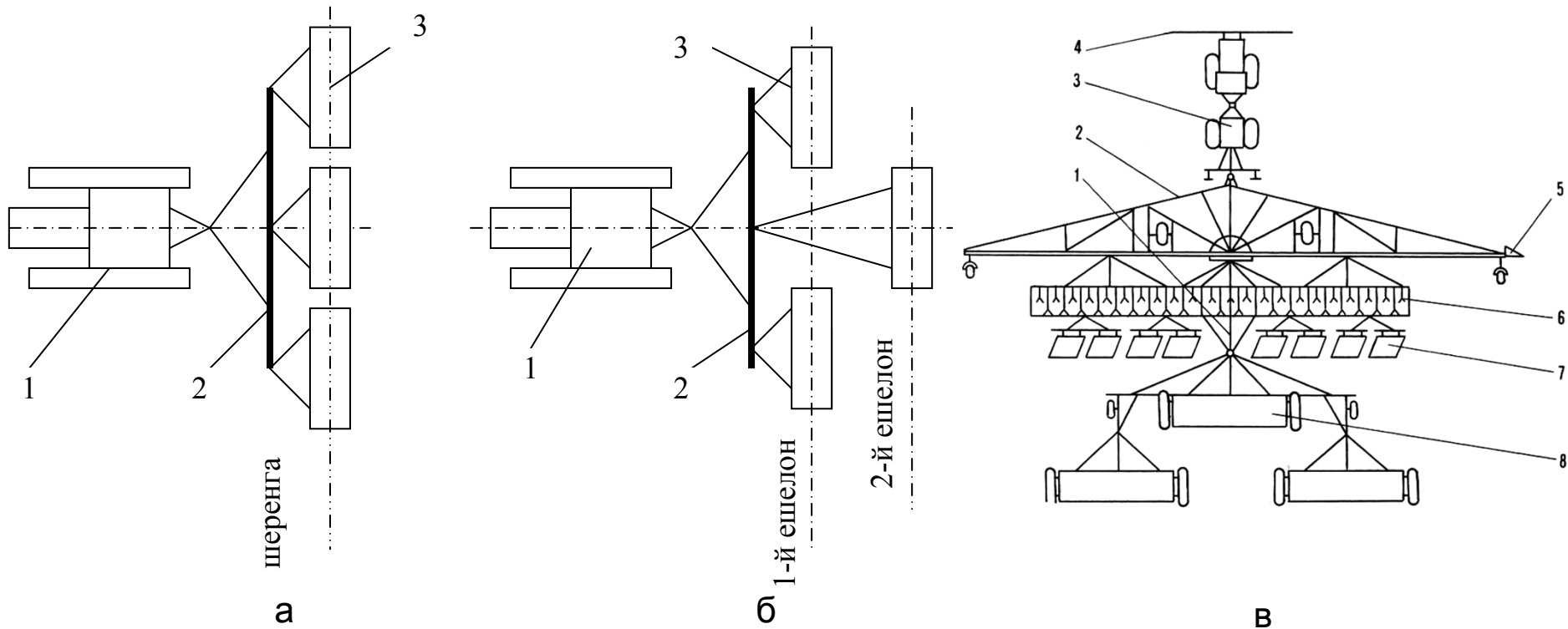
### Ефективність використання машин/знарядь зі зчіпками

- 3.1. Види зчіпок і їх призначення [1-3].
- 3.2. Вплив зчіпок на кінематичні параметри СГА/МТА [1-3].
- 3.3. Особливості агрегування мобільних енергетичних засобів із причіпними та напівнавісними зчіпками [4].

#### *Список літератури*

1. Експлуатація машин та обладнання / [Бендера І.М. та ін.]; за ред. І.М. Бендери. – Кам'янець-Подільський: ФОП «Сисин Я.І.», 2013. - 576 с. [С.102-108].
2. Масалабов В. Двомашинна зчіпка / В. Масалабов, Л. Маргарян, А. Аюбов // The ukrainian Farmer. - К. : ТОВ "АГП Медіа", 2011. - № 7. - С. 84.
3. Кюрчев В.М. Напівнавісна двомашинна зчіпка/ В.М. Кюрчев, В.Т. Надикто, А.М. Аюбов, В.М. Масалабов // Праці ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2009. – Вип. 9, Т.3. – С.137 – 143.
4. Надикто В.Т. Нові мобільні енергетичні засоби України. Теоретичні основи використання в землеробстві / Надикто В. Т. [та ін.]. - Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок «ММД», 2005. - 337 с. [С. 304-310].

## 3.1 Види зчіпок та їх призначення.



а – шеренговий агрегат;  
б – ешелонований агрегат;

