

**ОБГРУНТУВАННЯ МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ПОСТА КЕРУВАННЯ  
ЗБИРАЛЬНОГО АГРЕГАТУ НА БАЗІ МОБІЛЬНОГО  
ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ**

**Г. В. Шкарівський, кандидат технічних наук  
ORCID 0000-0003-2311-5372**

**Р. Г. Шкарівський  
ORCID 0000-0002-3516-9864**

**Національний університет біоресурсів і  
природокористування України  
e-mail: kafedra-avto@ukr.net**

**Анотація.** *Експлуатація мобільних енергетичних засобів і агрегатів на їх базі вимагає значних психологічних та фізичних навантажень на оператора і впливає на рівень втомлюваності останнього та на показники ефективності виконання технологічних операцій. Використання мобільних енергетичних засобів на реверсі у складі збирального агрегату з начіпним технологічним модулем передбачає наявність зони посиленого візуального контролю, яка окреслюється горизонтальною площиною, що проходить через точку відліку (очі оператора) та площиною розташування променя, який виходить з точку відліку і проходить через точку перетину променя зору з опорною поверхнею, і розміри якої можуть обмежуватись обрисами агрегату, що потрапляють в цю зону. Дослідження, проведені з визначення розмірів таких зон і їх представлення у вигляді коефіцієнта оглядовості дозволили встановити, що вітчизняні енергозасоби конструктивно-компонувальної схеми близької до інтегральної мають значення оціночного показника на рівні 0,38...0,40, вітчизняні енергозасоби класичного компоновання – на рівні 0,56...0,66, а кращі закордонні машини класичного компоновання мають аналогічний показник на рівні 0,80...0,94, в той час як аналогічні показники для самохідних збиральних машин знаходяться в межах 0,86...0,89. Подальші дослідження, проведені з використанням макетного зразка переставного поста керування дозволили встановити, що оглядовість робочих органів збиральних машин, за умови роботи енергозасобу на реверсі, істотно залежать від розташування точки відліку, що обумовлює обладнання енергозасобу штатним реверсивним постом керування, розміщеним у зоні між заднім мостом і збиральною*

© Г. В. Шкарівський, Р. Г. Шкарівський, 2018

*машиною, або ж переставним реверсивним постом керування з можливістю його установки в зоні між заднім мостом і збиральною машиною.*

**Ключові слова:** *мобільний енергетичний засіб, збиральний машинно-тракторний агрегат, робочий орган, пост керування, оглядовість, оцінка*

**Постановка проблеми.** Виробництво продукції рослинництва в сучасних умовах базується на використанні широкого спектру засобів механізації технологічних процесів, основою яких є машинно-тракторні агрегати (МТА) різного призначення і конструкції. Сьогодні на полях працюють як найпростіші одно операційні та більш складні комбіновані багатоопераційні агрегати створені на базі мобільних енергетичних засобів (МЕЗ), так і складні самохідні спеціалізовані комплекси. Останнє є вагомим чинником у формуванні собівартості кінцевої продукції, яка істотно залежить від рівня зайнятості МЕЗ у технологічних процесах та ефективності їх використання. З цих причин сьогодні існує тенденція розширення сфери використання МЕЗ за рахунок витіснення самохідних спеціалізованих машин агрегатами на їх базі, що веде до створення нових енергозасобів різних конструкцій і конструктивно-компонувальних схем [1]. Подібні підходи не завжди мали позитивний вплив на собівартість кінцевої продукції сільського господарства з причин незадовільних умов агрегування енергозасобів зі збиральними машинами через незадовільну оглядовість робочих органів останніх. За таких умов, і у відповідності до положень державної цільової програми реалізації технічної політики в агропромисловому комплексі, має місце гостра необхідність оцінки оглядовості робочих органів збирального агрегату на базі МЕЗ ще на стадії проектування енергозасобу і яка дасть змогу сконцентрувати кошти на оптимальних технічних рішеннях.

**Аналіз останніх досліджень.** Мобільний енергетичний засіб – багатофункціональна машина, в процесі використання якої діяльність людини здійснюється за двома напрямками, а саме: забезпечення експлуатації власне енергетичного засобу; забезпечення виконання технологічної операції, або технологічного процесу. Відповідно до цього в роботі [2] розрізняється технічна і технологічна експлуатація МЕЗ. Піднята в даній роботі проблема відноситься до технологічної експлуатації МЕЗ, яка на сучасному етапі ще не достатньо вивчена, що обумовлює необхідність використання нових підходів у дослідженні енергозасобів і агрегатів на їх базі, включаючи і оглядовість робочих органів.

Сьогодні відомі роботи, які констатують вимоги до зон оглядовості енергозасобів, виходячи з фізіологічних особливостей

людини та з урахуванням втомлюваності оператора [3]. Однак тут відсутні методики проведення оцінювання показників оглядовості в реальних умовах експлуатації машин.

