

М.А. ПОДРИГАЛО, В.М. КРАСНОКУТСЬКИЙ, В.М. ШЕВЦОВ

ПРИНЦИПИ РАЦІОНАЛЬНОГО АГРЕГАТУВАННЯ ТРАКТОРНИХ САМОХІДНИХ ШАСІ

В статті розглянуто оптимальне розташування навісної машини на рамі самохідного шасі для раціонального використання тягово-зчіпних властивостей машино-тракторного агрегату. Визначені критерії їх раціонального агрегування з урахуванням умов виконання відповідних агротехнічних вимог. Надані рекомендації перевірки можливості агрегування його з конкретною навісною машиною. Теоретично та експериментально доведено, що трактор класичного компоновання поступається тракторному самохідному шасі аналогічної маси та потужності по тягово-зчіпним якостям, паливній економічності, прохідності, керованості, маневреності, стійкості та низкою інших параметрів та не має можливості міжосьового навішування. Різні компоновальні схеми, перерозподіл нормальних реакцій по осях та специфіка силового впливу відрізняють тягову динаміку ТСШ від тягової динаміки трактора

Ключові слова: тракторне самохідне шасі, агрегування, рама, навісне обладнання.

М.А. ПОДРИГАЛО, В.Н. КРАСНОКУТСКИЙ, В.М. ШЕВЦОВ

ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО АГРЕГАТИРОВАНИЯ ТРАКТОРНЫХ САМОХОДНЫХ ШАССИ

В статье рассмотрено оптимальное расположение навесной машины на раме самоходного шасси для рационального использования тягово-сцепных свойств машинотракторного агрегата. Определены критерии их оптимального агрегатирования с учетом условий выполнения соответствующих агротехнических требований. Предоставлены рекомендации по проверке возможности агрегатирования его с конкретной навесной машиной. Теоретически и экспериментально доказано, что трактор классической компоновки уступает самоходному тракторному шасси аналогичной массы и мощности по тягово-сцепным качествам, топливной экономичности, проходимости, управляемости, маневренности, устойчивости и ряду других параметров и не имеет возможности межосевого навешивания. Различные компоновочные схемы, перераспределение нормальных реакций по осям и специфика силового воздействия отличают тяговую динамику ТСШ от тяговой динамики трактора

Ключевые слова: самоходное тракторное шасси, агрегатирование, рама, навесное оборудование.

M. PODRYHALO, V.KRASNOKUTSKIY, V. SHEVTSOV

PRINCIPLES OF RATIONAL AGGREGATION OF TRACTOR SELF-PROPELLED CHASSIS

The article considers the optimal location of the mounted machine on the frame of the self-propelled chassis for the rational use of traction and coupling properties of the machine-tractor unit. The criteria of their optimal aggregation are determined taking into account the conditions of fulfillment of the corresponding agrotechnical requirements. Recommendations for checking the possibility of aggregating it with a specific attachment are provided. Theoretically and experimentally it is proved that the tractor of classical layout is inferior to self-propelled tractor chassis of similar weight and power in traction, fuel economy, passability, controllability, maneuverability, stability and a number of other parameters and has no possibility of axle suspension. Different layout schemes, redistribution of normal reactions along the axes and the specifics of the force action distinguish the traction dynamics of TSSH from the traction dynamics of the tractor

Keywords: self-propelled tractor chassis, aggregation, frame, attachments.

Вступ. Проведений моніторинг машин, які агрегуються з ТСШ [1], показав, що в різних сферах діяльності розроблені та застосовуються більш двохсот агрегатів. Вони використовуються як транспортно - навантажувальні машини, будівельні та дорожні машини, машини для комунального господарства [7], машини для обробки ґрунту, посіву, внесення добрив та захист рослин, прибирання трав і силосних культур, обробки, прибирання та післязбиральна обробка картоплі, овочевих і баштанних культур [6], закладення і нагляду за

багаторічними насадженнями, прибирання, післязбиральної обробки і зберігання продукції, машини для тваринництва, машини для теплиць.

