

запропоновані математичні моделі розрахунку потреби в мобільних засобах дозволять раціонально їх запровадити.

Список літератури

1. *Тимова Л.Л.* Методи технічного обслуговування лісових машин / *Л.Л. Тимова, І.Л. Rogovskiy* // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Х.: ХНТУСГ, 2014. – Вип. 155. – С. 132–137.
2. *Система* технічного обслуговування обладнання лісового комплексу. Звіт про НДР (заключний) / Національний університет біоресурсів і природокористування України. – № держ. реєстр. 0107U012058. № держ. обл. 0209U002599. – К., 2008. – 119 с.
3. *Rogovskiy І.Л.* Класифікація технологічних процесів техсервісу обладнання лісового комплексу / *І.Л. Rogovskiy* // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Х.: ХНТУСГ, 2009. – Вип. 76. – Т. 1. – С. 136–142.
4. *Плешков А.С.* Концептуальність решений техсервісних задач в лесном хозяйстве / *А.С. Плешков*. – Санкт-Петербург: Гладь, 2010. – 240 с.

В статтє представлєны результати по методических положений описания математической модели обеспечения потребности в средствах технического обслуживания лесных МЭС.

Средство, техническое обслуживание, лесной МЭС.

The paper presents results on methodological regulations describing mathematical models of equipment needed to ensure maintenance of forest MEM.

Means, technical maintenance, forest MEM.

УДК 657.1.002

СТІЙКІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МЕЗ ЗА ПАРАМЕТРАМИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

М.В. Панфілова, інженер

В статті розглянуто результати випробування сільськогосподарських транспортних засобів з охорони праці.

Засіб, праця, випробування.

© М.В. Панфілова, 2014

Постановка проблеми. У сільськогосподарському виробництві країни більше 50% об'єму перевезень здійснюється колісними тракторами з причепами. В той же час, експлуатація цього виду транспорту відбувається в господарствах в далеко не ідеальних умовах.

Аналіз останніх досліджень. До їх числа відноситься незадовільний стан внутрішньогосподарських доріг [1], недотримання водіями затвердженого маршруту і режиму руху [2], низька кваліфікація трактористів і незадовільна організація технічного обслуговування тракторів перед виходом з машинного двору [3]. Цей комплекс невідповідностей або відхилень сприяє виникненню високого рівня дорожньо-транспортних подій з колісними тракторами і комбайнами [4]. Найбільш поширеною ситуацією серед цих подій є бічне перекидання машин, яке, як правило, закінчується для трактористів і комбайнерів травмою з важким або смертельним результатом.

Мета досліджень обґрунтувати підвищення динамічної стійкості сільськогосподарських транспортних засобів за параметрами охорони праці.

Результати досліджень. З метою виявлення причин перекидання, усю інформацію по травматизму з летальним кінцем по цій ситуації ми розподілили на чотири групи. В якості кваліфікаційної ознаки групи використали вид агрегування, при якому сталося перекидання агрегату (трактори без навісних і причіпних знарядь або машин, трактори з навісними знаряддями, трактори з причіпними знаряддями і трактори з причепами). Враховуючи, що кількість перекидань колісних тракторів з причепами складає 45,4% від усіх перекидань, ми виділили їх в самостійну групу (табл. 1).

Таблиця 1

1. Розподіл перекидань колісних тракторів по виду агрегування, %.

Марка трактора	Вид агрегування			
	з причепом	з причіпним знаряддям	з навісним знаряддям	без причіпних і навісних знарядь
Т-150К	62,5	25,0	0	12,5
ЮМЗ-6АКМ	61,5	23,1	15,7	0
МТЗ-80(82)	65,0	12,5	5,0	15,5
Т-150	50,0	21,4	0	23,6
К-700А	51,1	2,2	11,1	35,6
МТЗ-100	65,1	5,6	14,2	15,1
ХТЗ-121	0	24,2	32,3	43,5
Т-25А	0	38,5	38,5	23,0

Аналіз даних табл. 1 показує, що найбільше число перекидань відбувається при використанні колісних тракторів на транспортних роботах (трактор + причіп). Це свідчить про негативний вплив причепа на динамічні характеристики трактора, особливо за відсутності на тракторі і причепі справних гальм.