В роботі [4] приведена методика оцінювання оглядовості на стадії проектування сільськогосподарських тракторів і машин. Однак, запропонована методика достатньо затратна.

У роботі [5] запропоновано проводити оцінювання оглядовості робочих органів збиральних машин з допомогою коефіцієнта оглядовості, який має вигляд:

$$K = 1 - \frac{S_{НЗ}}{S_B}, \quad (1)$$

де:  $K$  – коефіцієнт оглядовості;  $S_B$  – площа бажаної зони огляду оператора обмежена горизонтальною площиною, яка проходить через точку відліку (очі оператора) і похилою площиною, в якій розмщується промінь нижньої межі оптимальної зони оглядовості [3], мм<sup>2</sup>;  $S_{НЗ}$  – площа невидимої зони оператора (обриси (тіні) вузлів і агрегатів енергозасобу), яка є складовою бажаної зони  $S_B$ , мм<sup>2</sup>.

Використання запропонованої залежності не дає можливості оцінити оглядовість робочих органів збиральної машини, які потребують візуального контролю, а лише констатують розмір вільної для оглядовості зони, де гіпотетично можуть розташовуватись такі робочі органи без урахування умов агрегування.

Таким чином, з приведених робіт важко встановити де повинні розташовуватися як очі оператора, так і пост керування енергозасобу для того, щоб забезпечити задовільну оглядовість робочих органів збиральних машин, або якими параметрами повинні володіти складові агрегату з метою забезпечення задовільної оглядовості робочих органів, які потребують візуального контролю.

**Мета досліджень.** Визначити місце розташування поста керування МЕЗ (очей оператора) для забезпечення задовільної оглядовості робочих органів збиральних машин.

**Результати досліджень.** Експлуатація мобільних енергетичних засобів і агрегатів на їх базі вимагає значних психологічних та фізичних навантажень на оператора, що впливає на рівень втомлюваності останнього, а, звідси, і на показники ефективності виконання технологічних операцій через зниження продуктивності праці та створення аварійних ситуацій за умов значного втомлення.

Особливо це характерно для збиральних агрегатів, які створені на базі МЕЗ через проблеми з агрегуванням останніх (рис. 1).

Вивчення і оптимізація умов роботи оператора лежить в площині питань, якими займається наука ергономіка. Стосовно проблем, висунутих в даній роботі, це питання оглядовості робочих зон оператора. В роботі [3] вказано, що мінімального втомлення під

час візуального контролю за роботою об'єктів спостереження оператор буде зазнавати за умови, якщо зона оглядовості буде окреслена горизонтальною площиною, яка проходить через точку відліку (очі оператора) і площиною, яка також проходить через точку відліку і опущена вниз від горизонтальної площини на  $30^\circ$ . Промінь, який виходить з точки відліку перетинає опорну поверхню в точці А, яку будемо називати точкою візування. Точка А найближче розташована до агрегату і її задовільно спостерігає оператор з допустимим фізіологічним навантаженням.



Рис. 1. Збиральний агрегат на базі трактора інтегральної конструктивно-компонувальної схеми з реверсивним постом керування типу ХТЗ-16131.

Стосовно МЕЗ, який працює в складі збирального агрегату, зона оглядовості робочих органів машини буде визначатись з наступних міркувань (рис. 2). Використання МЕЗ у складі збирального агрегату з начіпним технологічним модулем передбачається на реверсі. В такому випадку зона розташування робочих органів технологічного модуля, які потребують візуального контролю окреслюється горизонталлю, яка проходить через точку відліку  $K$  і променем, який виходить з точки відліку  $K$  і проходить через точку візування  $A$  (точку перетину променя зору з опорною поверхнею). Згаданий вище промінь  $KA$  може проходити також через точки, або лінії, які характеризують обриси енергозасобу.

Для схеми зображеної на рис. 2 характерні наступні співвідношення:

$$\frac{H}{l_a} = \tan \beta, \quad (2)$$

звідки

$$l_a = \frac{H}{\tan \beta}, \quad (3)$$

де  $H$  – висота розташування точки відліку  $K$  (очей оператора), м;  $l_a$  – виліт точки візування, м;  $\beta$  – кут нахилу променя зору, який показує нижню межу зони оглядовості оператора, град.