У кожному конкретному випадку важливо вибирати раціональне розташування навісної машини на рамі самохідного шасі. Це дозволяє краще використовувати тягово-зчіпні властивості агрегату. Остаточним критерієм раціонального агрегування є тяговий ККД агрегату умови виконання відповідних агротехнічних вимог [8].

Стосовно до універсального ТСШ така постановка питання означає лише перевірку можливості агрегування його з конкретною навісною машиною, оскільки використання універсальної задньої навіски вирішує цю задачу однозначно.

Складене самохідне шасі може бути обладнане навісними системами для заднього, міжосьового і переднього навішувань сільгоспмашин і знарядь [2,4].

Самохідне шасі з передньою і задньою навісними системами. Оглядовість робочих органів навісних машин може бути забезпечена і при фронтальному навішуванні машин на самохідному шасі з зсунутим до передньої вісі робочим місцем [4].

Відмінною особливістю такого компонування є розміщення робочого місця і силової передачі в міжосьовій зоні і наявність двох навісних систем, розташованих спереду і ззаду самохідного шасі. Розподіл ваги між передніми і задніми колесами створює запас вантажопідйомності шин переднього і заднього моста, який використовується для навішування машин спереду і ззаду. Двигун і силова передача розташовані за кабіною, в нижній частині міжвісьової зони, не перешкоджаючи, таким чином, оглядовості машин, навішених ззаду. Крім того, нижнє розміщення двигуна і силової передачі дозволяє встановлювати в міжвісьовій зоні різного роду ємності, необхідні для виконання польових і транспортних робіт. Необхідний дорожній просвіт забезпечується розміщенням двигуна в площині, близькій до горизонтальної. Оскільки міжосьова зона в цьому випадку має допоміжне значення для агрегування, то вона скорочена за рахунок зменшення бази, сприяючи тим самим поліпшенню оглядовості машин, що навішуються спереду і ззаду, і маневреності агрегату.

Наявність двох навісних систем в зоні оглядовості тракториста створює передумови для застосування суміщених операцій, що і передбачається системою машин і схемою агрегування цього шасі. Разом з тим, навішування збиральних машин на таке шасі ускладнене через обмежену міжосьову зону навішування, в зв'язку з чим їх, як правило, виконують причіпними.

Особливості розміщення навісних машин і знарядь на самохідному шасі

У кожному конкретному випадку важливо вибирати раціональне розташування навісної машини на рамі ТСШ. Це дозволяє краще використовувати тягово-зчіпні властивості агрегату. Остаточним критерієм раціонального агрегування є тяговий ККД агрегату за умови виконання відповідних агротехнічних вимог.

Деякі фахівці пропонують оцінювати конструктивне виконання агрегату насамперед за ступенем відповідності його максимально можливого тяговому ККД, що забезпечує найбільшу продуктивність і економічність виробничого процесу. Практично це виконати неможливо, оскільки в дійсності ми маємо справу з реальними конструкціями, які накладають певні обмеження на теоретично оптимальні можливості агрегування, пов'язані з необхідністю перерозподілу ваги ТСШ для кожного конкретного випадку окремо.

Оскільки найбільш високий ККД агрегату може бути забезпечено лише при правильному обранні конструктивних показників, доцільно обмежити можливі зони навішування по граничним значенням кожної окремої ознаки, а потім всередині обмеженої зони знайти оптимальне розміщення навісної машини. Тому при розрахунку агрегування необхідно перш за все враховувати наступні показники, що обмежують області формування агрегату: вантажопідйомність, стійкість, керованість [8].

Вантажопідйомність характеризується величиною допустимого нормального довантаження та залежить від типу застосовуваних шин, внутрішнього тиску в них, обраного

за умовами роботи агрегату, і нормальних реакцій на колеса. Межі розміщення навісної машини на самохідному шасі, в яких найбільші нормальні реакції на колеса агрегату в робочому положенні або статиці не перевищують несучої здатності шин, утворюють зону вантажопідйомності.