Зробимо класифікацію колісних тракторів, які перекинулися, за загальними причинами. Всього було виділено 8 класів.

1–й клас. Не були підключені або були відсутні гальма на причепі або причіпному знарядді.

2–й клас. Не дотримані затверджені маршрути руху або правила перевезення великогабаритних вантажів.

3–й клас. Допущені до експлуатації машини з несправними рульовим керуванням, гальмівною системою і за відсутності страхувального троса.

4–й клас. Керування машиною в нетверезому стані.

5–й клас. Незадовільний стан дороги: ожеледь, нальоти бруду на дорогах з твердим покриттям, аварійний стан мостів і переправ.

6–й клас. Інші причини, не залежні від тракториста і технічного стану машини: засліплення тракториста світлом фар зустрічного транспорту; зіткнення із зустрічним транспортом, що вийшов з полоси руху; перекидання буксированого трактора по слизькій дорозі; недостатня оглядовість з робочого місця.

7–й клас. Стоплення тракториста, пов'язане з порушенням тривалості роботи агрегату; відсутність пристроїв для прикурювання при керуванні трактором, хворобливий стан тракториста.

8–й клас. Низька кваліфікація тракториста, що виражається в неправильному виборі режимів руху трактора при маневрах (обгоні), при русі на спусках і підйомах.

У табл. 2 представлена питома вага кожного з восьми класів причин перекидання.

2. Питома вага класу причин перекидання по марках тракторів %.

Марка трактора	Клас причин							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T-150K	15,4	7,7	7,7	15,3	15,3	15,3	7,7	15,3
ЮМЗ-6АКМ	37,5	5,0	5,0	17,5	10,0	7,5	2,5	15,0
МТЗ-80(82)	18,8	6,3	25,0	12,5	6,3	12,5	18,5	0
T-150	7,1	7,1	7,1	14,4	28,6	7,1	0	28,6
K-700A	13,3	8,9	6,7	26,7	11,1	4,4	13,3	15,6
МТЗ-100	19,8	18,0	16,0	13,2	13,2	9,4	6,5	4,7
ХТЗ-121	1,6	6,5	29,0	8,1	12,9	19,4	6,5	16,1
T-25A	3,8	3,8	7,7	3,8	19,2	23,0	7,7	30,8

Дані, представлені в табл. 2, дозволяють виявити домінуючий клас причин перекидання по окремих марках машин. Так, наприклад, трактори МТЗ-80(82) в 37,5 і 19,8% випадків відповідно перевертаються із-за невідключення до причепа гальм, що агрегатується, а трактори Т-150К – через непристосованості до роботи в незадовільних дорожніх умовах (VI клас причин). Найбільший відсоток перекидань (26,7%) енергонасичених тракторів марки К-700А відбувається внаслідок нетверезого стану водіїв. Трактори марки ХТЗ-121 в 29% випадків перевертаються через незадовільний технічний стан системи рульового керування, а трактори Т-25А – внаслідок низької кваліфікації трактористів.

Статистика показує, що колісні трактори і комбайни різних класів значно відрізняються по коефіцієнту травматизму по ситуації перекидання, хоча відмінність у величині кута статичної стійкості у них незначна. Причому трактори і комбайни з більшою масою і габаритами, наприклад, К-700А, Т-150 або СК-6А, перевертаються частіше. На підставі цього ми робимо припущення про те, що окрім організаційних причин, що обумовлюють перекидання машин, одночасно є присутніми і діють зовні приховані технічні причини, незалежні від обслуговуючого персоналу. З метою виявлення характеру дії цих причин і розробки пропозицій по зниженню їх впливу нами розроблена логічна модель перекидання.