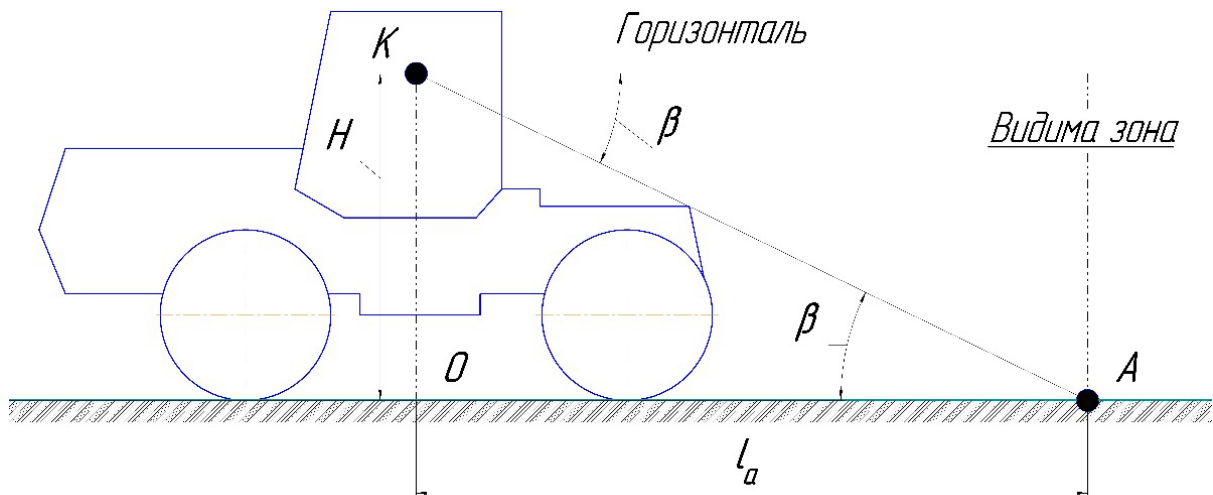


Рис. 2. Розрахункова схема для визначення вильоту точки візування під час використання енергозасобу на реверсі

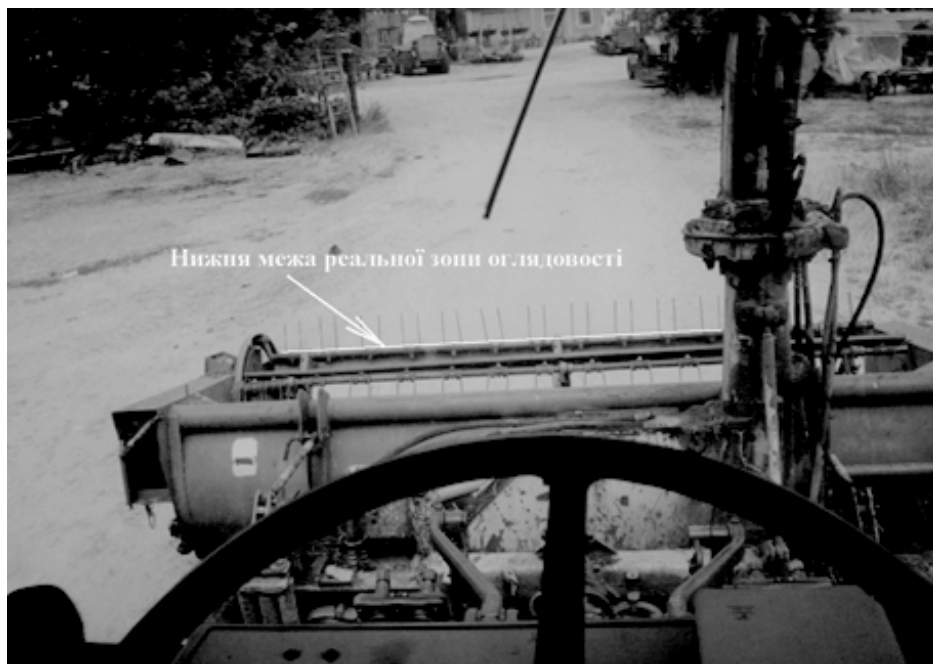


Рис. 3. Оглядовість робочих органів жатки кормозбирального комбайна на базі ХТЗ-16131.

Аналіз залежностей (2) і (3) вказує на те, що кут  $\beta$  нахилу променя  $KA$ , який характеризує нижню межу зони оглядовості оператора і виліт точки візування  $l_a$  прямо пропорційні висоті  $H$

розташування точки відліку  $K$ . Зважаючи на те, що кут нахилу нижньої межі зони оглядовості  $\beta$ , для забезпечення мінімальної втомлюваності оператора не повинен перевищувати  $30^\circ$  [3], можна стверджувати, що забезпечити задовільну оглядовість робочих органів з дотриманням вимог ергономіки досить складно. Це пояснюється тим, що висота розташування точки відліку сучасних МЕЗ істотно перевищує 2 метри, в той час, як кожен метр висоти забезпечує мінімальний розмір вильоту точки візування на рівні 1,73 м (розрахунок проведено для кута  $\beta=30^\circ$ ), що, в кінцевому випадку, для реального агрегату забезпечить виліт точки візування не менше 3,5 м. Така відстань істотно перевищує аналогічні показники для спеціалізованих самохідних машин, тим самим істотно погіршуючи, а іноді і унеможливаючи оглядовість робочих органів, в чому і полягає одна із проблем в агрегуванні МЕЗ з начіпними збиральними машинами (рис. 3).