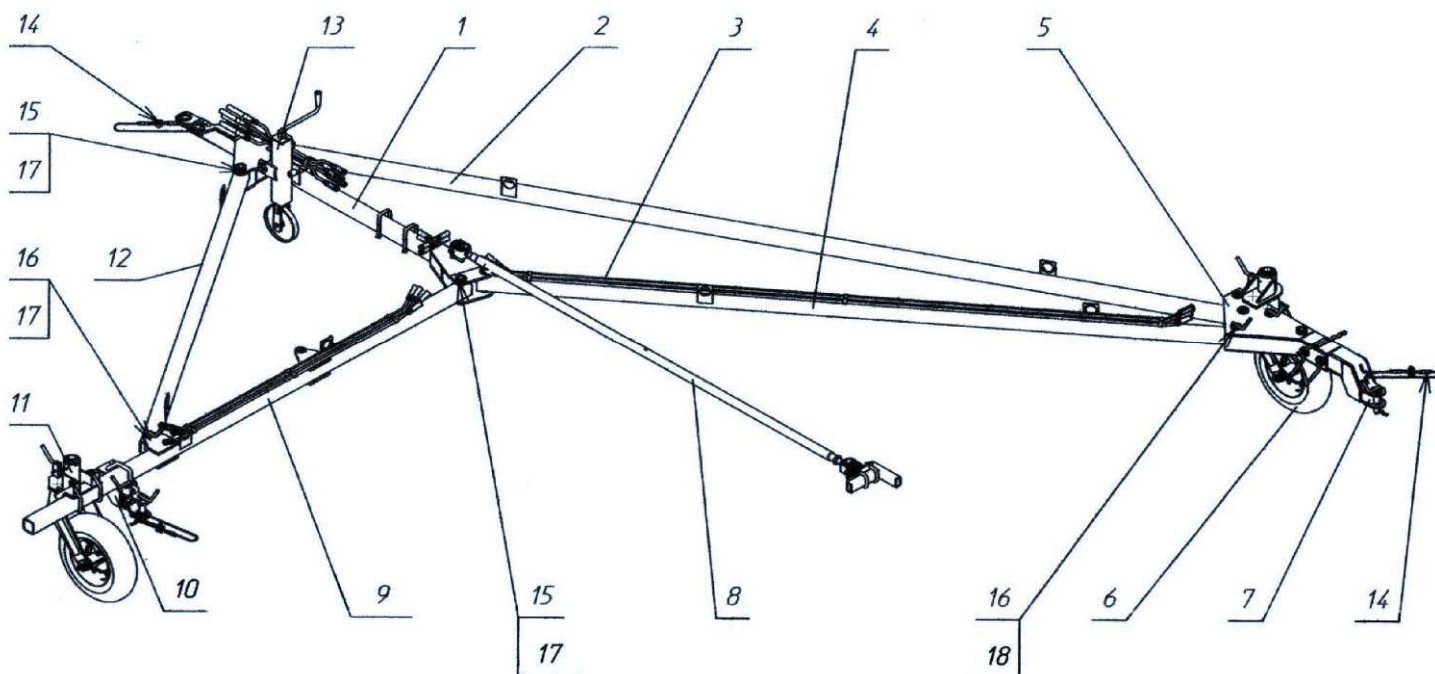
1 – трактор; 2 – зчіпка;  
3 – с.-г. машина (наприклад, сівалка)

в - Схема широкозахватного МТА:

1 – брус; 2 – причіпна зчіпка СП-16;  
3 – трактор; 4 – слідпоказчик; 5 – маркер;  
6 – культиватор; 7 – борони;  
8 – сівалки зернові СЗ-3,6

**Зчіпка** - спеціальний зчіпний пристрій, що дозволяє приєднати до трактора декілька машин для складання простих шеренгових і комбінованих ешелонованих агрегатів.

**Зчіпка сільськогосподарська** - пристосування для агрегування з трактором декількох с.-г. машин з метою раціонального використання тягової потужності трактора і збільшення продуктивності агрегату.



**Рис. – Зчіпка гідрофікована СП-10,8 для двох сівалок СЗ-5,4:**

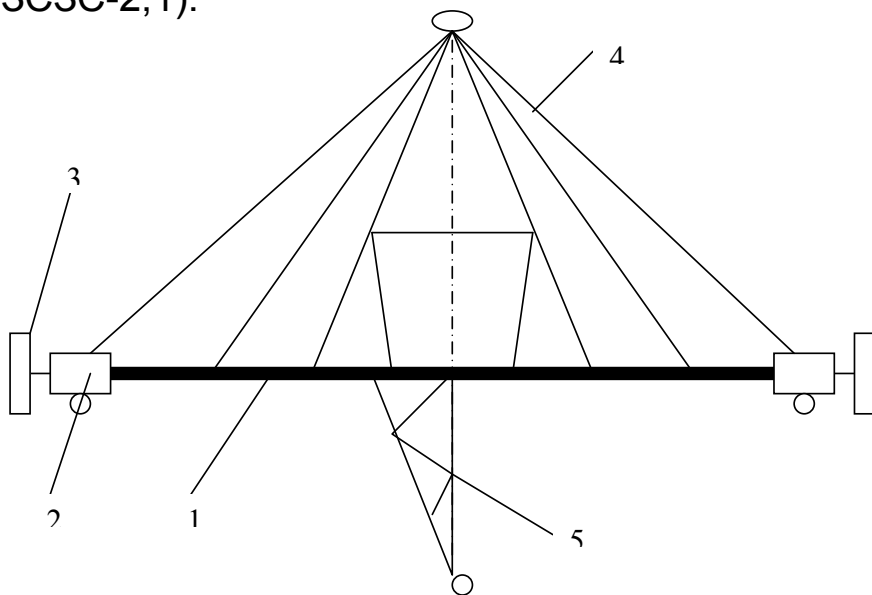
1 – брус передній; 2 – розтяжка; 3 – гідро траса; 4 – брус задній; 5 – кронштейн; 6 – колесо праве; 7 – причеп; 8 – стяжка; 9 – брус лівий; 10 – причеп; 11 – колесо ліве; 12 – розтяжка; 13 – колесо переднє; 14 – страховочний пристрій; 15,16 – штир; 17,18 - шплінт

## Використання техніки в АПК

Свого часу у СРСР широко застосовували причіпні зчіпки: універсальні гідрофіковані (СП-16, СП-11) та не гідрофіковані (С-18У, С-11У), а також спеціальну гідрофіковану (СГ-21) для зубових борін. Також відома конструкція напівнавісної універсальної зчіпки (СН-75).