При розробці такої моделі прийнято, що перекидання колісних тракторів і комбайнів на греблях, узгір'ях і поворотах відбувається переважно внаслідок втрати стійкості курсового руху і виходу машини за межі допустимого коридору руху. При цьому вважається, що стійкість курсового руху є функція деяких параметрів дороги і машини. Зокрема, ширина проїжджої частини дороги H , колії машини B , висоти центру мас машини h_c величини ризику, пов'язаної з величиною люфта рульового колеса.

Нехай ці параметри пов'язані між собою деякою залежністю, що обумовлює курсову стійкість машини на дорозі:

$$X = \frac{(H - B) \cdot B}{10 \cdot h_c \cdot \varphi} \quad (1)$$

Тоді, задаючись значенням ширини коридору руху H і підставляючи відповідні значення параметрів B , h_c і φ машини, обчислюємо величину параметра X . Відкладаючи на вертикальній осі статистичні значення коефіцієнтів травматизму ($K_4^{лет}$) з летальним кінцем по ситуації «перекидання», скоректовані з урахуванням однакового річного напрацювання тракторів, а по горизонтальній осі – значень параметра X набуваємо розподіл

коефіцієнта травматизму від деякого комплексного якісного показника дороги і машини.

Проведемо апроксимацію отриманої кривої (рис. 1) методом квадратних форм. Тепер ця залежність набере вигляду:

$$K_4^{років} = \frac{4,43}{0,43 + \frac{(H-B) \cdot B}{10 \cdot h_c \cdot \varphi}} \quad (2)$$

Аналіз залежності (2) показує, що підвищення безпеки руху машин може йти у напрямі збільшення ширини коридору руху $\Delta H = (H - B)$ посилення величини люфта системи рульового управління, пов'язаного з люфтом рульового колеса φ_1 і зниження висоти центру мас h_c машини.

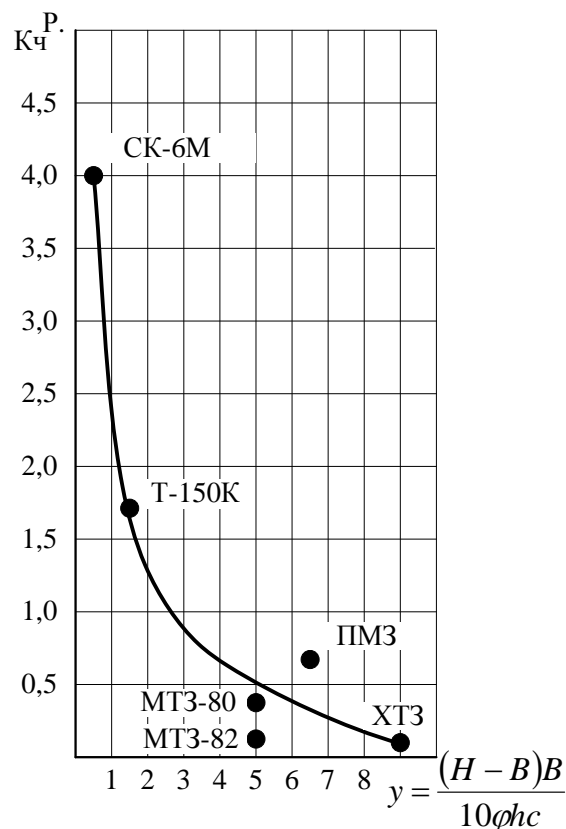


Рис. 1. залежність приведенного коефіцієнта травматизму з летальним кінцем при перекиданні сільгоспмашин і тракторів від характеристик B, H, φ, h_c .

