

ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ МІЦНОСТІ ТЯГОВО-ЗЧІПНИХ ПРИСТРОЇВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТА ВАНТАЖНОЇ ТЕХНІКИ

Митрофанов О.,

e-mail: dir.subukrett@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3046-8440>

Подольський М., канд. тех. наук,

e-mail: Podolsky.Mihail@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1149-4275>

Лілевман І.,

e-mail: igorlilevman@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-3123-5684>

Лілевман О.,

e-mail: lilevman60@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1316-1674>

Південно-Українська філія ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

Анотація

Тягово-зчіпні пристрої (ТЗП) розраховані на передачу великих поздовжніх і значно менших вертикальних сил, що є їхньою головною функціональною особливістю. Такі механізми повинні бути високонадійними, забезпечувати відповідні кути складання зчіплюваної техніки, можливість швидкого і безпечного зчіплювання-розчіплювання, амортизацію динамічних навантажень під час руху транспортного агрегата. Конструкційне виконання тягово-зчіпних пристроїв істотно впливає на такі найважливіші експлуатаційні якості зчіпки трактора з причепами та причіпними машинами як керованість, курсова стійкість, маневреність, плавність ходу, прохідність, надійність і безпека. На відміну від інших механізмів, де недостатня надійність може позначитися тільки на якості роботи, випадки самовільного розчеплення агрегата на ходу супроводжуються нерідко важкими аваріями та спричиняють великі матеріальні збитки. Надійність вузла визначається двома факторами: міцністю окремих деталей зчіпних пристроїв, які сприймають поштовхи та удари, та безвідмовною роботою замкових та запобіжних пристроїв, які не допускають самовільного розчеплення.

Мета. Розглянути спосіб визначення характеристик міцності елементів тягово-зчіпних пристроїв причепів і причіпних машин із застосуванням засобів комп'ютерного моделювання та оцінити придатність його застосування в практиці проектування і випробувань сільськогосподарської техніки.

Методи досліджень: теоретичні з використанням обчислювальної техніки, аналіз умов роботи, порівняння показників міцності з вимогами, які відповідають силовому навантаженню та особливостям експлуатаційного середовища.

Результати. Моделюванням комп'ютерним програмним забезпеченням виконано аналіз міцності дишла та зчіпної петлі тракторного причепа під час дії поздовжнього розтягуювального зусилля, величина якого розрахована відповідно до нормативно-методичних документів з проведення випробувань. За результатами встановлено величини коефіцієнта запасу міцності та поздовжньої деформації дишла та зчіпної петлі, а також підтверджена придатність способу комп'ютерного розрахунку цих показників на етапах проектування та випробувань сільськогосподарської техніки.

Висновки. Під час виконання роботи апробовано спосіб теоретичного прогнозування та визначення міцності вузлів тягово-зчіпних пристроїв причепів і причіпних машин із застосуванням засобів комп'ютерного моделювання. Підтверджена придатність та актуальність його застосування на стадіях проектування і випробувань транспортних засобів та машин сільськогосподарського і лісогосподарського призначення.

Ключові слова: транспорт, трактори, причепа, причіпні машини, тягово-зчіпні пристрої, дослідження на міцність, моделювання.

Постановка проблеми. На цей час більшість виробників випускають сільськогосподарські машини з тягово-зчіпними пристроями за єдиними по суті стандартами. Це стосується і зчіпних петель. Для постановки на виробництво та затвердження типу тягово-зчіпних пристроїв (ТЗП) проводяться їх лабораторні (стендові) та ходові випробування.

Зчіпки випробують на динамічне та статичне навантаження. Стендові випробування дають змогу за короткий строк та за менших порівняно з натурними випробуваннями витрат виявити переваги та недоліки новоспроектованих зчіпок, виконати контроль їхньої якості та надати виробництву рекомендації щодо покращення серійних зчіпок, виконати роботи науково-дослідного характеру для майбутніх досліджень складних явищ динамічної взаємодії ланок тракторного поїзда.