Крім того, з аналізу рис. 1 і рис. 3 можна прогнозувати, що для кормозбирального агрегату на базі трактора ХТЗ-16131 кут  $\beta$  буде набувати значень менших за  $30^\circ$ , що істотно збільшує виліт точки візування і погіршує оглядовість робочих органів комбайна. Також слід враховувати, що для енергозасобів різних конструкцій і конструктивно-компонувальних схем характеристики оглядовості будуть різними, що показують дані експериментальних досліджень коефіцієнта оглядовості з поста керування енергозасобів різних марок і компоновок, проведені за залежністю (1) і викладені в табл. 1 [5]. Дослідження проведені з урахуванням характерних ліній і точок відповідно до схеми представленої на рис. 2, а об'єктами експериментальних досліджень були енергозасоби фірм «Fendt», «Massey Ferguson» (MF), «Valtra Valmet», МТЗ, ПМЗ, а також зернозбиральний комбайн «MF-7246» та бурякозбиральний самохідний комплекс «Holmer Terra Dos ТЗ». З метою порівняння отриманих результатів досліджень з бажаними для забезпечення ефективного виконання технологічної операції в якості контрольних визначались показники оглядовості самохідних спеціалізованих машин. Так показники оглядовості, отримані для спеціалізованих збиральних машин досягнуті на рівні 0,86 та 0,89 для зернозбирального комбайна Massey Ferguson та бурякозбирального комбайна Holmer Terra Dos ТЗ відповідно. Такі високі показники для самохідних спеціалізованих машин обумовлені кутом нахилу нижньої межі зони оглядовості оператора  $\beta$ , значення якого істотно вищі, ніж ті що передбачені у роботі [3] на рівні  $30^\circ$  для забезпечення мінімального втомлення оператора. Це пояснюється специфікою роботи збиральних машин, де велика увага приділяється саме візуальному контролю за роботою вузлів і агрегатів машини. В такому

випадку і оцінку оглядовості з поста керування МЕЗ доцільно вести дотримуючись тих же правил, не обмежуючись кутом  $\beta = 30^\circ$ . Останнє веде до передчасного втомлення оператора через порушення вимог ергономіки і може бути компенсовано шляхом скорочення часу зміни, або використання ще одного оператора, що дуже часто застосовується на практиці.

### **1. Експериментальні значення коефіцієнта оглядовості енергозасобів і самохідних машин.**

Марка енергозасобу, самохідної машини	Значення коефіцієнта оглядовості $K$	
	штатний рух вперед	реверсний рух
1. MF-7246 (зернозбиральний комбайн)	0,86	-
2. Holmer Terra Dos T3 (бурякозбиральний комбайн)	0,89	-
3. ХТЗ-17221	0,39	0,40
4. ХТЗ-17022	0,45	0,38
5. МТЗ-1522В	0,40	0,66
6. MF	0,48	0,80
7. Fendt-926 Vario	0,49	0,94
8. Valtra Valmet-8750	0,49	0,61
9. ПМЗ-8285	0,60	0,56

Таким чином, результати, приведені в табл. 1 показують, що вітчизняні енергозасоби конструктивно-компонувальної схеми близької до інтегральної (за розташуванням поста керування, розміром коліс тощо) найменш придатні до використання на реверсі у складі збиральних агрегатів (значення  $K=0,38$  та  $0,40$  для ХТЗ-17022 та ХТЗ-17221 відповідно) порівняно з енергозасобами класичної конструктивно-компонувальної схеми закордонного виробництва (значення  $K=0,80$  та  $0,94$  для машин класичної конструктивно-компонувальної схеми виробництва Massey Ferguson (MF) та Fendt відповідно). Енергозасоби виробництва ПМЗ та МТЗ, за умови роботи на реверсі, характеризуються значеннями коефіцієнта оглядовості, на рівні  $0,56$  та  $0,66$  відповідно, що істотно нижче аналогічних показників для машин закордонного виробництва такої ж компонентувальної схеми.

Крім того, незадовільна оглядовість робочих органів також підсилюється і конструктивними елементами самої збиральної машини (задня вертикальна стінка жатки, мотовило тощо) – рис. 3, що потребує окремого дослідження. У зв'язку з викладеним, нами проведені теоретичні і експериментальні дослідження, які дозволили отримати залежності для оцінювання показників, що впливають на оглядовість робочих органів збирального агрегату на базі МЕЗ.

