

4,1 %, для варіанта 3-5 – на 3,7 % проти базового зразка. Щодо видів пом'якшувачів, то за результатами досліджень високі значення гігроскопічності забезпечують розчини поліетиленової емульсії та стеарокс-6 за їх концентрації 30 г/л (збільшення на 1,8 % та 2,5 % для варіантів 4-3 та 4-4 відповідно проти базових тканин) (рис. 2). Позитивний вплив пом'якшувачів на гігроскопічність та вологовіддачу текстильних матеріалів пояснюється комплексною дією цих препаратів, які містять у своєму складі достатню кількість ПАР.

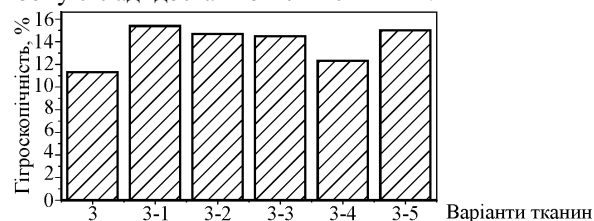


Рис. 1. Залежність гігроскопічності лляних тканин від концентрації пом'якшувального розчину

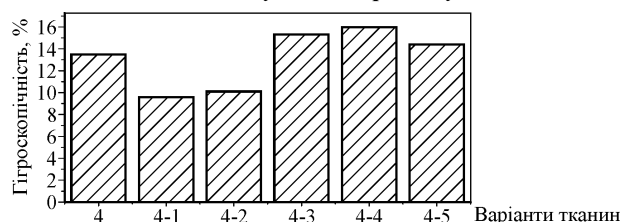


Рис. 2. Гігроскопічність тканин, оброблених різними пом'якшувачами

**Висновки.** Дослідження властивостей лляних тканин, вибілених та пом'якшених за низькотемпературними технологіями та із застосуванням нових рецептур, дали змогу встановити, що:

- застосування запропонованих рецептур вибілювання приводить до істотного покращення таких властивостей лляних тканин, які характеризують їх відповідність вимогам гігієни;
- хімічне пом'якшення лляних тканин також приводить до збільшення показників гігроскопічності й капілярності; високі значення гігроскопічності забезпечують розчини поліетиленової емульсії та стеарокс-6.

### Література

1. Евдокимова В.А. Разработка технологии бессиликатного низкотемпературного пероксидного белиения целлюлозосодержащих текстильных материалов / В.А. Евдокимова, М.Л. Кулигин // Вісник Хмельницького національного університету : наук. журнал. – Сер.: Технічні науки. – Хмельницький : Вид-во ХНУ. – 2010. – № 1. – С. 227-229.
2. Кузьмин А.П. Разработка бесхлорных способов подготовки льноносодержащих текстильных материалов : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / А.П. Кузьмин. – Івано-Ново, 2004. – 20 с.
3. Поліщук С.О. Сучасні технології остаточної обробки текстильних матеріалів, що забезпечують їх конкурентоспроможність / С.О. Поліщук, Б.Д. Семак, Н.І. Ксенжук, В.І. Барановський // Легка промисловість : зб. наук. праць. – 2003. – № 1. – С. 56-57.
4. Олійник Н.М. Актуальні проблеми легкої та текстильної промисловості України та шляхи її вирішення / Н.М. Олійник, С.М. Макаренко // Проблеми легкої та текстильної промисловості України : зб. науч. тр. – 2005. – № 1. – С. 11-16.

5. Кобищан А.Д. Шляхи удосконалення методів вибілювання лляних тканин / А.Д. Кобищан // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2012. – № 22.8. – С. 110-115.

6. Кобищан А.Д. Дослідження повітропроникності лляних тканин / А.Д. Кобищан // Товарознавство та інновації : зб. наук. праць. – 2012. – № 4. – С. 56-62.