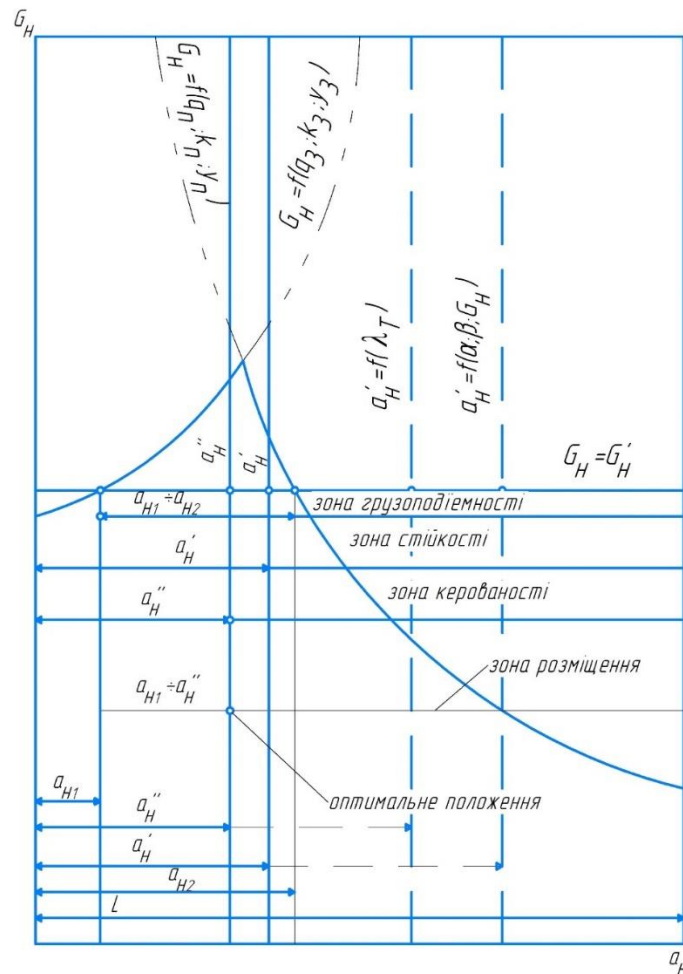


Рисунок 1 – Принципова схема оптимізації агрегування тракторного самохідного шасі

Стійкість полягає у забезпеченні безпечної (без перекидання) їзди і роботи агрегату. Межі розміщення навісної машини на ТСШ, в яких забезпечуються необхідні критерії стійкості агрегату, утворюють зону стійкості (рис. 1).

Керованість розглядається як здатність самохідного шасі, що працює під навантаженням, точно слідувати заданій траєкторії. Добра керованість в міжряддях овочевих культур дозволяє забезпечити роботу з малими захисними зонами при незначному пошкодженні культурних рослин. Межі розміщення навісної машини на ТСШ, в межах яких зберігається заданий перерозподіл нормальних реакцій між осями агрегату в робочому положенні, утворюють зону керованості.

Для визначення зони розміщення навісної машини на ТСШ, що задовольняє всім трьом критеріям, і відшукування вже всередині знайденої загальної зони оптимального по тяговим якостям розміщення навісної машини принципова схема оптимізації агрегування ТСШ (рис 1) може бути виражена таким чином: якщо через q_n і q_n позначити вантажопідйомність шин відповідно передніх і задніх коліс при даному тиску і через K_n і K_3 – коефіцієнти її зміни в залежності від експлуатаційних умов, то вантажопідйомність агрегату можна описати системою рівнянн

$$G_n = f(q_n; K_n; Y_n) \quad (1)$$

$$G_n = f(q_3; K_3; Y_3) \quad (2)$$

Зона вантажопідйомності $a_{n1} \div a_{n2}$ визначається підстановкою в систему рівнянь конкретних чисельних значень ваги машин, що агрегатуються $G_n = G_n'$ (горизонтальні координати центру ваги навісної машини, відлічувані тут і далі вправо від вертикальної площини, що проходить через вісь передніх коліс).