Не виключено, що у міру поглиблення досліджень на пізнішому етапі з'явиться можливість уточнення залежності (2), що дозволить сформулювати науково обгрунтовані вимоги до технічних характеристик машин і доріг. Вибір і обгрунтування одного узагальненого показника для характеристики безпеки руху тракторів,

МТА і інших самохідних сільгоспмашин нині не представляється можливим. Проте, шляхом порівняння оптимальних умов експлуатації (кутів, висоти нерівностей мікрорельєфу і швидкостей) можна знайти критичний кут нахилу місцевості, найбільшу допустиму висоту мікрорельєфу і найбільшу допустиму безпечну швидкість руху агрегату. Цим способом можна отримати критичні величини, цілком достатні для визначення діапазону безпечної експлуатації тракторного агрегату або самого трактора. У конкретних умовах експлуатації на основі цих показників можна встановити міру безпеки і вжити заходи по попередженню перекидання трактора.

Так, автори робіт [1, 2] пропонують характеризувати безпеку руху колісних тракторів шляхом оцінки їх стійкості по керованості і визначення числа відривів керованих коліс :

$$v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{D_\varepsilon}{D_\varepsilon}} \cdot e^{-\frac{\varepsilon_{\text{дон}}^2}{2D_\varepsilon}} \quad (3)$$

де D_ε – дисперсія швидкості деформації шин, $\text{см}^2/\text{с}^2$;

D_ε – дисперсія деформації шпилька, см^2 ;

$\varepsilon_{\text{дон}}$ – деформація шини відносно середнього значення, см.

Допустимим значенням за першим критерієм рекомендується $v=1$ відриву/с.

Стійкість до перекидання колісних машин при русі по дорозі з поперечним ухилом нами запропоновано характеризувати величиною гранично-допустимої швидкості V_{np} , яка визначається з умов руху машини без бічного перекидання:

$$[V_{np}]^2 \leq \frac{\tau \left[\beta - \alpha \sqrt{B^2 - \gamma^2} \right] - 0,5\gamma}{\rho^2 + \beta^2} \frac{\text{км}^2}{\text{год}^2}, \quad (4)$$

де

$$\tau = 3,6^2 \cdot 2g \cdot B^2 \cdot \frac{1}{D_{ij}' A_{22}^2}; \quad \beta = \sqrt{\frac{B^2}{4} + h_{c2}}; \quad \alpha = \frac{h_c}{B}; \quad \gamma = B \sin \psi - A_1 \sigma_y;$$

$\rho^2 = \frac{1}{12} (a^2 + B^2)$ – квадрат радіусу інерції машин відносно подовжньої осі, що проходить через центр мас, м^2 ;

a – висота машини, м;

ψ – поперечний кут нахилу дороги, град;

$A_1 = A_2 = 4$ – коефіцієнти, що визначають вірогідність неперекидання;

$D_{ij}' ; \sigma_y$ – коефіцієнти, що характеризують дорожнє покриття.

Оцінка машин на динамічну стійкість повинна проводитися по більшому значенню числа відривів коліс або по гранично допустимій швидкості руху.

Математичні викладення і обробка даних за визначенням числа відривів коліс трактора від поверхні дороги і гранично допустимій швидкості руху викладені в роботах [1, 2].

Порівняльну оцінку динамічної стійкості машин слід проводити шляхом зіставлення розрахункових величин гранично допустимих швидкостей руху (з умови неперекидання) із заданими характеристиками рельєфу.

На рис. 2 представлені у вигляді графіків розраховані по формулі (4) значення гранично допустимих, безпечних з умови неперекидання швидкостей руху самохідного тракторного шасі Т-16МГ [V_{np}] при варіюванні поперечної ширини колін машини в діапазоні $B=1, 2 \dots 2,0$ м і кута статичної стійкості від $\alpha_{cm} = 26 \dots 50^\circ$. В якості розрахункового рельєфу взятий трек з Британського стандарту 4220, математичне очікування кута нахилу рельєфу $\psi = 5 \dots 10$ з кроком 1. Кут $\psi = 8$ вибраний в якості оптимального, тому що при $\psi < 5$ нерівностей рельєфу не роблять істотного впливу на динамічну стійкість машини.