### Кобищан А.Д. Соответствие свойств льняных тканей требованиям гигиены

Исследованы показатели гигроскопичности, капиллярности и влагоотдачи платявых льняных тканей, которые подвергались новым видам обработок, а именно – холодному отбеливанию и смягчению по новым рецептурам. Установлено, что технология низкотемпературного химического отбеливания обеспечивает значительно более высокую гигроскопичность ткани, чем традиционные методы многостадийного отбеливания. Химическое смягчение льняных тканей предложенными рецептурами метилового эфира растительного масла с добавлением неонала в различных концентрациях также обеспечивает повышение показателей гигиенических свойств платявых льняных тканей.

**Ключевые слова:** льняные ткани, низкотемпературное отбеливание, смягчение, гигроскопичность, капиллярность.

### Kobyschan A.D. Lockrams Properties to Meet the Hygiene Requirements

The indicators of water absorption, capillarity and moisture return of linen wardrobes exposed to new types of processing, namely cold bleaching and mitigation for new recipes, are studied. It was established that the technology of low-temperature chemical bleaching provides significantly higher water absorption tissue than traditional methods of multistage bleaching. Chemical softening of linen according to suggested recipes using vegetable oil of methyl ester with neonol adding in different concentrations and enhances the performance of hygienic properties of linen wardrobes.

**Keywords:** linen, low temperature bleaching, softening, water absorption, capillarity.

УДК 631.3(043) Доц. Р.В. Зінько, канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка"

### МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ДВОЛАНКОВОГО АВТОПОТЯГА В УМОВАХ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Транспортні засоби для роботи в умовах сільського господарства мають відповідати спеціальним вимогам, зокрема забезпечення високої прохідності і можливості працювати з причепами. Вплив зчіпних пристроїв ланок на роботу автопотяга загалом є особливо актуальним. Виконано дослідження динамічних властивостей дволанкового автопотяга в режимі гальмування залежно від характеристик зчіпного пристрою. Встановлено, що динаміка коливань автопотяга під час гальмування є істотно нелінійною, що спричинено наявністю зазорів, попереднім підтисканням та наявністю тертя у зчіпному пристрої.

**Ключові слова:** дволанкові автопотяги, сільське господарство, математичне моделювання, коливання, зчіпні пристрої.

**Вступ.** Здебільшого для перевезень у сільському господарстві використовують великовантажні самоскиди, зокрема будівельного призначення із значним навантаженням на вісь. Такі автомобілі потребують дороги з поліпшеним покриттям до кожного поля. Якщо використати трактор з причепом-перевантажувачем, що здійснює доставку зерна від комбайна до краю поля, то виникає необхідність у додатковому транспортному агрегаті. Найефективнішими для фермерських господарств і малих сільськогосподарських підприємств, що не потребують великих об'ємів перевезень, є автопоїзди вантажністю від 2 до 8 т. Такі транспортні засоби мають відповідати спеціальним вимогам для машин, призна-

чених до використання в сільському господарстві, зокрема забезпечення високої прохідності і можливості працювати з причепами. Вплив зчіпних пристроїв ланок на роботу автопотяга загалом є особливо актуальним.

**Аналіз стану проблеми.** Роботу автопотягів досліджено у роботах [1-7]. Все ж відсутні порівняно прості математичні моделі для моделювання динамічних властивостей дволанкових автопоїздів з урахуванням якнайширшої низки можливих дорожніх профілів, які характеризуються інтенсивними режимами рушання та гальмування. Це особливо актуально для моделювання роботи автопоїздів в умовах сільської місцевості.

**Метою роботи** є створення математичної моделі функціонування дволанкового автопотяга з урахуванням експлуатації в дорожніх умовах сільської місцевості.

**Основний матеріал.** Забезпечення високої продуктивності автотранспортних засобів потребує використання їх з більшою ефективністю, порівняно з іншими типами транспортних засобів. Для деяких галузей альтернатива автомобілям не завжди є доцільною та ефективною. Особливо автомобілі важливі в таких галузях господарської діяльності, де мобільність транспортних засобів забезпечує швидке розгортання виробництва і незначний шкідливий вплив на довкілля. Прикладом такої галузі може бути сільське господарство. Додатковим чинником, що підвищує продуктивність автомобілів, є використання автопотягів.