Умова задовільного огляду точки візування А (рис. 4), за наявності задньої стінки жатки збиральної машини агрегатованої на задньому начіпному пристрої трактора типу ХТЗ-16131, для роботи збирального агрегату на реверсі, буде визначатися з наступних міркувань.

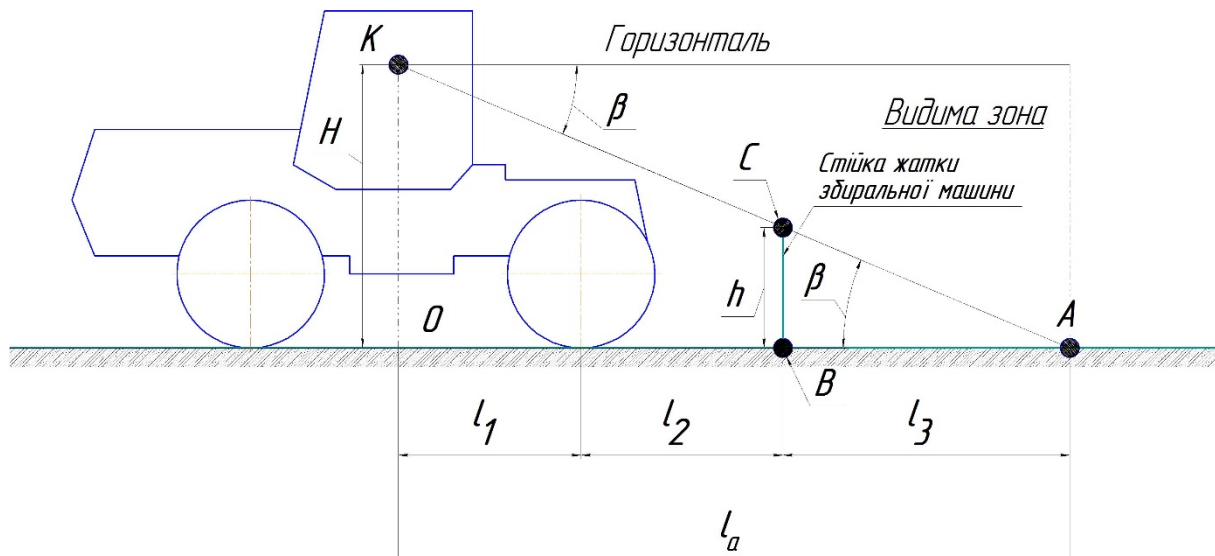


Рис. 4. Розрахункова схема для дослідження висоти і розташування вертикальної стінки жатки на оглядовість робочих органів.

Точка А буде видимою за умови, коли проекція вертикальної стінки жатки у поздовжньо-вертикальній площині буде перетинати промінь зору, який відтворює нижню межу зони оглядовості. Названий промінь нахилений до горизонту під кутом  $\beta$ , який, для забезпечення мінімального втомлення оператора, може складати  $30^\circ$ . З метою досягнення мінімального втомлення оператора проекція вертикальної стінки жатки повинна розташовуватись на деякій відстані  $l_2$  від осі заднього моста енергосасобу (див. рис. 4) таким чином, щоб точка С не перевищувала променя КА.

Для визначення необхідної висоти задньої стінки жатки збиральної машини скористаємося подібністю трикутників АКО та АСВ. За таких умов можемо записати:

$$\frac{[KO]}{[OA]} = \frac{[CB]}{[BA]}, \quad (3)$$

звідки

$$[CB] = \frac{[KO] \times [BA]}{[OA]}. \quad (4)$$

Після заміни позначень сторін у залежності (4) характерними відстанями отримаємо:

$$h = \frac{H \times l_3}{l_a}, \quad (5)$$



або

$$h = \frac{H \cdot l_3}{l_1 + l_2 + l_3}, \quad (6)$$

де  $h$  – висота задньої стінки жатки збиральної машини, м;  $H$  – висота розміщення точки відліку  $K$  (очей оператора) над опорною поверхнею, м;  $l_a$  – виліт точки візування (відстань від вертикальної проекції точки відліку  $K$  на горизонтальну площину до точки візування);  $l_1$  – відстань від вертикальної проекції точки відліку  $K$  (точки розташування очей оператора) на горизонтальну площину до вертикальної проекції осі заднього моста на ту ж площину;  $l_2$  – відстань від проекції осі заднього моста на горизонтальну площину до вертикальної проекції задньої стінки жатки на ту ж площину;  $l_3$  – відстань від вертикальної проекції задньої стінки жатки на горизонтальну площину до точки візування  $A$ .