Розрахунки показали, що лінійного зв'язку між статичним кутом і динамічною стійкістю не існує і що ця залежність не лінійна і є функцією двох змінних $V_{np} = f(\alpha, B)$.

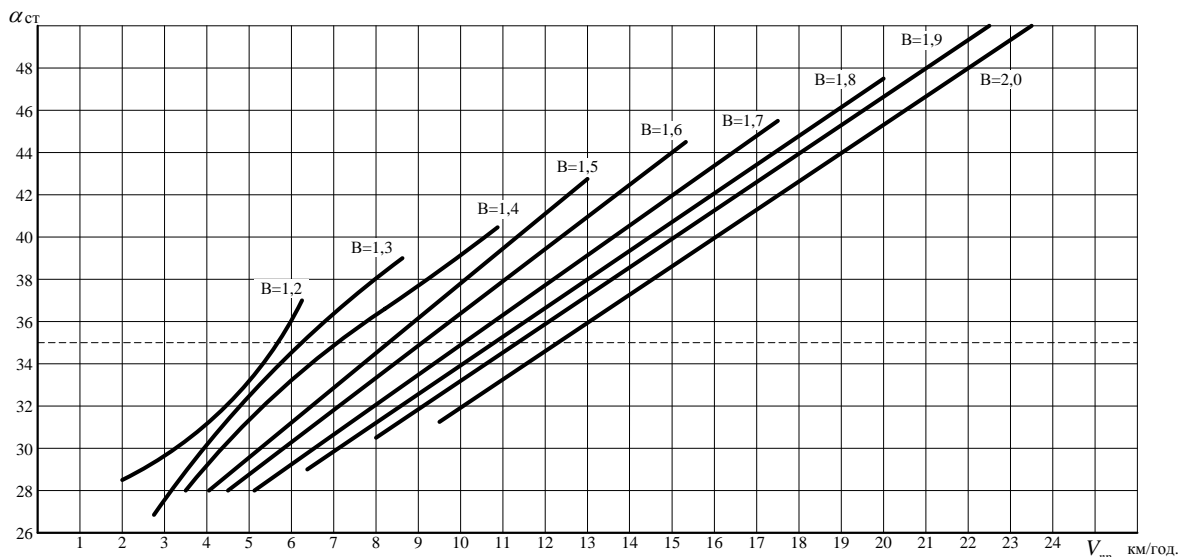


Рис. 2. Графічні залежності боково-допустимих швидкостей руху машин V_{np} від величини кута їх статичної остійності α і ширина колії машини B .

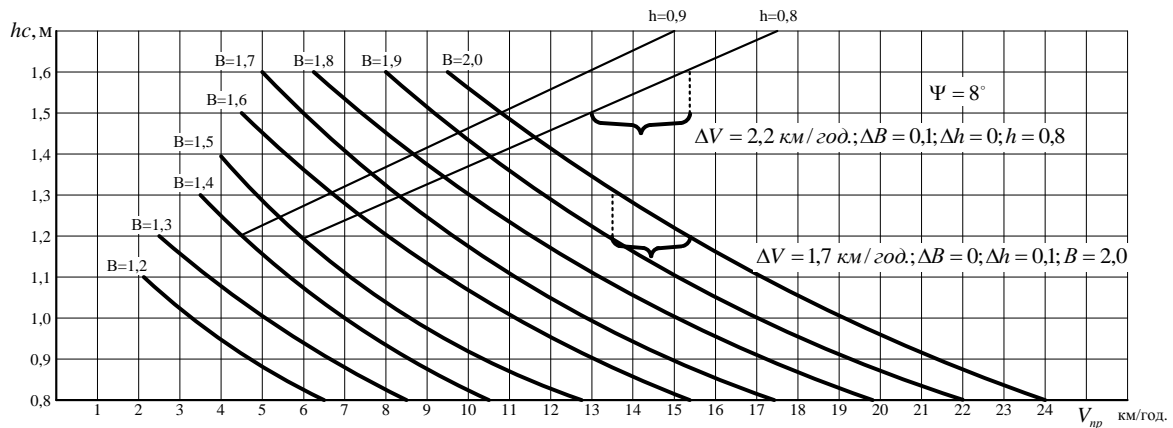


Рис: 3. Графічні залежності гранично допустимих швидкостей руху машин $V_{пр}$ від ширини колії машини B і висоти центру мас машини h_c .