Показники стійкості агрегату в загальному випадку пов'язані з координатами установки навісної машини співвідношенням (3)

$$a_n' = f(\alpha; \beta; G_n) \quad (3)$$

При заданих кутах стійкості α і β і певній вазі навісної машини $G_n = G_n'$ обчислюють зону стійкості $0 \div a_n'$, що далі накладається на зону вантажопідйомності агрегату.

Зона керованості $0 \div a_n''$ визначається з рівняння $a_n'' = f(\lambda_T)$ при чисельних значеннях коефіцієнта розподілу нормальних реакцій $\lambda_T = \frac{Y_n}{Y_3}$, забезпечують збереження керованості агрегату.

Аналіз накладення зон дозволяє визначити загальну зону і оптимальне положення машини в ній, при якому за рахунок перерозподілу нормальних реакцій на ведучі колеса самохідного шасі забезпечуються найбільш високі тягово-зчіпні показники агрегату.

Було б невірно обмежитися оптимізацією робочого режиму агрегату на базі ТСШ, оскільки через відносно високу трудомісткість навішування машин, що агрегатуються, ефективність його виробничого процесу в цілому може значно знижуватися. Тому розробка способів навішування і принципових конструкцій, спрямованих на зниження відповідних непродуктивних витрат часу, становить другу сторону оптимізації агрегування самохідного шасі, яка розглянута окремо.

Проведені розрахунки вантажопідйомності агрегатів на базі ТСШ, а також розміщення навісної машини на самохідному шасі з умови забезпечення стійкості агрегату. в додатку

Розміщення навісної машини на самохідному шасі з умови забезпечення керованості агрегату

Обмеження, що накладаються на області формування агрегату умовою забезпечення керованості, для самохідного шасі можна висловити в наступному вигляді:

$$Z_\varphi > P_n,$$

або

$$\lambda_1 > \frac{P_n}{\lambda Y_3}, \quad (4)$$

де Z_φ та φ – сила і коефіцієнт зчеплення напрямних коліс в повернутому напрямку;

P_n – сила, яка визначається виходячи з величини результуючого моменту опору повороту.

Мінімальне значення коефіцієнта розподілу нормальних реакцій, при якому зберігається керованість агрегату $[\lambda_1] = 0,15 \div 0,2$.

Отже, умову збереження керованості можна записати у вигляді

$$Y_n \geq [\lambda_1] Y_3. \quad (5)$$

Дотримання цієї умови свідчить про задовільну керованість агрегату при переїздах в нормальних умовах і на поворотах в кінці гонів. Стосовно до машин першої групи, ця умова в однаковій мірі поширюється і на робочий процес агрегату. При тих же умовах керованість агрегатів з машинами другої групи в робочому положенні погіршується за рахунок зростання моментів опору повороту, що виникають від взаємодії робочих органів з ґрунтом. Тому оціночні показники керованості в другому випадку повинні бути відповідно нижче. За даними проф. Д. А. Чудакова безрозмірний радіус повороту (відношення фактичного радіуса повороту до розрахункового) при роботі з культиватором змінюється від двох до п'яти залежно від ступеня розвантаження передньої осі, в той час як при імітації транспортного стану агрегату при тих же умовах величина безрозмірного радіуса повороту не змінювалася і була близька до одиниці.

В обох випадках, незважаючи на відмінність оціночних показників, межа керованості збігалася. Це дозволяє поширювати результати розрахунку за вищенаведеної умові і на робочий процес агрегату для оцінки меж керованості.

Оцінка якісних показників вимагає спеціальних досліджень. Нормальні реакції повинні бути розподілені таким чином, щоб силову дію навісної машини не порушувало керованості агрегату [3].

При відсутності зовнішньої взаємодії навісних машин нормальні реакції на колеса самохідного шасі можна виразити наступними рівняннями:

$$Y_n = \frac{G_u(L - a_u) + G_n(L - a_n) - (G_u - G_n)fr_k}{L - f(r_k - r_n)}$$

$$Y_n = \frac{G_u a_u + G_n a_n + (G_u + G_n)fr_k}{L - f(r_k - r_n)}$$

Можна розрахувати граничне значення горизонтальної координати центру ваги навісної машини:

$$a_n'' = \frac{G_u + G_n [L - f(r_k + \lambda_r r_n)] - (1 + \lambda_r)G_u a_u}{(1 + \lambda_r)G_n}$$

Отримане значення горизонтальної координати a_n'' відповідає границі керованості агрегату на горизонтальному шляху. Для умов рівнинного землеробства можна обмежитися лише оцінкою керованості агрегату, враховуючи додатковий перерозподіл нормальних реакцій для подолання підйомів (до визначення меж).