Відрізок  $l_3$  визначає розмір невидимої зони жатки (або інших елементів збиральної машини, які потребують візуального контролю) і для оцінювання показників оглядовості з поста керування енергозасобу він має істотне значення. Зменшення розміру невидимої зони жатки, тобто зменшення розміру відстані  $l_3$  вказує на покращення показників оглядовості і навпаки, збільшення відстані  $l_3$  – погіршення показників оглядовості. В такому випадку доцільно вирішити залежність (6) відносно  $l_3$  і встановити фактори, які на неї впливають.

Після групування подібних членів залежності (6) отримаємо:

$$h \cdot (l_1 + l_2) = l_3 \cdot (H - h),$$

звідки

$$l_3 = h \left( \frac{l_1 + l_2}{H - h} \right). \quad (7)$$

Використовуючи рис. 4 можемо записати:

$$\frac{l_1 + l_2}{H - h} = \cot \beta = \frac{1}{\tan \beta}. \quad (8)$$

Після підстановки отриманої залежності (8) у залежність (7) отримаємо:

$$l_3 = \frac{h}{\tan \beta}. \quad (9)$$

Враховуючи викладене вище, можемо стверджувати, що найкращих показників оглядовості можна досягти за умови повної відсутності невидимої зони жатки, тобто якщо  $l_3 = 0$ . Досягти цього можна за умови рівності нулю чисельника виразу (9), тобто повністю прибрати (зробити прозорою) задню стінку жатки, що мало вірогідно, на даному етапі, для конструкцій реальних збиральних машин. В такому випадку досягти бажаних показників оглядовості, які обумовлюються значенням  $l_3 = 0$  можливо шляхом максимального збільшення знаменника виразу (9), тобто коли  $\tan \beta = \infty$ , що реалізується за умови  $\beta = 90^\circ$  і досягається розташуванням точки відліку  $K$  безпосередньо над задньою стінкою жатки.

Таким чином, отримане теоретичним шляхом бажане, для забезпечення задовільної оглядовості робочих органів збиральних машин, значення кута  $\beta$  відрізняються від допустимого, згідно вимог ергономіки і рівного  $30^\circ$ . Однак, як показує практика конструювання самохідних збиральних машин пост керування останніх розташовують саме безпосередньо в зоні задньої стінки жатки, або інших робочих органів, які потребують посиленого візуального контролю. Останнє істотно впливає на конструктивно-компонувальну схему самохідної збиральної машини. За таких умов, доцільно провести експериментальні дослідження з визначення місця можливого розташування поста керування енергозасобу за умови його використання на реверсі у складі збирального агрегату.

Об'єктом досліджень був трактор Т-150К, обладнаний макетним зразком переставного поста керування. Змін ними чинниками були: «висота  $H$  розміщення точки відліку  $K$  (очей оператора)»; «винос точки відліку від осі заднього моста  $m$  ( $m = I_1$  – див. рис. 4)» та «поздовжня координата розміщення робочої машини відносно осі заднього моста  $X$  ( $X = I_2 + I_3$  – див. рис. 4)». Значення основних рівнів чинників і інтервалів їх варіювання були прийняті таким:  $H = (2,80 \pm 0,40)$  м;  $m = (0 \pm 0,70)$  м;  $X = (1,50 \pm 0,50)$  м. Якщо пост керування, а тому й очі оператора розміщуються між робочою машиною і заднім мостом, то значення  $m$  беруть зі знаком «+», якщо ж у міжбазовому просторі – то зі знаком «-».

В якості робочої машини використовувався імітатор жатки з висотою задньої стінки 1 м. В результаті експериментальних досліджень встановлено, що оглядовість робочих органів збиральних машин істотно залежить від досліджуваних чинників. Відстань  $l_3$  від задньої стінки жатки до точки перетину нижньої межі реальної зони оглядовості з опорною поверхнею (точки візування  $A$  – див. рис. 4) яка характеризує розмір невидимої зони жатки (технологічна характеристика оглядовості) з імовірністю довіри 99% описується залежністю:

$$l_3 = 1,69 - 0,56 \cdot H - 0,27 \cdot m + 0,46 \cdot X, \quad (10)$$

де:  $H$  – висота розміщення точки відліку  $K$  (очей оператора), м;  $m$  – винос точки відліку від осі заднього моста, м;  $X$  – поздовжня координата розміщення робочої машини відносно осі заднього моста, м.