Завдяки розвитку прикладної математики, обчислювальної техніки та програмного забезпечення з'явилися нові можливості для дослідження динаміки причіпних та напівпричіпних агрегатів. Зокрема великої уваги заслуговує комп'ютерне моделювання системи тягач-причіп. Використання комп'ютерних моделей засноване на тому, що в них відтворюються процеси, аналогічні реальним механічним процесам.

Дослідження на комп'ютерних моделях має ряд незаперечних переваг перед випробуваннями на реальних стендах, а саме: менші витрати сил, матеріалів та коштів; можливість проведення досліджень за найширшою програмою з урахуванням факторів, які впливають на зчіпки, що не завжди можливо під час проведення стендових випробувань [1].

За достовірністю результатів метод моделювання поступається лише натурним, ресурсним і пробіговим випробуванням. Тому постає задача визначення достовірності отримуваних методом моделювання показників міцності, надійності та безпеки зчіпних пристроїв порівнянням з відповідними показниками вже існуючих та випробуваних конструкцій. У випад-

ку підтвердження придатності методу, він зможе бути використаний у проектуванні та випробуваннях сільськогосподарських та лісгосподарських машин, зокрема на відповідність вимогам Технічного регламенту затвердження типу та директив Європейського Союзу [2, 3, 4] .

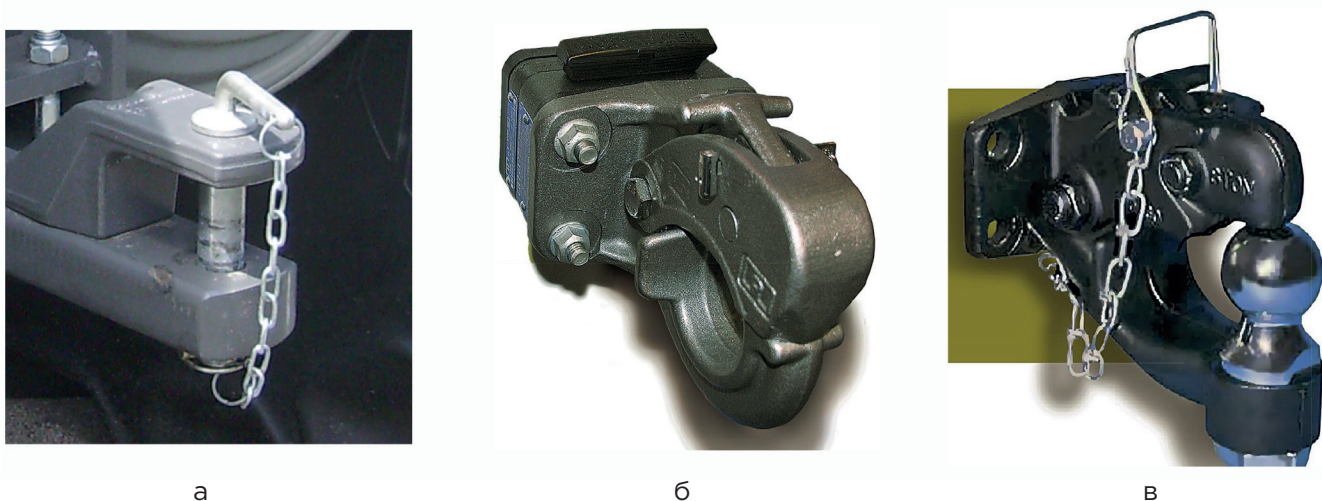
Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Тягово-зчіпні пристрої розраховані на передачу великих поздовжніх і значно менших вертикальних сил, які не повинні перевищувати (10 – 15) кН. Це є їхньою головною функціональною особливістю. Такі механізми повинні бути високонадійними, забезпечувати відповідні кути складання тракторного та автомобільного поїздів, можливість швидкого і безпечного зчеплення-розчеплення, амортизацію динамічних навантажень під час руху. Принципово ТЗП складаються з роз'ємно-зчіпного та амортизаційних механізмів, а також елементів кріплення. Зрозуміло, що конструкційне виконання тягово-зчіпних пристроїв істотно впливає на такі найважливіші експлуатаційні якості машинних агрегатів як керованість, курсова стійкість, маневреність, плавність ходу, прохідність, надійність і безпеку.