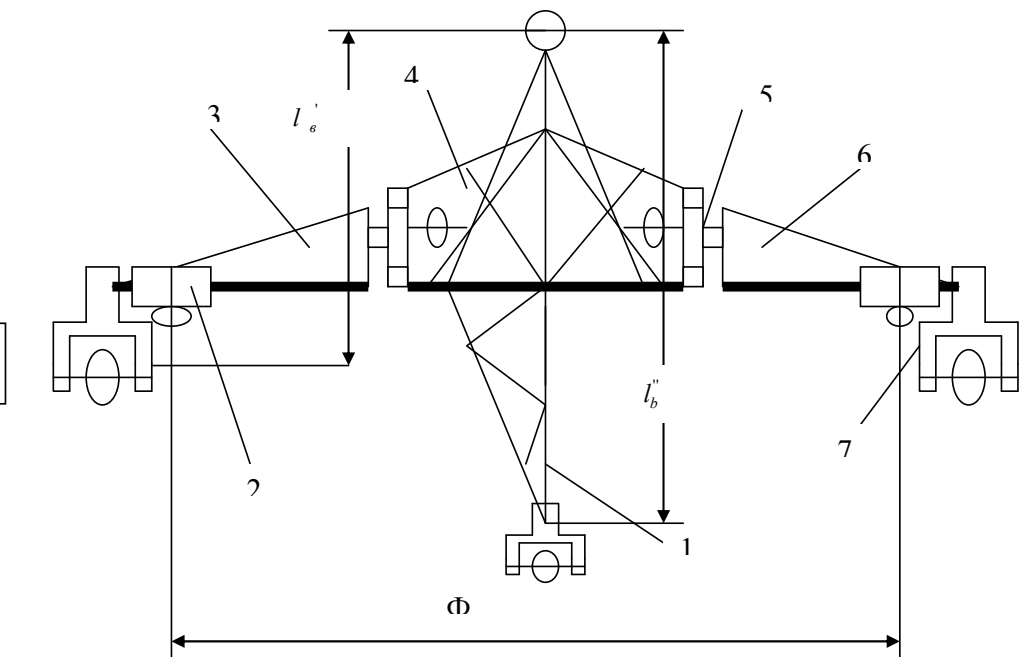
За допомогою зчіпки СП-16 складаються шеренгові агрегати з культиваторів (4КПС-4, 3КПЭ-3,8 і 4КШ-3,6 А), плоскорізів (5КПП-2,2) і зернових сівалок (4СЗП-3,6 і 5СЗС-2,1), а із застосуванням подовжувачів - ешелоновані агрегати із зернових сівалок (4СЗ-3.6) для їх агрегування з тракторами класів 4 і 5.

Зчіпка марки СП-11 призначена для агрегування з тракторами класів 3 і 4 шеренгових агрегатів з культиваторів (2КПС-4, 2КПЭ-3,8 і 3КШ-3,6 А), плоскорізів (3КПП-2,2) і сівалок (СЗ-3,6 і ЗСЗС-2,1).



- 1 – тяговий брус; 2 – пересувні причіпні скоби для машин першого ешелону;
- 3 – опорні колеса; 4 – розтяжки; 5 – подовжувачі для машин другого ешелону

Рис. 1 – Універсальна зчіпка С-11У



- 1 – подовжувач; 2 – пересувна скоба; 3 – ліве крило;
- 4 – центральна рама з двома опорними пневматичними колесами;
- 5 – шарнір; 6 – праве крило; 7 – пневматичні колеса

Рис. 2 – Універсальна гідрофікована зчіпка СП-16

В Україні сьогодні ПАТ «Червона зірка» виробляє зчіпку причіпну СП-8, призначену для агрегування двох сівалок типу ASTRA 3,6P (СЗ-3,6) або двох культиваторів суцільної обробки КПСП-4, що сприяє збільшенню продуктивності в 1,5-2 рази. (Ціна 25400 грн.). Також, ПАТ виробляє зчіпку причіпну СП-10,8 (Ціна 57500 грн.), призначену для агрегування двох сівалок ASTRA із шириною захвата 5,4 м (СЗ-5,4), що сприяє збільшенню продуктивності в 1,5-2 рази



Сьогодні вітчизняне та закордонне (країни СНД) с.-г. машинобудування виробляє нові конструкції зчіпок.

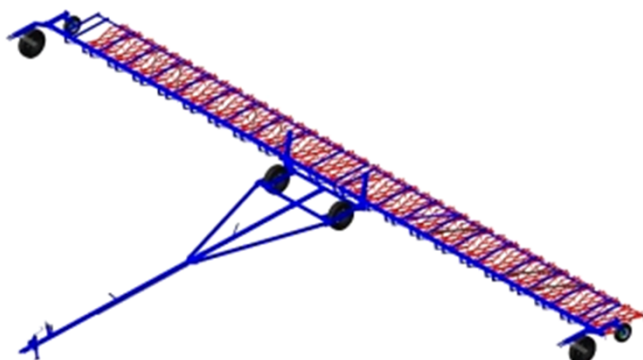


Рис. 1 - Зчіпка боронувальна широкозахватна гідрофікована СШГ-12 / СШГ-17 / СШГ-21 / СШГ-15А

Боронувальні агрегати, які складають за допомогою зчіпки, застосовують для дроблення грудок і розпушування ґрунту після оранки, вичісування бур'янів, обробки луків і пасовищ...



Рис. 2 - Зчіпка причіпна СП-11К

Зчіпка СП-11К призначена для складання тракторних гідрофікованих і не гідрофікованих широкозахватних агрегатів для передпосівної обробки ґрунту, догляду за парами, посіву зернових, зернобобових культур та інших с.-г. робіт.