Критичний за умовами керованості кут підйому агрегату знаходять рішенням рівнянь

$$f_1(\alpha) = G \cos \alpha \cdot 0,05$$

$$f_2(\alpha) = \frac{G_a [(L - a_p) \cos \alpha - h_p \sin \alpha]}{L}$$

Перше рівняння характеризує мінімальне допустиме статичне навантаження на передню вісь, прийняту проф. Б. Я. Гінцбургом для визначення критичних кутів підйому, а друге рівняння показує зміну нормальної статичної реакції на передні колеса в прийнятій конструкції агрегату на підйомі.

Критичний кут найпростіше визначати графічно перетином кривих $f_1(\alpha)$ та $f_2(\alpha)$, побудованих в координатах Y_n, α .

Наведені залежності справедливі і для агрегатів з висотним способом регулювання глибини обробки з тією лише різницею, що в розрахунок вводять вагу кістяка машини G_m без секцій робочих органів.

Порушення керованості може наступити також у результаті заглиблюючої дії ґрунту на робочі органи. В цьому випадку при жорсткому зв'язку робочих органів з остовом

$$Y_n = \frac{G_u(L - a_u) + G_n(L - a_n) - (G_u + G_n)fr_k + R_y(L - a_r - fr_k)}{L - f(r_k - r_n)}$$

$$Y_3 = \frac{G_u a_u + G_n a_n + (G_u + G_n)fr_n + R_y(a_r + fr_n)}{L - f(r_k - r_n)}$$

Граничне значення горизонтальної координати центру ваги навісної машини знаходять з умови керованості $Y_n \geq [\lambda_1]Y_3$:

$$a_n'' = \frac{(G_u + G_n + R_y)[L - f(r_k + \lambda_T r_n)] - (1 + \lambda_T)(G_u a_u + R_y e)}{(1 + \lambda_T)(G_n + R_y)}$$

При комбінованому (висотно-силовому) способі регулювання глибини обробки в це рівняння слід підставити замість R_y зусилля стиснення пружин, компенсуючих виглиблюючу дію реакцій ґрунту.

Відповідно до вищенаведеного рівняння зона керованості $a_n \leq a_n''$ залежить від співвідношення між величинами G_n та R_y ; при $G_n > |R_y|$ зона керованості обмежена з правого боку граничним значенням a_n'' ; при $G_n = |R_y|$ величина a_n'' змінюється в межах $\pm \infty$. Фізичний сенс цієї невизначеності полягає в тому, що сила тягіння машини врівноважується вертикальною складовою реакції ґрунту і перестає впливати на перерозподіл вертикальних навантажень на колеса. Отже, будь-яке положення машини на рамі самохідного шасі задовольняє умові керованості; при $G_n < |R_y|$ ($G_n + R_y < 0$ і знак нерівності при визначенні зони змінюється: $a_n \geq a_n''$ (змінюється напрямок зони). Якщо $a_n < 0$ то і в цьому випадку будь-яке положення машини на рамі самохідного шасі не впливає на керованість агрегату. Практично це означає, що небезпечно, з точки зору порушення керованості, положення машини знаходиться поза самохідним шасі, попереду напрямних коліс.

Якщо ж при $(G_n + R_y) < 0$

$$R_y = \frac{(G_u + G_n)[L - f(r_k + \lambda_T r_n)] - (1 + \lambda_T)G_u a_u}{L - e - f(r_k + \lambda_T r_n)}$$

то гранична координата a_n'' стає позитивною, обмежуючи зону керованості зліва. Зміна напрямку зони керованості необхідно враховувати при аналізі накладення зон друг на друга.