За типом роз'ємно-зчіпного механізму ТЗП поділяють здебільшого на три основних типи: вилючні або шкворневі (пара вилка-петля), крюкові (пара гак-петля) і кульові (пара куля-півсфера) (рис. 1).

Зчеплення сільськогосподарських агрегатів та тракторних поїздів, на відміну від автомобільних поїздів, здебільшого виконано за допомогою ТЗП типу вилка-петля та крюк-петля (рис. 1). Вилючні (шкворневі) ТЗП складаються з вилки, в яку входить зчіпна петля причепа або причіпної машини, з'єднаних шкворнем. ТЗП такої конструкції вигідно відрізняються від пари гак-петля та куля-півсфера завдяки кращій ремонтпридатності та простоті конструкції. До недоліку вилючних ТЗП відносяться труднощі забезпечення великих кутів гнучкості агрегата, що важливо для умов експлуатації в сільському господарстві.

Типорозмір крюкових та вилючних



а

б

в

Рисунок 1 – Типи тягово-зчіпних пристроїв

а - вилочний (шкворневий), б - крюковий; в - кульовий

зчіпок, вибирають згідно з міжнародними дачи з навантаження, умов експлуатації та національними стандартами [5], вихо- та типу (табл. 1 і 2).

Таблиця 1 – Критерії вибору типорозміру тягового крюка залежно від умов експлуатації та навантаження на нього

Типорозмір тягового крюка	Повна маса причепа, кг, не більше		Вертикальний статичний тиск від зчіпної петлі причепа, Н, не більше
	експлуатованого на дорогах загальної мережі	експлуатованого на некатегорійних ґрунтових дорогах і місцевості	
0	3000	1500	980
1	8000	4500	2450
2	17000	10000	
3	30000	15000	
4	80000	35000	

Таблиця 2 – Розміри зчіпних петель сільськогосподарських машин

<i>Тип А</i> <i>Тип Б</i>					
Типорозмір	D, мм	S, мм	L, мм, не менше	Ra, мм	α, не менше
A1	50	30	70	-	180°
A2	60	45	100	-	
Б	40	30	75	50	

У виробничих програмах провідних компаній Jost, Rockinger, Ringfeder, Georg Fisher є виличні (шкворневі) пристрої, зчеплення-розчеплення в яких відбувається за допомогою пневматичного привода, що забезпечує вертикальне переміщення шворня. Так вдається автоматизувати технологічний процес і помітно його прискорити. У деяких конструкціях встановлюється електричний датчик положення шкворня, що забезпечує дистанційний контроль за станом ТЗП. До найдосконаліших ТЗП типу вилка-петля можна віднести системи, в яких використовується кілька сенсорних датчиків, що відображають на електронному табло стан пристрою, а також правильність зчеплення-розчеплення тягача з причепом.

Формулювання мети дослідження. Апробація методу математичного моделювання процесу навантаження зчіпної петлі розривним зусиллям комп'ютерним програмним забезпеченням та визначенням його придатності під час проектування та випробувань машин.

Викладення основного матеріалу дослідження. Експериментальним зразком для дослідження ТЗП типу вилка-петля обрано зчіпний пристрій причепа тракторного моделі 2ПТС6 (рис. 2) з вантажопідйомністю 6 т та конструкційною масою 2 т. Отже повна маса причепа з вантажем становитиме 8 т (рис. 2).



Рисунок 2 – Тракторний причіп 2ПТС6

Згідно з методичними положеннями [6, 7] під час статичних випробувань зчіпного пристрою величина тягового навантаження повинна перевищувати пов-

ну масу причепа не менше ніж у півтора раза, тобто 12 т.