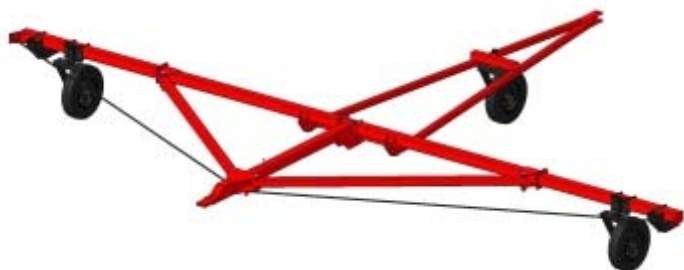


Рис. 3 - Зчіпка причіпна СП-7-01

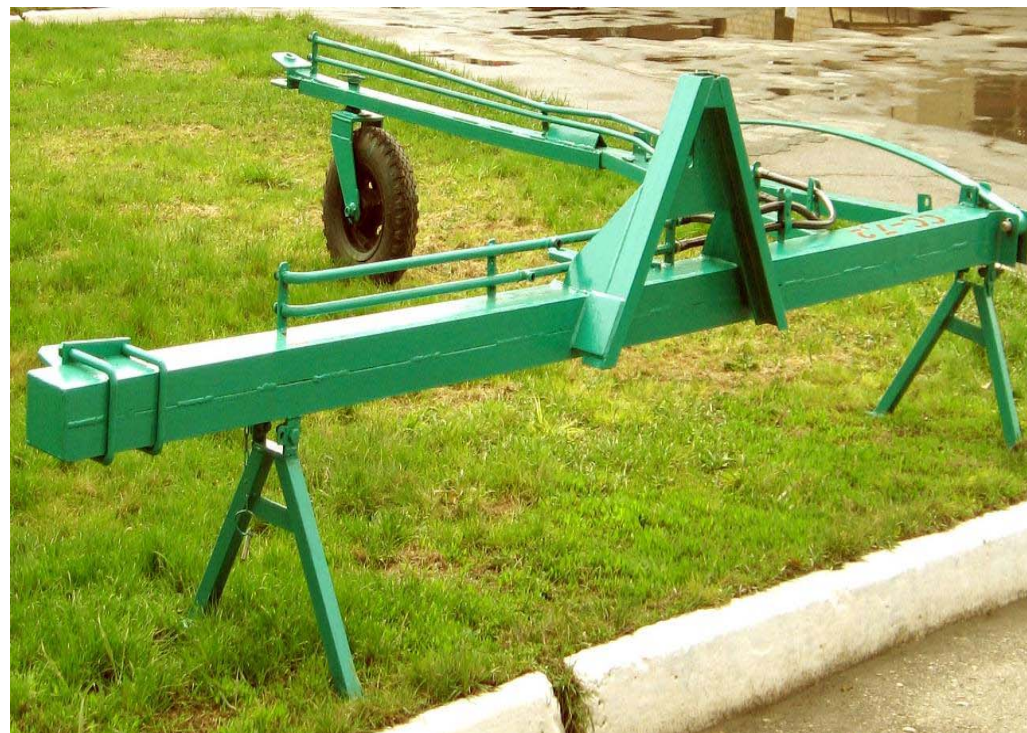
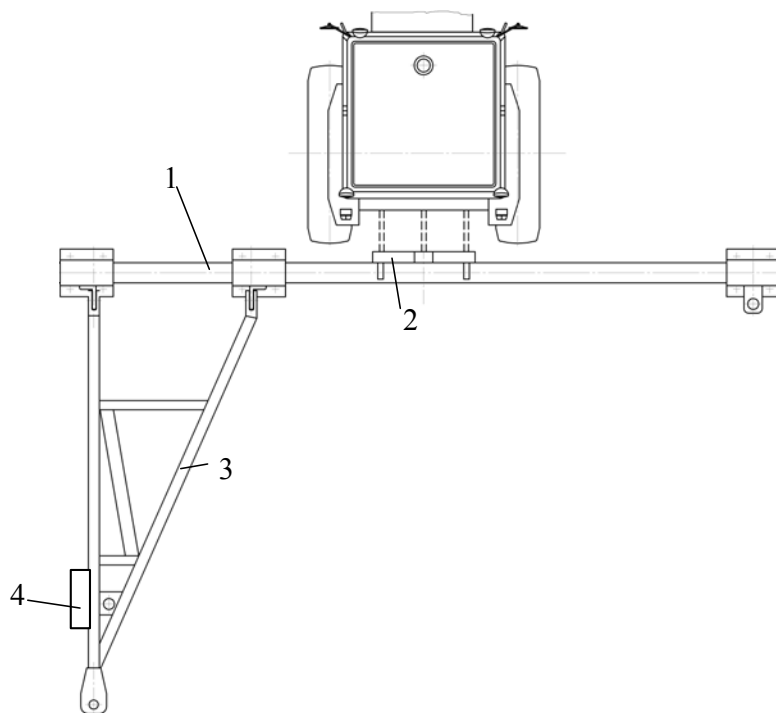
Зчіпка причіпна СП-7 призначена для складання тракторних гідрофікованих широкозахватних агрегатів із двох-трьох сівалок СЗ-3,6 для посіву зернових культур



Рис. 4 - Зчіпка причіпна СП3-10,8

Зчіпка причіпна СП3-10,8 призначена для складання тракторних гідрофікованих широкозахватних агрегатів із двох сівалок СЗ-5,4 для посіву зернових культур.

## Двомашинна напівнавісна зчіпка СС-7,2, розроблена науковцями ТДАТУ



### Технічна характеристики

Маса, кг	270
Фронт, м	3,6
Габарити, м	
Тяговий клас трактора	
Агреговані машини	
Конструктивна ширина захвату, м	
захвату МТА, м	

3,82 x 3,70 x 1,00
1,4
2 причіпні сівалки типу СЗ-3,6
3,6
7,2

**Класифікація зчіпок за наступними ознаками:**

**1) За способом приєднання зчіпки до трактора:**

- причіпні,
- начіпні
- напівначіпні.

**2) За ступеням універсальності:**

- **універсальні**, призначені для агрегування сільськогосподарських машин різного типу (борін, культиваторів, сівалок), наприклад:

зчіпка СП-11 призначена для складання агрегату із двох (трьох) культиваторів типу КПС-4 або двох (трьох) сівалок типу СЗП-3,6Б або 12 борін типу БЗТС-1,0; зчіпка С-11У призначена для складання агрегату із трьох сівалок СЗ-3,6А або двох культиваторів типу КПС-4; зчіпка СГП-10,8 призначена для складання агрегатів із трьох сівалок СЗ-3,6А, СЗТ-3,6А, СЗП-3,6Б або двох (трьох) культиваторів КПСП-4; зчіпка СП-16А призначена для складання агрегатів із чотирьох культиваторів типу КПК-4 і КПСУ-4 з одночасним боронуванням зубовими боронами або чотирьох (п'яти) сівалок типу СЗП-3,6Б;

- **спеціальні**, призначені для агрегування сільськогосподарських машин тільки одного типу, наприклад:

зчіпка СГ-21 призначена для складання агрегату із причіпних зубових борін (БЗТС-1,0, БЗСС-1,0);

зчіпка СП-8 призначена для агрегування двох культиваторів типу КПС-4; зчіпка СП-10,8-01 призначена для складання агрегату із двох сівалок СЗ-5,4; зчіпка СП-11М призначена для складання агрегату із трьох сівалок СЗ-3,6А;

**3) За конструкцією рами зчіпки бувають**

- із жорсткою рамою,
- із шарнірною рамою,
- безрамні.