Для умов гірського землеробства керованість агрегату повинна бути забезпечена для агротехнічних оброблюваних ухилів. Переймаючись характеристикою макрорельєфа поля і використовуючи умову керованості агрегату, можна розрахувати граничне значення горизонтальної координати центру ваги навісної машини на самохідному шасі.

Для агрегатів з машинами першої групи, а також другої групи при висотному способі регулювання

$$Y_n = \frac{G_u[(L - a_u - fr_k)\cos\alpha - h_u \sin\alpha] + G_n[(L - a_u - fr_k)\cos\alpha - h_n \sin\alpha]}{L - f(r_k - r_n)}$$

$$Y_n = \frac{G_u(a_u \cos\alpha + h_u \sin\alpha + fr_n \cos\alpha) + G_n(a_n \cos\alpha + h_n \sin\alpha + fr_n \cos\alpha)}{L - f(r_k - r_n)}$$

і відповідно

$$a_n'' = \frac{(G_u - G_n') [L - f(r_k + \lambda_T r_{II})] \cos \alpha - (1 + \lambda_T) G_u (a_u \cos \alpha + h_u \sin \alpha) - (1 + \lambda_T) G_n' h_n \sin \alpha}{(1 + \lambda_T) G_n' \cos \alpha + R_y}$$

Для агрегатів з машинами другої групи при силовому, позиційному і комбінованому способах регулювання

$$a_n'' = \frac{[(G_u + G_n') \cos \alpha + R_y] [L - f(r_k + \lambda_T r_{II})] - (1 + \lambda_T) \times [G_u (a_u \cos \alpha + h_u \sin \alpha) + G_n' h_n \sin \alpha + R_y e]}{(1 + \lambda_T) G_n' \cos \alpha + R_y}$$

Керованість функціонально пов'язана зі стійкістю і в цьому взаємозв'язку вточнюються відповідні показники агрегату.

Аналіз керованості в даному випадку дозволяє визначити оптимальні зони навішування машин на самохідне шасі, враховуючи при цьому вплив конструктивних особливостей. Неможливо, наприклад, на самохідному шасі Т-16М розмістити навісну машину в безпосередній близькості від ведучих коліс, ($a_n \approx L$) оскільки це місце зайняте трансмісією шасі і робочим місцем тракториста. Однак у самохідного шасі порталного типу силовий блок встановлений асиметрично поздовжньої осі і це дозволяє розміщувати машину в будь-якому місці бази. Якщо в розрахунковій зоні порушена оглядовість робочих органів машини, то необхідно змінити її положення на шасі, бо в іншому випадку втрачається одна з головних переваг цього компоновання.

Висновки.

1. Фермерські (селянські), тепличні, тваринницькі, комунальні та інші господарства використовують в своїй діяльності різноманітні комплекси навісних та причіпних знарядь/машин в агрегуванні з ТСШ.

2. Компоновання трактора у вигляді тракторного самохідного шасі, що виникло в Німеччині в 20-му столітті, досі не змогло скласти конкуренцію класичному компонованню із заднім навішуванням машин та знарядь по причині трудомісткості міжосьового навішування. Тракторне самохідне шасі виробляли багато країн, особливо ФРН, Велика Британія, Швейцарія, Україна, Чехія.

3. Теоретично та експериментально доведено, що трактор класичного компоновання поступається тракторному самохідному шасі аналогічної маси та потужності по тягово-зчипним якостям, паливній економічності, прохідності, керованості, маневреності, стійкості та низкою інших параметрів та не має можливості міжосьового навішування.

4. Різні компоновальні схеми, перерозподіл нормальних реакцій по осях та специфіка силового впливу відрізняють тягову динаміку ТСШ від тягової динаміки трактора.

5. Заднє навішування машин та знарядь для обробки просапних культур не зовсім зручна: не видно робочих органів, велика пошкоджуваність культур по причині ефекту протилежного управління.

6. Традиційні способи міжосьового навішування були трудомісткі, вимагали виготовлення спеціальних машин та знарядь, що не сприяло росту випуску тракторних самохідних шасі.