З рисунку 2 видно, що конструкція ТЗП (дишла) причепа складається з двох поздовжніх швелерів, з'єднаних між собою двома поперечинами. У передній частині дишла розташована зчіпна петля, в задній частині – дві провувшини для з'єднання дишла з поворотним пристроєм причепа. Місця з'єднання поперечин з поздовжніми елементами зверху і знизу посилені косинками. Для спрощення процесу комп'ютерного розрахунку засіб фіксації косинок умовно приймається як цільний вузол.

Розрахункова оцінка міцності дишла виконана з використанням розробленої моделі та програмного модуля Simulation Express (рис. 3). Розглядався варіант статичного поздовжнього навантаження, відповідно до якого задня частина дишла закріплюється від лінійного переміщення, а до зчіпної петлі дишла прикладається статичне навантаження $F = 120 \text{ кН}$ (12 тс).

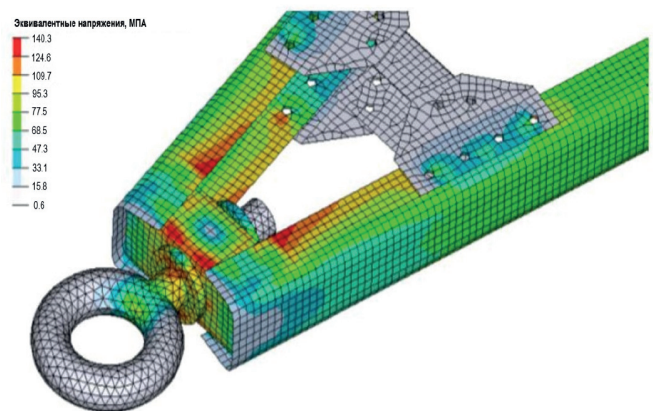


Рисунок 3 – Схема розподілення внутрішнього навантаження в кінцевій частині тягово-зчіпного пристрою причепа 2ПТС6

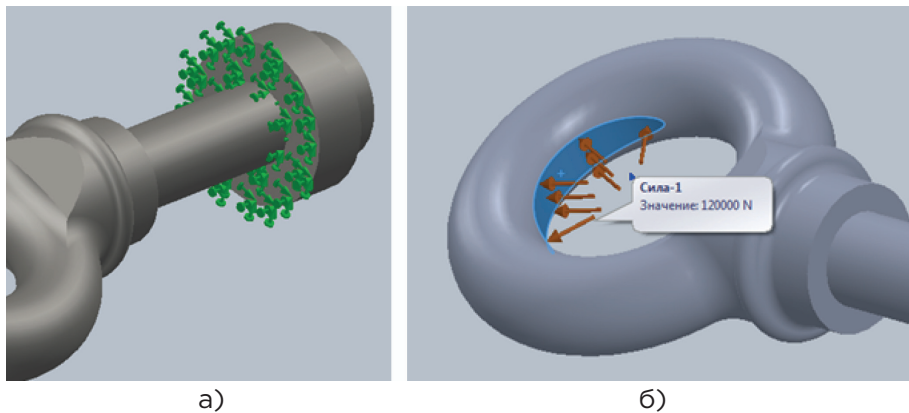
З рис. 3 видно, що найбільші напруження виникають у передній частині дишла і складають 140 МПа (помічені червоним кольором), що менше допустимих значень $[\sigma] = (180 - 200) \text{ МПа}$. Тож, дишло має достатню міцність в умовах поздовжнього навантаження.

На практиці під час буксирування причепів найбільш слабким місцем може виявитись саме зчіпна петля, яка маючи відносно невелику площу поперечного

перерізу осі та кільця, повинна витримувати різні за значенням та напрямом зусилля, а також їх постійні перепади.

Для визначення внутрішніх навантажень та запасу міцності цього вузла (рис.4а), опорною поверхнею фіксації обрано торцеву поверхню опорної гайки, яка для спрощення розрахунків та підвищення ступеня їх достовірності була виконана в тривимірній моделі нероз'ємним елементом. Це обумовлено тим, що імітація різьбового з'єднання може викликати «конфлікт» у роботі програмного забезпечення під час розділення моделі деталі на кінцеві вузли та елементи.