**4) За оснащенням гідравлікою зчіпки:**

- гідрофіковані, наприклад, зчіпки гідрофіковані СГ-21, СП-8, СП-10,8-01, СП-11М, СГП-10,8, СП-16А та ін.;

- не гідрофіковані, наприклад, С-11В, СП-11.

Основними експлуатаційними показниками зчіпок є:

- фронт зчіпки –  $\Phi$  - це найбільш можлива відстань між точками причепа або навішення робочих машин. Фронт зчіпки визначає число машин  $n$ , які можуть бути приєднаними до зчіпки:

$$n = \frac{\Phi}{B_M} + 1,$$

де  $B_M$  – ширина захвату с.-г. машини,

- довжина виїзду зчіпки –  $l_g$  - це відстань від точки причепа до осі заднього колеса –  $l'_g$  або до осі причепа подовжувача –  $l''$ ;

- радіус повороту;

- маса зчіпки на одиницю її довжини –  $g_m$ , кг/м;

- питомий тяговий опір зчіпки –  $K_{сц}$ , кН/м. - це зусилля, що приходить на один метр ширини захвату зчіпки;

- опір кочення зчіпки:

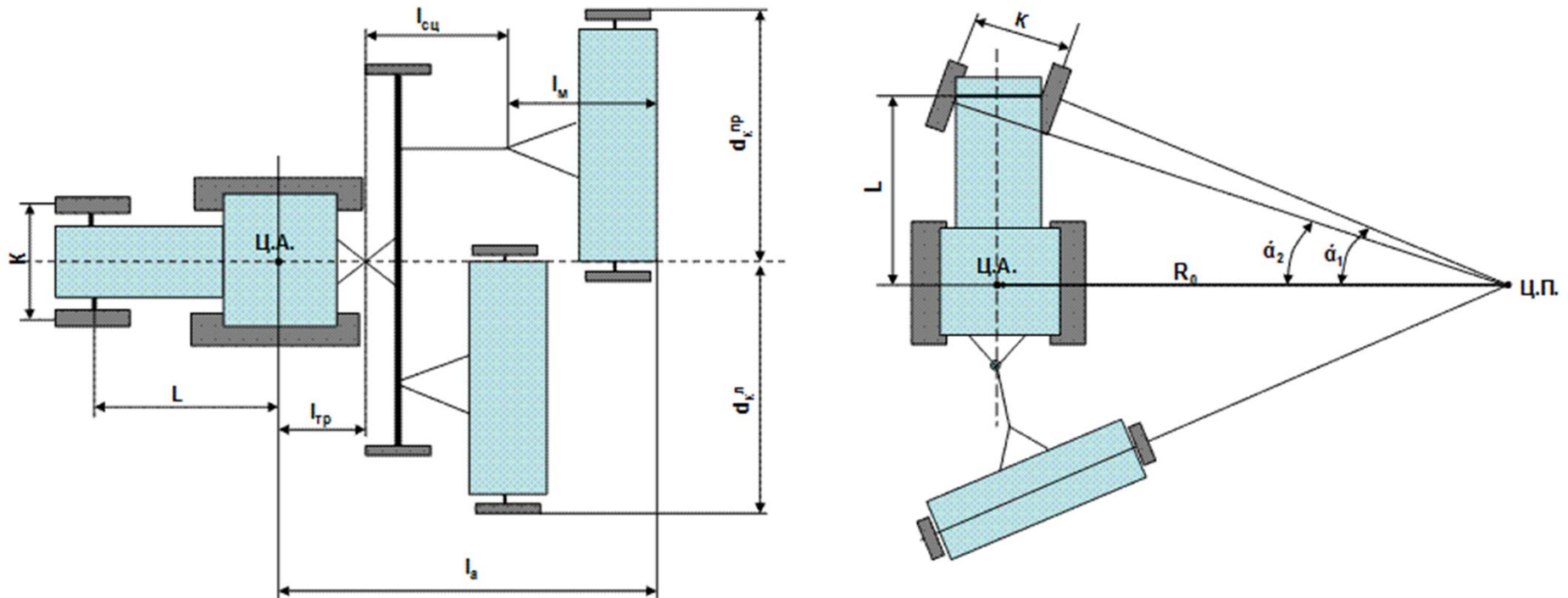
$$F_{сц} = G_{сц} \cdot f_{сц}, \text{ кН},$$

де  $G_{сц}$  – вага зчіпки, кН;

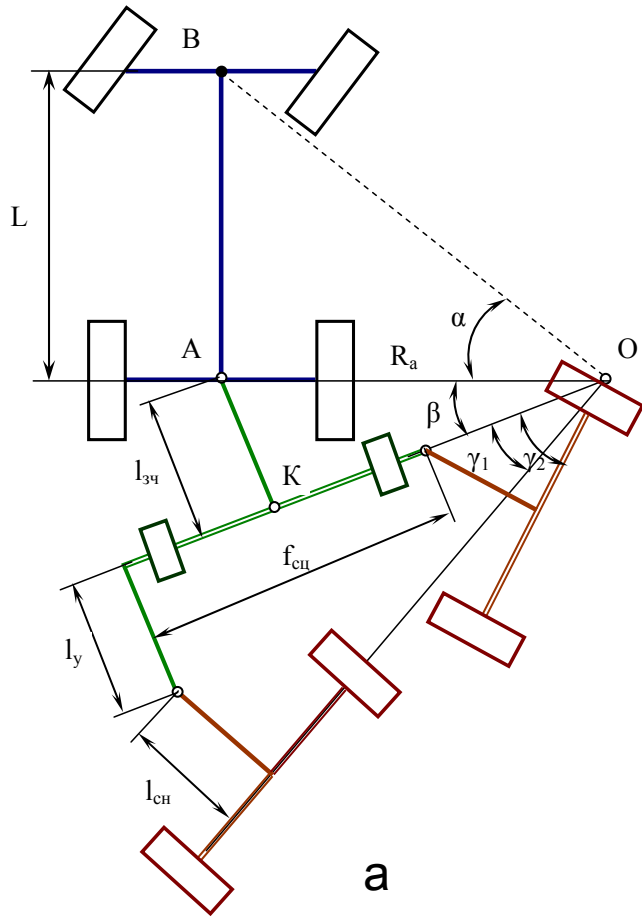
$f_{сц}$  – коефіцієнт опору кочення зчіпки.