Отримана залежність дозволяє встановити кількісні характеристики оглядовості, яка краща за умови: наближення жатки в горизонтальній площині до заднього моста; розміщення поста керування в зоні між заднім мостом і збиральною машиною (жаткою збиральної машини); вищого розміщення поста керування. Якщо ж жатка віддаляється від осі заднього моста, пост керування

знаходиться в міжбазовому просторі і низько, то показники оглядовості погіршуються. Експериментальна залежність кута  $\beta$  нахилу до горизонту нижньої межі реальної зони оглядовості (ергономічна характеристика) від досліджуваних чинників  $H$ ,  $m$  та  $X$  з імовірністю довіри 95 % має вигляд:

$$\beta = 32,5 + 14,2 \cdot H + 17,6 \cdot m - 14,8 \cdot X. \quad (11)$$

Залежність (11) показує, що значення кута  $\beta$  прямо пропорційні висоті розміщення точки відліку і виносу її відносно осі заднього моста, а обернено пропорційні – поздовжній координаті розміщення робочої машини.

Отримані залежності (10) і (11) дозволяють визначити оптимальне розміщення поста керування, або ж розміщення збиральної машини при агрегуванні з енергозасобом з точки зору забезпечення заданих показників оглядовості і ергономіки, а також попередньо оцінити перспективність такого агрегування, знаючи конкретні характеристик МЕЗ і робочої машини.

Обґрунтовуючи оптимальне розміщення поста керування, слід враховувати і вимоги інших, не менш важливих технологічних операцій, зокрема таких, як: міжрядний обробіток, оранка та інших, якість виконання яких також істотно залежить від чинників, що вивчаються при дослідженнях оглядовості.

Враховуючи результати досліджень, викладені в праці [6], можна стверджувати, що точність руху агрегату обернено пропорційна вильоту точки візування відносно осі переднього моста. Для трактора типу Т-150К з штатним розміщенням поста керування виліт точки візування, за умов дотримання вимог ергономіки, складає близько 10 м. На практиці ж його значення для орних і просапних агрегатів на базі трактора такого типу знаходиться в межах 3,5...4,0 м. Це відповідає нахилу нормальної лінії погляду близько  $35^\circ$ , що перевищує нормативне значення на  $20^\circ$  [3]. При розміщенні ж поста керування над вісю заднього моста ( $m = 0$ ) згаданий кут зменшиться до  $22^\circ$ , тобто перевищення буде лише на  $7^\circ$ , що значно покращить показник ергономіки. Точність руху агрегату при цьому також підвищиться, оскільки виліт точки візування не перевищуватиме 2,5 м. Актуальність результатів проведених досліджень повністю підтверджується і під час розробки та вдосконалення енергозасобів провідних закордонних фірм. Так, зокрема, відомий виробник МЕЗ фірма Fendt розробила і випускає енергозасіб типу Fendt Xylon симетричної компоновки, який має досить високі заявлені показники оглядовості вперед і назад (в технічній літературі його іноді позиціонують як енергозасіб «вільного огляду») за рахунок розташування поста керування в міжбазовому просторі та збільшення площі застосування кабіни рис. 5,а. Однак відомі і експериментальні зразки таких машин з зміщеним розташуванням поста керування (рис.

5,б), що може бути пояснено лише пошуками шляхів покращення показників оглядовості.



Рис. 5. Технічні рішення фірми Fendt для покращення показників оглядовості.

**Висновок.** В результаті проведених досліджень встановлено, що для забезпечення необхідної оглядовості робочих органів, агрегованих машин і інших важливих візирів, при мінімальних порушеннях вимог ергономіки, енергозасоби, конструкція яких передбачає використання у складі збиральних агрегатів на реверсі доцільно обладнувати штатним реверсивним постом керування, розміщеним у зоні між заднім мостом і збиральною машиною, або ж переставним реверсивним постом керування з можливістю його установки в зоні між заднім мостом і збиральною машиною, розроблення якого може скласти напрями подальших наукових досліджень з даного питання.

### Список літератури

1. *Погорілий Л. В.* Сучасні проблеми землеробської механіки і машинознавства при створенні сільськогосподарської техніки нового покоління. Техніка АПК. 2004. №1-2. С. 6–7.
2. *Кутьков Г. М.* О технологических свойствах мобильных энергетических средств. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Мелітополь. 2006. Вип. 40. С. 140–148.
3. *Аруин А. С., Зацюрский В. М.* Эргономическая биомеханика. Москва. Машиностроение. 1988. 256 с.
4. *Шотиков А. В., Кашуба С. А.* Методика оценки параметров обзорности с.-х. тракторов и машин на стадии их проектирования. Тракторная энергетика в растениеводстве. Харьков. 1999. С. 159–162.
5. *Шкарівський Г. В.* До визначення розміщення поста керування енергозасобу орно-збирального типу. Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха. 2002. Вип. 86. С. 260–263.
6. *Шкарівський Г. В., Пожидаєв С. П.* Порівняльні дослідження точності руху просапних агрегатів з різними конструктивно-компонувальними схемами і параметрами. Механізація та електрифікація сільського господарства. Київ. 1993. Вип. 77. С. 91–96.