Другим фактором втручання в модель є те, що внутрішня поверхня контакту кільця з шкворнем замість форми елемента кола, має вигляд поверхні, яка враховує витирання фаски. Це з одного боку наближає модель до реальних умов експлуатації, а також виключає виникнення помилки у розрахунках, оскільки поверхня контакту у вигляді точки або лінії у місці прикладання зусилля буде сприйнята програмою як концентратор напруги (рис. 4б).



а) – поверхня фіксації зчіпної петлі; б) – поверхня прикладення зусилля до зчіпної петлі

Рисунок 4 – Умови виконання дослідження

Комп'ютерним моделюванням розтягання зчіпної петлі зусиллям 120 кН (12 тс) визначено основні місця напруження (рис. 5), отримано показник запасу міцності $K=1,43$ та величину подовження кінцевої точки досліджуваного зразка $\Delta L = 0,152$ мм (рис.6).

Щоб визначити достовірність вищеза-

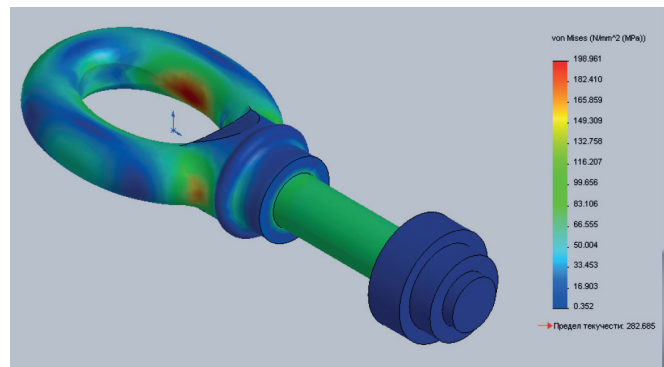


Рисунок 5 – Результати комп'ютерного розрахунку напружень у зчіпній петлі

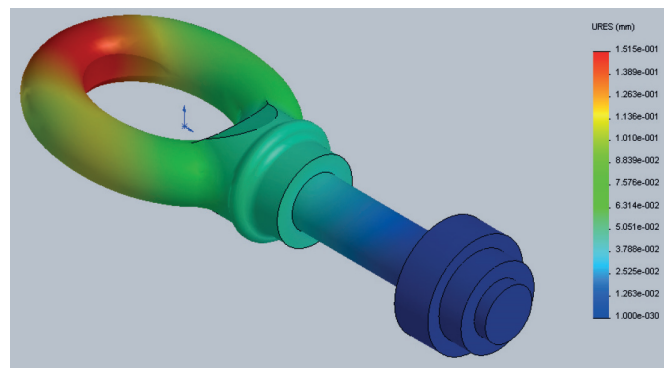


Рисунок 6 – Результати комп'ютерного розрахунку подовжень у зчіпній петлі

значеного методу, його результати порівняли з результатами статичних випробувань зчіпної петлі на стенді конструкції

Південно-Української філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, який був верифікований із залученням фахівців та зразкових приладів ДП «Херсон-стандартметрологія». Стендові випробування з таким же випробувальним зусиллям розтягання, як і в розрахунковому методі (120 кН), показали, що розбіжність в значеннях подовження зчіпної петлі, отриманих практичним та

розрахунковим методами, склала 10^{-3} мм, що вкладається в допустиму похибку вимірювань ($\pm 1,5 \cdot 10^{-3}$ мм).

Висновки. Під час виконання роботи апробовано спосіб теоретичного прогнозування та визначення міцності вузлів тягово-зчіпних пристроїв причепів і причіпних машин із застосуванням засобів

комп'ютерного моделювання. Підтверджена придатність та актуальність його застосування на стадіях проектування і випробувань транспортних засобів та машин сільськогосподарського і лісгосподарського призначення.