## 3.2 Вплив зчіпок на кінематичні параметри МТА

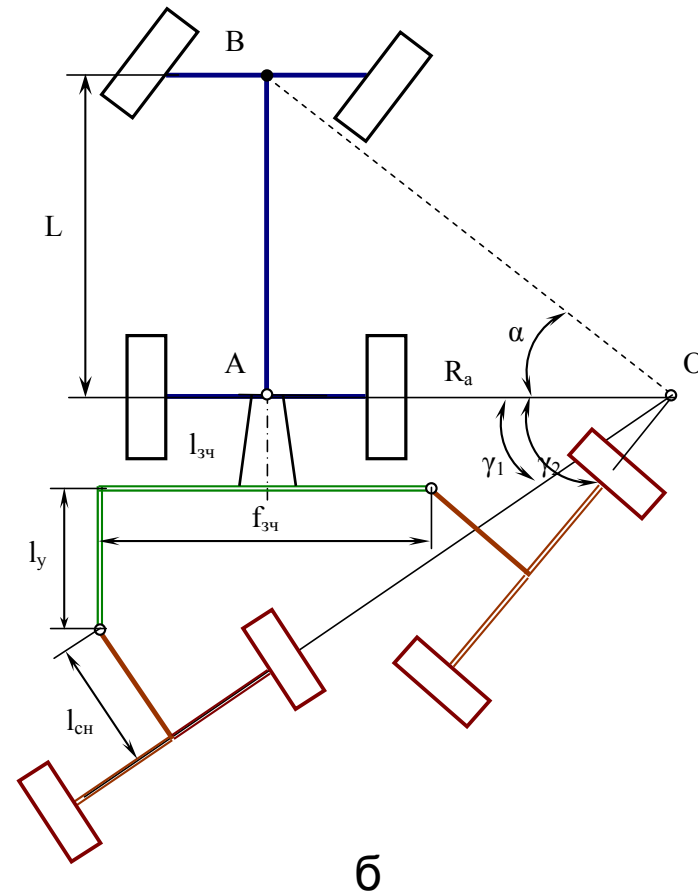
Кінематика агрегату вивчає геометрію форми його руху. Траєкторія руху агрегату звичайно складається з відрізків прямолінійного руху і повороту навколо обумовленого (умовного) центру повороту



До кінематичних характеристик МТА відносяться: кінематичний центр; кінематична довжина; довжина виїзду; кінематична ширина; радіус і центр повороту.



$$\begin{cases} \frac{L}{R_a} = \operatorname{tg} \alpha, \\ l_{34} = R_a \cdot \sin \beta, \\ \frac{l_y}{\cos \gamma} + l_{ch} = (R_a \cdot \cos \beta + 0,5 f_{cu} + l_y \cdot \operatorname{tg} \gamma) \cdot \sin \gamma. \end{cases}$$



$$\begin{cases} \frac{L}{R_a} = \operatorname{tg} \alpha, \\ \operatorname{ctg} \gamma_1 = \frac{R_a + (f_{34} / 2)}{l_m + l_y + (l_{ch} / \cos \gamma_1)}. \end{cases}$$

Кінематика двомашинного широкозахватного МТА на повороті:  
а – з причіпною зчіпкою; б – з навісною зчіпкою

### 3.3. Особливості агрегування мобільних енергетичних засобів із причіпними та напівнавісними зчіпками.

Відомо, що для кожного виду повороту МТА існує оптимальний радіус повороту  $R_{opt}$ , за яким шлях маневру, що виконується при повороті, буде найменшим

$$R_{opt} = \sqrt{\frac{L \cdot V_p}{2\omega \cdot \varepsilon_{max}}}$$

де  $L$  – база трактору;

$V_p$  – швидкість руху агрегату на поворотній смузі;

$\omega$  – кутова швидкість повороту керованих коліс трактору;