7. Навішування на тракторне самохідне шасі з поворотним переднім мостом дозволяє знизити трудомісткість навішування та забезпечити повноцінне міжосьове навішування з триточковим та двоточковим навісним пристроєм.

Список літератури:

1. Подригало М.А., Краснокутський В.М., Шевцов В.М. Склад комплексу машин до тракторного самохідного шасі. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація». Державний біотехнологічний університет. 10.12.2021. М. Харків с.252-254.
2. Васерніс А.І., Лебединський Г.В., Лібціс С.Є. Самохідні шасі та робота на них. М. «Вища школа», 132 с.
3. Волков Б.Г. Побудова теоретичної навантажувальної характеристики тракторного самохідного шасі в навісному агрегаті. с. 38-44.
4. Детистов Ф.М., Чурбанов І.С., Серов В.І. Самохідні шасі вітчизняних та іноземних конструкцій. 74 с.
5. Лібціс С.Є., Лебединський Г.В., Подригало А.І. Нові компоновальні схеми вітчизняних та іноземних промислових самохідних шасі. 65 с.
6. Лібціс С.Є. Про самохідні шасі для овочівництва. – «Механізація та електрифікація сільського господарства» №12, с. 47-48.
7. Лілов М.З. Досвід застосування прибирально-транспортних самохідних шасі та перспективи їх розвитку. – «Трактори та сільгоспмашини» №11, с. 23-25.
8. Погосбеков М.І. Визначення ККД самохідного шасі. «Механізація та електрифікація сільського господарства», №3, с.34-35.

References (transliterated)

1. Podryhalo M.A., Krasnokutskiy V.M., Shevtsov V.M. Sklad kompleksu mashyn do traktornoho samokhidnoho shasi. Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Avtomobilnyi transport v ahrarnomu sektori: proektuvannia, dyzain ta tekhnolohichna ekspluatatsiia». Derzhavnyi biotekhnolohichnyi universytet. 10.12.2021. M. Kharkiv s.252-254.
2. Vasernis A.I., Lebedynskiy H.V., Libtsys S.Ie. Samokhidni shasi ta robota na nykh. M. «Vyscha shkola», 132 s.
3. Volkov B.H. Pobudova teoretychnoi navantazhivalnoi kharakterystyky traktornoho samokhidnoho shasi v navisnomu ahrehati. s. 38-44.
4. Detystov F.M., Churbanov I.S., Sierov V.I. Samokhidni shasi vitchyznianykh ta inozemnykh konstruksii. 74 s.
5. Libtsys S.Ie., Lebedynskiy H.V., Podryhalo A.I. Novi komponovalni skhemy vitchyznianykh ta inozemnykh promyslovykh samokhidnykh shasi. 65 s.
6. Libtsys S.Ie. Pro samokhidni shasi dlia ovochivnytstva. – «Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva» №12, s. 47-48.
7. Lilov M.Z. Dosvid zastosuvannia prybyralno-transportnykh samokhidnykh shasi ta perspektyvy yikh rozvytku. – «Traktory ta silhospmashyny» №11, s. 23-25.
8. Pohosbiekov M.I. Vyznachennia KKD samokhidnoho shasi. «Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva», №3, s.34-35.

Надійшла (received) 10.12.2021

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Подригало Михайло Абович (Подригало Михаил Абович, Podryhalo Mykhailo) – доктор технічних наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, завідувач кафедри технології машинобудування та ремонту машин, м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1624-5219>; e-mail: pmikhab@gmail.com.

Краснокутський Володимир Миколайович (Краснокутский Владимир Николаевич, Krasnokutskiy Volodymyr) – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», професор кафедри автомобіле- і тракторобудування, м. Харків, Україна; ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9484-4113> e-mail: hvukvn62@gmail.com.

Шевцов Вадим Михайлович (Шевцов Вадим Михайлович, Shevtsov Vadym Mykhailovych) – кандидат технічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри автомобіле- та тракторобудування, м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5115-4398>; e-mail: shevtsovsadim@ukr.net