Література

1. Щукин М. М. Сцепные устройства автомобилей и тягачей. Конструкция, теория и расчет. / М. М. Щукин. - М. : Машгиз, 1960. - 211с.

2. Про затвердження Технічного регламенту затвердження типу сільськогосподарських та лісгосподарських тракторів, їх причепів і змінних причіпних машин, систем, складових частин та окремих технічних вузлів [Електронний ресурс] : Постанова Кабінету Міністрів України від 28.12.2011 р. № 1367. — Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/> - Назва з екрана.

3. Цема Т. Дослідження оновлених вимог щодо технічної безпеки сільськогосподарських та лісгосподарських транспортних засобів / Т. Цема, Л. Лисак // Зб. наук. праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарства України. Дослідницьке. 2018. Вип. 23 (37). С. 73-82.

4. Цема Т. Імплементация оновлених європейських вимог щодо сільськогосподарських та лісгосподарських транспортних засобів в законодавство України / Т. Цема, С. Афанасєва, Л. Лисак // Зб. наук. праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарства України. Дослідницьке. 2019. Вип. 24 (38). С. 72-83.

5. ДСТУ 7464:2013 Пристрої причіпні сільськогосподарських машин. Типи, основні розміри та розташування. - Введ. 2014-09-01 - Київ. : Мінекономрозвитку України, 2015.

6. ДСТУ 7819:2015 Сільськогосподарські та лісгосподарські колісні трактори. З'єднання механічні між трактором і при-

чіпним устаткуванням. Ме-тоди випробування. - Введ. 2016-04-01 - Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016.

7. М 06:2018 Методика статичного випробування зчіпних петель тракторних причепів та причіпних сільськогосподарських машин. - Введ. 2019-07-12. - Херсон : ПФ УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2018. - 7 с.

Literature

1. Shchukin M. M. Couplings of cars and tractors. Design, theory and calculation. / MM M Shukin. - M.: Mashgiz, 1960. - 211 p.

2. On approval of the Technical regulation of approval of type of agricultural and forestry tractors, their trailers and interchangeable trailers, systems, components and separate technical units [Electronic resource]: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated December 28, 2011 No. 1367. - Re - access press: <http://zakon.rada.gov.ua/> - Name from the screen.

3. Tsema T. Investigation of updated requirements for technical safety of agricultural and forestry vehicles / T. Tsema, L. Lysak // Coll. Sciences. to UkrNIPIPT them. L. Pogorely. Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for Ukrainian agriculture. Doslidnytske. 2018. Vip. 23 (37). P. 73-82.

4. Tsema T. Implementation of updated European requirements for agricultural and forestry vehicles in the legislation of Ukraine / T. Tsema, S. Afanaseva, L. Lysak // Coll. Sciences. to UkrNIPIPT them. L. Pogorely. Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for Ukrainian agriculture. Doslidnytske. 2019. Vip. 24 (38). P. 72-83.

5. DSTU 7464: 2013 Trailers for agricultural machinery. Types, basic sizes and locations. - Intro. 2014-09-01 - Kyiv. : Ministry of Economic Development of Ukraine, 2015.

6. DSTU 7819: 2015 Wheeled tractors for agriculture and forestry. Mechanical connections between the tractor and the hitch. Test methods. - Intro. 2016-04-01 - Kyiv: UkrNDNC SE, 2016.

7. М 06: 2018 Method of static testing of coupling loops of tractor trailers and towed agricultural machines. - Intro. 2019-07-12. - Kherson: PF UkrNIPIPT named after L. Pogorely, 2018. - 7 p.

Literatura

1. Shhukyn M. M. Scepnye ustrojstva avtomobylej y tjagachej. Konstrukcija, teorija y raschet. / M. M Shhukyn. - Moskva : Mashgyz, 1960. - 211s [in Russian].