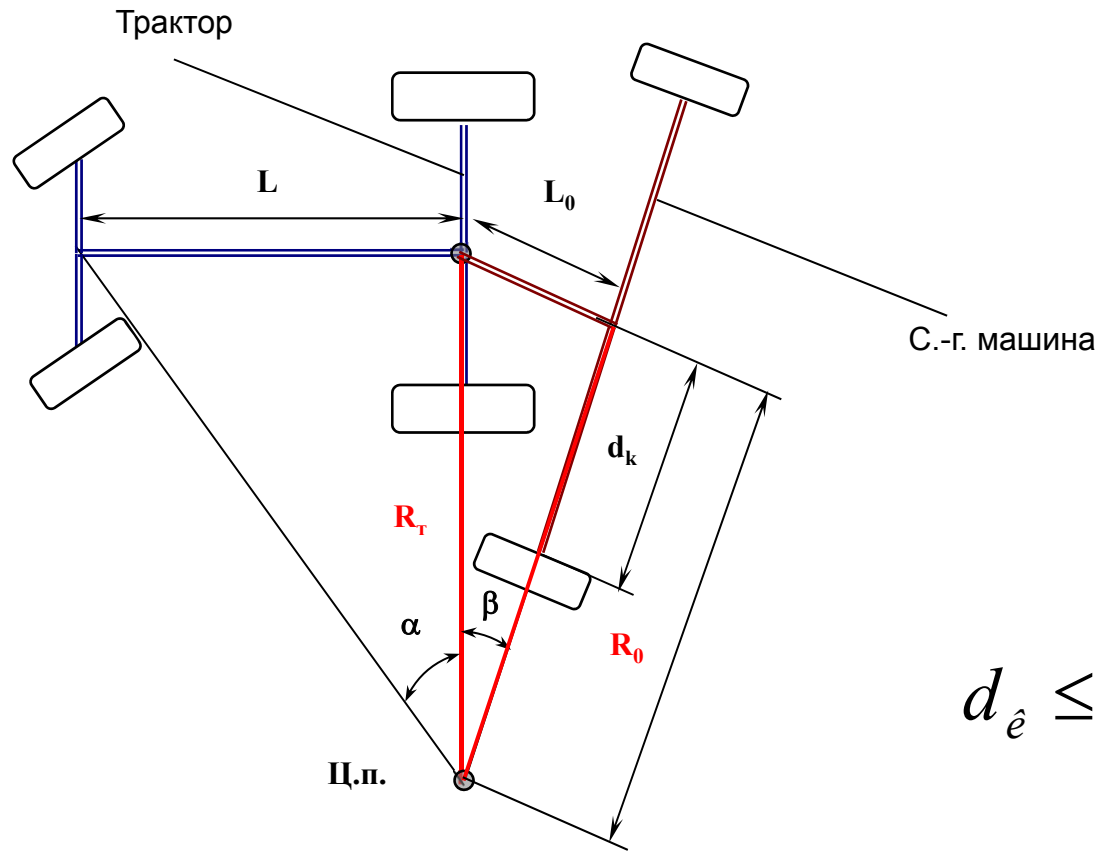
$\varepsilon_{max}$  – максимальний кут повороту агрегату в момент завершення ним входження у фазу руху з постійним радіусом кривизни (для петльових поворотів -  $\varepsilon_{max}=\pi/2$ ; для безпетльових -  $\varepsilon_{max}=\pi/4$ ).

Найбільш оптимальним поворотом є такий, коли мінімальний радіус повороту агрегату  $R_{min}$ , обумовлений його конструктивними та іншими параметрами, буде дорівнювати оптимальному  $R_{opt}$ .

$$R_{min}=f(\alpha_{max}) = R_{opt}=f(\alpha_{opt}).$$

- 1)  $\alpha_{max} < \alpha_{opt}$  - недостатня поворотність агрегату;
- 2)  $\alpha_{max} > \alpha_{opt}$  - зайва поворотність, яка вказує на неможливість реалізації в умовах практики максимально досягнутого значення кута  $\alpha$ ;
- 3)  $\alpha_{max} = \alpha_{opt}$  .

### Кінематика повороту причіпного одномашинного МТА без зчіпки



Умова правильного (без бокового ковзання коліс) повороту:

$$d_k \leq R_0,$$

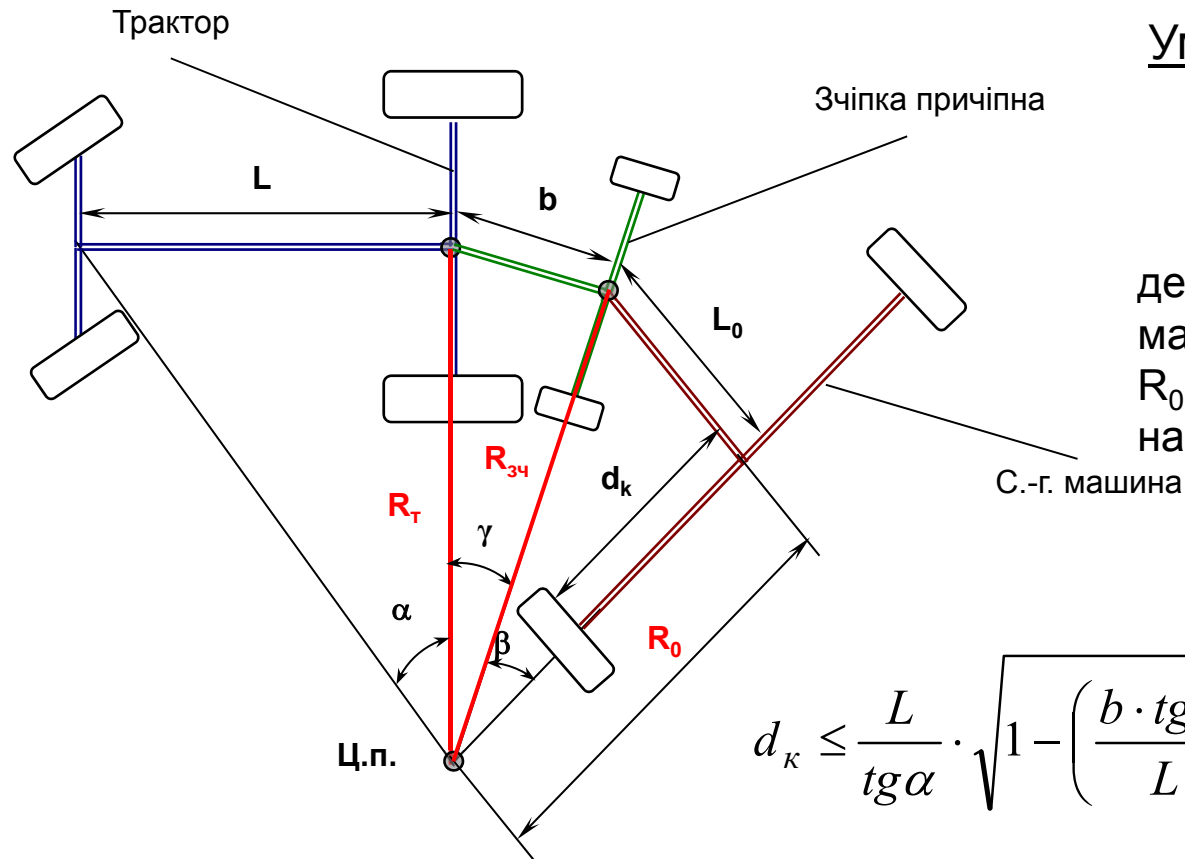
де  $d_k$  – кінематична ширина с.-г. машини;

