

УДК 631.158:658.382

## ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ БЕЗПЕЧНОСТІ НЕБЕЗПЕЧНОЇ ЗОНИ ПРИ ПОВОРОТІ ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТУ

Бутко Д.А., к.т.н.

Циб В.Г., інженер

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-06-65

**Анотація** – роботу присвячено визначенню небезпечної зони та безпечної відстані при повороті транспортного агрегату.

**Ключові слова** – небезпечна зона, тваринництво, транспортний агрегат, радіус повороту.

*Постановка проблеми.* При виробництві продукції тваринництва виникає необхідність в застосуванні транспортних агрегатів (трактор-прицеп, трактор-кормороздавач, трактор-косарка і т. ін.).

*Формулювання цілей статті.* Такі тракторні агрегати при русі створюють попереду себе кільцеву небезпечну зону АДQC (рис.1). [1]

Розглянемо травматичну ситуацію, що виникає при переході людиною кільцевої небезпечної зони і умови її переходу. [2]

Агрегат рухається на повороті з радіусом  $R$  і швидкістю  $V_e$ . Людина переходить небезпечну зону із швидкістю  $V$  до центра із точки Д і від центра повороту із точки Р. Найбільш небезпечною ситуацією слід вважати таку, коли перехід здійснюється під деякими кутами  $\alpha$  і  $\beta$  до прямих ліній, що проходять через центр повороту  $O$ , тобто на випадок самого довгого шляху.

*Основна частина.*

Рівняння руху людини в полярних координатах відносно агрегату у внутрішню сторону буде мати наступний вигляд

$$q = R - V \cdot t \cdot \cos \alpha, \quad (1)$$

$$\varphi_T = \frac{V_e}{R} \cdot t - \frac{V \cdot t}{q} \cdot \sin \alpha. \quad (2)$$

Виключимо із (1) і (2) параметр  $t$ , одержимо

$$\varphi_T = \frac{V_e(R_1 - q)}{R_1 \cdot V \cdot \cos \alpha} - \frac{R \cdot q}{q} \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (3)$$

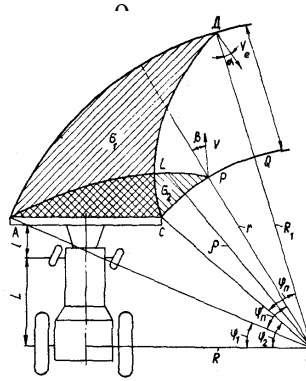


Рис.1. Створення зон травматичної ситуації при русі машинно-тракторного агрегату на повороті.

При переході небезпечної зони у зовнішню сторону повороту рівняння руху людини відносно агрегату буде мати такий вигляд

$$\varphi'_T = \frac{V_e(q-r)}{R \cdot V \cdot \cos \beta} - \frac{q-r}{q} \cdot \operatorname{tg} \beta, \quad (4)$$

де  $R_1$  і  $r$  – зовнішній і внутрішній радіуси небезпечної зони.

Крива СД, що виражена рівнянням (3) разом із зовнішньою стороною небезпечної зони АД і лінією небезпечності АС обмежує зону можливої травматичної ситуації  $\sigma_1$  при переході людиною небезпечної зони до центра повороту.

Крива АР, що представлена рівнянням (4), внутрішня сторона небезпечної зони СР і лінія небезпечності АС утворюють зону травматичної ситуації  $\sigma_2$ , що виникає при переході людиною небезпечної зони від центра повороту.

Підставивши замість  $q$  в формулу (3) величину  $r$ , а в формулу (4) величину  $R_1$ , одержимо значення кінцевих кутів повороту агрегату на випадок можливого виходу людини із небезпечної зони

$$\varphi_{II} = \frac{V_e \cdot B_1}{R \cdot V \cdot \cos \alpha} - \frac{B_1}{r} \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (5)$$

$$\varphi'_{II} = \frac{V_e \cdot B_1}{R \cdot V \cdot \cos \beta} - \frac{B_1}{R_1} \cdot \operatorname{tg} \beta, \quad (6)$$

де  $B_1 = R_1 - r$  - ширина небезпечної зони.

Знаючи значення цих кутів, можна прорахувати безпечну відстань від місця знаходження людини до лінії небезпечності АС.

Величини цих кутів, а отже, і безпечна відстань залежать від ширини небезпечної зони  $B_1$ , швидкості руху агрегату  $V_e$ , швидкості переходу людиною небезпечної зони  $V$ , радіуса повороту агрегату  $R$ , а також від напрямку руху людини в небезпечній зоні, що визначається кутами  $\alpha$  і  $\beta$ .