2. Pro zatverdzhennja Tehnichnogo reglamentu zatverdzhennja typu sil's'ko-gospodars'kyh ta lisogospodars'kyh traktoriv, i'h prychipiv i zminnyh prychipnyh mashyn, system, skladovyh chastyn ta okremykh tehnychnykh vuzliv [Elektronnyj resurs] : Postanova Kabinetu Ministriv Ukrai'ny vid 28.12.2011 r. № 1367. — Re-zhym dostupu: <http://zakon.rada.gov.ua/-> Nazva z ekrana.

3. Cema T. Doslidzhennja onovlenykh vymog shhodo tehnychnoi' bezpeky sil's'kogospodars'kyh ta lisogospodars'kyh transportnykh zasobiv / T. Cema, L. Ly-sak // Zb. nauk. prats UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho. Tekhniko-tekhnologichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannja novoyi tekhniki i tekhnolohiy

dlya silskoho hospodarstva Ukrayiny. Doslidnytske. 2018. Vyp. 23 (37). S. 73-82

4. Cema T. Implementacija onovlenykh jevropejs'kyh vymog shhodo sil's'ko-gospodars'kyh ta lisogospodars'kyh transportnykh zasobiv v zakonodavstvo Ukrai'ny / T. Cema, S. Afanasjeva, L. Lysak // Zb. nauk. prats UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho. Tekhniko-tekhnologichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannja novoyi tekhniki i tekhnolohiy dlya silskoho hospodarstva Ukrayiny. Doslidnytske. 2019. Vyp. 24 (38). S. 72-83

5. DSTU 7464:2013 Prystroi' prychipni sil's'kogospodars'kyh mashyn. Ty-py, osnovni rozmyry ta roztashuvannja. - Vved. 2014-09-01 - Kyiv. : Minekonom rozvytku Ukrainy, 2015. [in Ukraina].

6. DSTU 7819:2015 Sil's'kogospodars'ki ta lisogospodars'ki kolisni tra-ktory. Z'jednannja mehanichni mizh traktorom i prychipnym ustatkovannjam. Metody vyprobuvannja. - Vved. 2016-04-01 - Kyiv : DP «UkrNDNC», 2016. [in Ukraina].

7. М 06:2018 Metodyka statychnogo vyprobuvannja zchipnyh petel' traktor-nyh prychipiv ta prychipnyh sil's'kogospodars'kyh mashyn. - Vved. 2019-07-12. - Herson : PF UkrNDIPVT im.. L. Pogorilogo, 2018. - 7 s. [in Ukraina].

UDC 631.373

FORECASTING AND DETERMINATION OF AGRICULTURAL STRUCTURES OF AGRICULTURAL AND TRUCKING EQUIPMENT

Mitrofanov O.,

e-mail: dir.subukrett@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3046-8440>

Podolsky M., Cand. of Tech. Sc.,

e-mail: Podolsky.Mihail@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1149-4275>

Lilevman I.,

e-mail: igorlilevman@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-3123-5684>

Lilevman O.,

e-mail: lilevman60@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1316-1674>

Southern-Ukrainian branch of L. Pogorilyy UkrNDIPVT

Summary

Traction-coupling devices (TZP) are designed to transmit large longitudinal and much smaller vertical forces, which is their main functional feature. Such mechanisms should be highly reliable,

provide appropriate angles of assembly of the coupling technique, possibility of fast and safe coupling-coupling, amortization of dynamic loads during movement of the transport unit. The design performance of the traction and coupling devices significantly affects the most important operational qualities of the tractor coupling with trailers and towed machines, such as controllability, course stability, maneuverability, smooth running, cross-country ability, reliability and safety. Unlike other mechanisms, where insufficient reliability can affect only the quality of work, cases of unauthorized uncoupling of the unit on the move are often accompanied by serious accidents and cause great material damage. The reliability of the unit is determined by two factors - the strength of the individual parts of the coupling devices that perceive shocks and shocks and the trouble-free operation of the locking and safety devices that do not allow unauthorized decoupling.

Goal. Consider how to determine the strength characteristics of trailer coupling devices and trailers with the use of computer simulation tools and evaluate the suitability of their application in agricultural engineering design and testing.