$R_0$  – радіус повороту с.-г. машини навколо центру повороту (Ц.п.).

$$d_e \leq \frac{L}{\operatorname{tg} \alpha} \cdot \sqrt{1 - \left( \frac{L_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha}{L} \right)^2}$$

За вказаним рівнянням можна відшукати такий максимальний кут  $\alpha_{\max}$ , за яким виконується умова правильного повороту (т.б.  $d_k \leq R_0$ ):

## Кінематика повороту МТА в складі причіпної зчіпки і с.-г. машини



Умова правильного (без бокового ковзання коліс) повороту:

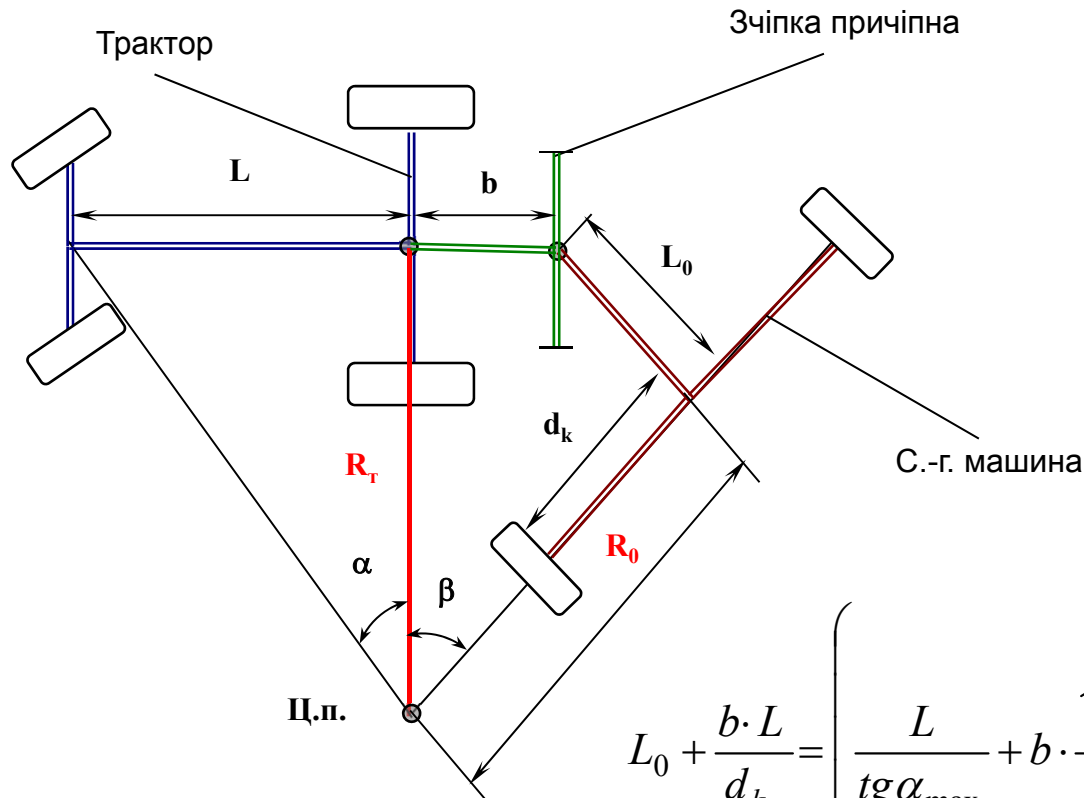
$$d_k \leq R_0,$$

де  $d_k$  – кінематична ширина с.-г. машини;  
 $R_0$  – радіус повороту с.-г. машини навколо центру повороту (Ц.п.).

$$d_k \leq \frac{L}{\operatorname{tg} \alpha} \cdot \sqrt{1 - \left( \frac{b \cdot \operatorname{tg} \alpha}{L} \right)^2} \cdot \sqrt{1 - \left( \frac{L_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha}{L \cdot \sqrt{1 - \left( \frac{b \cdot \operatorname{tg} \alpha}{L} \right)^2}} \right)^2}$$

За вказаним рівнянням можна відшукати такий максимальний кут  $\alpha_{\max}$ , за яким виконується умова правильного повороту (т.б.  $d_k \leq R_0$ ):

### Кінематика повороту МТА в складі навісної зчіпки і с.-г. машини



Умова правильного (без бокового ковзання коліс) повороту:

$$d_k \leq R_0,$$

де  $d_k$  – кінематична ширина с.-г. машини;

$R_0$  – радіус повороту с.-г. машини навколо центру повороту (Ц.п.).

$$L_0 + \frac{b \cdot L}{d_k} = \left( \frac{L}{\operatorname{tg} \alpha_{\max}} + b \cdot \frac{\sqrt{1 - \left( \frac{d_k \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\max}}{L} \right)^2}}{\frac{d_k \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\max}}{L}} \right) \cdot \sqrt{1 - \left( \frac{d_k \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\max}}{L} \right)^2}$$

За вказаним рівнянням можна відшукати такий максимальний кут  $\alpha_{\max}$ , за яким виконується умова правильного повороту (т.б.  $d_k \leq R_0$ ):

### ***Контрольні питання до ПМК.***

1. Призначення зчіпок, марки та приклади побудови широкозахватних агрегатів за допомогою зчіпок.
2. Класифікація зчіпок.
3. Основні експлуатаційні показники зчіпок.
4. Кінематичні параметри широкозахватного МТА.
5. Кінематика повороту широкозахватного МТА в складі причіпної зчіпки навколо умовного центру повороту.
6. Кінематика повороту широкозахватного МТА в складі навісної зчіпки навколо умовного центру повороту.
7. Умова здійснення правильного (без бокового ковзання коліс) повороту МТА в складі причіпної зчіпки.
8. Як впливають конструктивно-кінематичні параметри причіпних та навісних зчіпок на величину максимального куту  $\alpha_{\max}$  повороту керованих коліс трактору та радіус його повороту навколо центру повороту.