Розрахунки показують, що існує оптимальний напрямок переходу людиною небезпечної зони.

Так, для агрегату з параметрами  $R = 9$  м,  $L = 3$  м,  $l = 2$  м,  $V_e = 2$  м/с,  $V = 1$  м/с загальний вид рівняння величин оптимальних кутів напряму виходу визначається по формулам

$$\alpha_0 = \arcsin \frac{V}{V_e} \cdot \frac{R}{r}, \quad (7)$$

$$\beta_0 = \arcsin \frac{V}{V_e} \cdot \frac{R}{R_l}, \quad (8)$$

одержаним після дослідження рівнянь (5) і (6) на мінімум.

З формул (7) і (8) видно, що оптимальні кути переходу небезпечної зони залежать від швидкості переходу людиною небезпечної зони, швидкості руху агрегату від радіусу повороту агрегату і радіусів, обмежуючих небезпечну зону.

Але в реальних умовах важко визначити точний оптимальний напрям руху людини (кути  $\alpha_0$  і  $\beta_0$ ). В даному випадку для розрахунків рекомендується використовувати сектора переходу небезпечної зони, для яких  $\alpha = 0 \dots 57^\circ$ ,  $\beta = 0 \dots 35^\circ$  (рис.2).

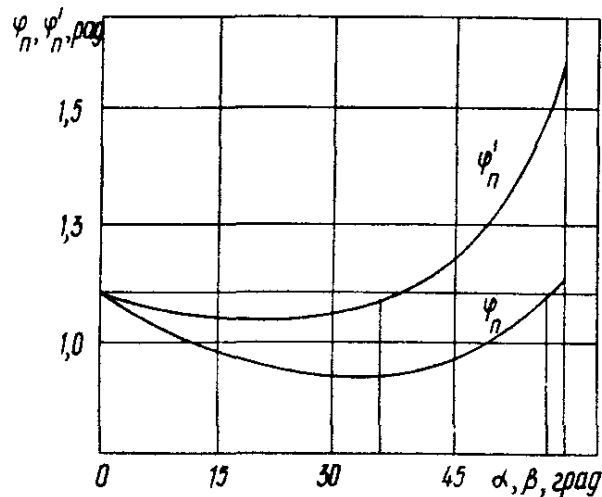


Рис.2. Визначення секторів переходу небезпечної зони.

Визначимо мінімальні безпечні відстані до лінії небезпечної зони при переході людиною від центра повороту  $CP = l_e$  і при русі людини до центра повороту  $AD = l_n$ , які відповідно будуть дорівнювати

$$l_e = \varphi_e \cdot r,$$

$$l_n = \varphi_n \cdot r.$$

Відносно до виразів (5) і (6), а також рис.1,

$$\varphi_e = \varphi'_n - \Delta\varphi, \quad \varphi_n = \varphi_n - \Delta\varphi,$$

де  $\Delta\varphi = \varphi_2 \cdot \varphi_1$ .

*Висновки.* Використовуючи одержані залежності можна визначити безпечні відстані при любых параметрах машинно-тракторного агрегату. Наприклад, при ширині агрегату 6 м, швидкості руху агрегату 2 м/с і радіусу повороту 9 м безпечна відстань при переході небезпечної зони від центра повороту агрегату складає 6,75 м, а при переході до центра повороту – 18,75 м.

Одержана методика розрахунків може бути застосована при складанні правил і інструкцій стандартів при охороні праці для проведення інструктажів, а також для більш об'єктивної оцінки причин нещасних випадків.

#### Література

1. Охрана труда в агропромышленном комплексе. Сборник научных трудов Литовской СХА. - Вильнюс, 1986. – Вып. 1.
2. Бутко Д.А. Організація охорони праці в сільському господарстві /Д.А. Бутко, В.Л. Луценков, М.Т. Воїнов, С.Д. Мазілін – Сімферополь: Бізнес - Інформ, 1998.–368с.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНОЙ ЗОНЫ ПРИ ПОВОРОТЕ ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТА**

Бутко Д.А., Циб В.Г.

### *Аннотация*

**Работа посвящена определению опасной зоны и безопасного расстояния при повороте транспортного агрегата.**

## **DEFINITION OF PARAMETERS OF SAFETY OF THE DANGEROUS ZONE AT TURN OF THE TRANSPORT UNIT**

D.Butko, V.Tsib

### *Summary*

**Work is devoted to definition of a dangerous zone and safe distance at turn of the transport unit.**