Research methods: theoretical using computers, analysis of operating conditions, comparison of strength with requirements that meet the power load and features of the operating environment.

Results. Computer-aided simulation was used to analyze the strength of the drawbar and the coupling loop of the tractor trailer under the action of a longitudinal tensile force, the value of which was calculated in accordance with the regulatory and test documents. The results establish the values of the coefficient of safety margin and longitudinal deformation of the drawbar and the coupling loop, as well as the suitability of the method of computer calculation of these indicators in the stages of design and testing of agricultural machinery.

Conclusions. During the work, the method of theoretical prediction and determination of the strength of the knots of the traction-coupling devices of the trailers and of the trailers with the use of computer simulation was tested. The suitability and relevance of its application at the design and testing stages of vehicles and agricultural and forestry machinery have been confirmed.

Keywords: transport, tractors, trailers, trailers, traction and coupling devices, strength testing, modeling.

УДК 631.373

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЧНОСТИ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ УСТРОЙСТВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ И ГРУЗОВОЙ ТЕХНИКИ

Митрофанов А.,

e-mail: dir.subukrctt@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3046-8440>

Подольский М., канд. тех. наук,

e-mail: Podolsky.Mihail@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1149-4275>

Лилевман И.,

e-mail: igorlilevman@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-3123-5684>

Лилевман О.,

e-mail: lilevman60@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1316-1674>

Южно-Украинский филиал ГНУ «УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого»

Аннотация

Тягово-сцепные устройства (ТСУ) рассчитаны на передачу больших продольных и значительно меньших вертикальных сил, что является их главной функциональной особенностью. Такие ме-

ханизмы должны быть высоконадежными, обеспечивать соответствующие углы составления сцепляемой техники, возможность быстрого и безопасного сцепления-расцепления, амортизацию динамических нагрузок во время движения транспортного агрегата. Конструктивное исполнение тягово-сцепных устройств существенно влияет на такие важные эксплуатационные качества сцепки трактора с прицепами и прицепными машинами, как управляемость, курсовая устойчивость, маневренность, плавность хода, проходимость, надежность и безопасность. В отличие от других механизмов, где недостаточная надежность может сказаться только на качестве работы, случаи самовольного расцепления агрегата на ходу сопровождаются нередко тяжелыми авариями и вызывают большие материальные убытки. Надежность узла определяется двумя факторами - прочностью отдельных деталей сцепных устройств, воспринимающих толчки и удары и безотказной работой замковых и предохранительных устройств, не допускающих самовольного расцепления.

Цель. Рассмотреть способ определения характеристик прочности элементов тягово-сцепных устройств прицепов и прицепных машин с применением средств компьютерного моделирования и оценить пригодность его применения в практике проектирования и испытаний сельскохозяйственной техники.

Методы исследований: теоретические с использованием вычислительной техники, анализ условий работы, сравнение показателей прочности с требованиями, соответствующими силовой нагрузке и особенностями среды эксплуатации.

Результаты. Путем моделирования с помощью компьютерного программного обеспечения выполнен анализ прочности дышла и сцепной петли тракторного прицепа при действии продольного растягивающего усилия, величина которого рассчитана согласно нормативно-методическим документами по проведению испытаний. По результатам установлены величины коэффициента запаса прочности, продольной деформации дышла и сцепной петли, а также подтверждена пригодность способа компьютерного расчета этих показателей на этапах проектирования и испытаний сельскохозяйственной техники.

Выводы. Во время выполнения работы апробирован способ теоретического прогнозирования и определения прочности узлов тягово-сцепных устройств прицепов и прицепных машин с применением средств компьютерного моделирования. Подтверждена пригодность и актуальность его применения на стадиях проектирования и испытаний транспортных средств и машин сельскохозяйственного и лесохозяйственного назначения.

Ключевые слова: транспорт, тракторы, прицепы, прицепные машины, тягово-сцепные устройства, исследования на прочность, моделирование.