Дослідження графічних залежностей $V_{пр}$ (рис. 3) як функції B і h_c показує, що $V_{пр}$ змінюється у більшому діапазоні при збільшенні ширини колії машини B (при постійній величині h_c), чим при зниженні висоти центру мас h_c на таку ж величину (при незмінній ширині колії машини B).

Отже, для підвищення динамічної стійкості спочатку слід максимально збільшити ширину колії, що у багатьох випадках для самохідних машин виконати конструктивно простіше, ніж понизити центр мас.

Висновки

1. Серед машин, що агрегуються з колісними тракторами, найбільшу негативну дію на його стійкість чинять причепи. На цей вид агрегування доводиться 50-65%. від усіх перекидань тракторів.

2. Отримана емпірична залежність між статистичними показниками травматизму при перекиданні колісних тракторів і комбайнів і деякими технічними характеристиками машин і дороги. Залежність має нелінійний характер, а по графічному виду – параболу.

3. Показано, що підвищення динамічної стійкості тракторів доцільніше розпочинати зі збільшення ширини колії, а потім переходити на зниження центру мас.

Список літератури

1. *Войналович О.В.* Класифікація технічних засобів захисту в конструкції мобільної сільськогосподарської техніки / *О.В. Войналович, В.П. Голод* // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2014. – Вип. 196, ч. 2. – С. 214–221.

2. Гнатюк О.А. Оцінення ризику травмування трактористів-машиністів під час технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки / О.А. Гнатюк, О.О. Покутний, Т.О. Білько // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2014. – Вип. 196, ч. 2. – С. 320–331.
3. Войналович О.В. Аналіз причин нещасних випадків у сільському господарстві за останні роки / О.В. Войналович // Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки: Збірник матеріалів Десятої Всеукраїнської науково-методичної конференції (з участю студентів), 13-15 травня. – К.: НТУУ “КПІ”, 2014. – С. 33–38.
4. Панфілова М.В. Охорона праці при технічному обслуговування системи охолодження ДВЗ МЕЗ / М.В. Панфілова // Збірник тез I Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та молодих науковців «Перспективи та тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарських машин та знарядь» 16-17 жовтня. – Житомир: ЖНЕУ, 2014. – С. 37–39.

*В статье рассмотрены результаты испытания сельскохозяйственные транспортных средств по охране труда.
Средство, труд, испытание.*

*In paper the results of testing the agricultural vehicle safety.
Tool, work, testing.*

УДК 631.3:620.172.21

РЕЗУЛЬТАТИ ВИВЧЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ РЕАЛІЗАЦІЇ СПОСОБІВ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ПРИ ЇХ ВИБОРІ

С.С. Карабиньош, кандидат технічних наук

В статті приведено результати вивчення можливостей реалізації різних за своєю природою способів і методів неруйнівного контролю при їх виборі для ефективного виявлення основних дефектів та пошкоджень для отримання адекватних показників при дефектуванні і діагностуванні сільськогосподарських машин.

Дефектування, діагностування, дефекти, пошкодження, деталі, машини, способи, методи, реалізація, виявлення.

Постановка проблеми. Завдання методів і способів неруйнівного контролю для забезпечення надійності, якості сільськогосподарських машин має велике народногосподарське значення для ефективної експлуатації машинно-тракторного парку АТП України.

© С.С. Карабиньош, 2014