## References

1. Pogorely, L. V. (2004). Modern problems of agricultural mechanics and engineering in the creation of agricultural equipment of new generation. Technique APK. No 1-2. 6–7.
2. Kutkov, G. M. (2006). Technological properties of mobile energy means. Works of Tavria State Agrotechnical Academy. Melitopol. Vol. 40. 140–148.
3. Aruin, A. S., Zaciorskij, V. M. (1988). Biomechanics Ergonomic. Moscow. Engineering. 256.
4. Shotikov, A. V., Kashuba, S. A. (1999). Methods of parameter estimates of visibility of agricultural tractors and machinery in design stage. Tractor power in crop production. Kharkov. 159–162.
5. Shkarivskiy, G. V. (2002). To definition of host control energonasos Horno-Assembly type. Mechanization and Electrification of Agriculture. Glevaha. Vol. 86. 260–263.
6. Shkarivskiy, G. V., Pozhidaev, S. P. (1993). Comparative study of accuracy of movement of row unit with various constructive-komponovanie schemes and parameters. Mechanization and Electrification of Agriculture. Kiev. Vol. 77. 91–96.

## ОБОСНОВАНИЕ МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОСТА УПРАВЛЕНИЯ УБОРОЧНОГО АГРЕГАТА НА БАЗЕ МОБИЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА

*Г. В. Шкаровский, Р. Г. Шкаровский*

**Аннотация.** *Эксплуатация мобильных энергетических средств и агрегатов на их базе требует значительных психологических и физических нагрузок на оператора и влияет на уровень утомляемости последнего и на показатели эффективности выполнения технологических операций. Использование МЭС на реверсе в составе уборочного агрегата с навесным технологическим модулем предусматривает наличие зоны усиленного визуального контроля, которая определяется горизонтальной плоскостью, проходящей через точку отсчета (глаза оператора) и плоскостью расположения луча, который выходит из точки отсчета и проходит через точку пересечения луча зрения с опорной поверхностью, и размеры которой могут ограничиваться очертаниями агрегата, которые попадают в эту зону. Исследования, проведенные по определению размеров таких зон и их представление в виде коэффициента обзорности позволили установить, что отечественные энергосредства конструктивно-компоновочной схемы близкой к интегральной имеют значение оценочного показателя на уровне 0,38...0,40, отечественные энергосредства классической компоновки - на уровне 0,56...0,66, а лучшие зарубежные машины классической компоновки имеют аналогичный показатель на уровне 0,80...0,94, в то время как аналогичные показатели для самоходных уборочных машин находятся в пределах 0,86...0,89. Дальнейшие исследования, проведенные с использованием макетного образца переставного*

поста управления позволили установить, что обзорность рабочих органов уборочных машин, при работе энергосредства на реверсе, существенно зависят от расположения точки отсчета, что обуславливает необходимость оборудования энергосредства штатным реверсивным постом управления, расположенным в зоне между задним мостом и уборочной машиной, или же переставным реверсивным постом управления с возможностью его установки в зоне между задним мостом и уборочной машиной.

**Ключевые слова:** *мобильное энергетическое средство, уборочный машинно-тракторный агрегат, рабочий орган, пост управления, обзорность, оценка*

## **RATIONALE FOR LOCATION CONTROL OF HARVEST UNIT ON BASIS OF MOBILE POWER TOOLS**

**G. V. Shkarivskiy, R. G. Shkarivskiy**

**Abstract.** *The operation of mobile power tool and aggregates on their basis requires significant psychological and physical loads on operator and affects the level of fatigue of latter and performance indicators of technological operations. The use of MPT on reverse in structure of harvesting unit with hinged technological module provides for presence of zone of enhanced visual control, which is determined by horizontal plane passing through the reference point (operator's eye) and plane of beam location that leaves reference point and passes through the point of intersection of line of sight with reference surface, and dimensions of which may be limited by outlines of unit that fall into this zone. The studies carried out to determine the size of such zones and their representation in form of visibility factor made it possible to establish that domestic energy facilities of constructive-layout scheme close to integral have estimated value of 0.38...0.40, level 0,56...0,66, and best foreign machines of classical configuration have same indicator at level of 0,80...0,94, while similar indicators for self-propelled harvesters are in limit 0.86...0.89. Further studies carried out using prototype control room made it possible to establish that visibility of working organs of harvesting machines, with operation of energy facility on reverse, depends substantially on location of reference point, which necessitates the equipment of energy facility with regular reversing control station located in zone between the rear axle and harvesting machine, or movable reversible control station with possibility of its installation in area between the rear axle and the harvesting machine.*

**Key words:** *mobile power tool, sweeper-tractor unit, actuator, control room, visibility, evaluation*