Зв'язок між ланками автопотяга здійснюється за допомогою зчіпних пристроїв, до яких прикладені сили взаємодії, зумовлені відносними поздовжніми і поперечними переміщеннями ланок, головним чином у горизонтальній площині. Поперечні горизонтальні відносні переміщення ланок найчастіше є необмеженими і практично не впливають на зношення і деформацію деталей зчіпних пристроїв.

У такому випадку диференційні рівняння системи тягач-напівпричіп можна записати у вигляді [1, 9]

$$\begin{cases} m_0\ddot{s} + c(s_0 - s_1) + \beta m_0(\dot{s}_0 - \dot{s}_1) = -p_0(t) - \mu m_0 g \\ m_1\ddot{s} + c(s_1 - s_0) + \beta m_1(\dot{s}_1 - \dot{s}_0) = -p_1(t) - \mu m_1 g \end{cases}, \quad (1)$$

де: індекс  $i = 0, 1$  нумерує ланки автопотяга – автомобіль (тягач) і причеп відповідно;  $s_i$  – переміщення центру мас;  $m_i$  – маси;  $p_i(t)$  – сумарні гальмові сили на колесах ланок автопотяга;  $t$  – час;  $\mu$  – коефіцієнт тертя;  $\beta$  – коефіцієнт сил опору, що пропорційні швидкості;  $c(s)$  – функція (у загальному випадку – нелінійна), що описує пружні характеристики зчіпного пристрою.

Найхарактернішим, з погляду динамічної взаємодії, є режим гальмування. Для режиму зрушення автопотяга справедливі ті ж залежності, що і для гальмування, але з урахуванням прикладання сил, що ввійдуть у розрахункові формули.

Типову залежність  $p_i(t)$  сил гальмування від часу  $t$  наведено в [1] і аналітично записано як

$$p_i(t) = K_i \cdot \begin{cases} t, & t < \tau \\ \tau, & t \geq \tau \end{cases}, \quad (2)$$

де:  $K_i$  – швидкість заростання сумарної гальмівної сили ланок;  $\tau$  – час зростання гальмівної сили (вважається однаковим для обох ланок, асинхронність гальмування не враховується).

Нелінійність пружної характеристики  $c(s)$  зчіпного пристрою визначається характером монтажу (наявністю попереднього підтискання і його величиною  $a$ ) та наявністю зазорів  $b$ :

$$c(s) = \begin{cases} 0, & |s| < b \\ C(s + a \frac{s}{|s|}), & |s| \geq b \text{ and } |s| \leq s_{\max} \\ \frac{s}{|s|} \cdot \infty, & |s| > s_{\max} \end{cases}, \quad (3)$$

де:  $s$  – зміщення;  $C$  – коефіцієнт пружності;  $a$  – величина попереднього підтискання;  $b$  – величина зазору;  $s_{\max}$  – максимальна величина зміщення (у разі її перевищення можливі пробої зчіпки).

Математичне моделювання проведено для системи КрАЗ-64372 + ТМЗ-803 за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення *MathCAD 2001*. Розв'язок системи диференційних рівнянь отримано методом Рунге-Кутти з адаптивним вибором кроку (вбудована функція *Rkadapt*).

Параметри моделі наведено у таблиці.

Табл. Вхідні параметри для моделювання

Назва параметра	Значення параметра			
Маса, кг	$m_0 = 28800, m_1 = 18400$			
Коефіцієнт тертя	$\mu = 0,1$			
Коефіцієнт сил опору, що пропорційні швидкості, Н·с/м	$\beta = 10^4$			
Швидкість заростання сумарної гальмівної сили, Н/с	$K_0 = 3,9 \cdot 10^4, K_1 = 2,4 \cdot 10^4$			
Час зростання гальмівної сили, с	$\tau = 0,4$			
Коефіцієнт пружності, Н/м	$C = 2 \cdot 10^4$			
Максимальна величина зміщення, м	$s_{\max} = 0,1$			
Величина попереднього підтискання, м	$a = 0$	$a = 0$	$a = 0,02$	$a = 0,02$
Величина зазору, м	$b = 0$	$b = 0,02$	$b = 0$	$b = 0,02$
Початкова швидкість, м/с	$v = 10$			
Часовий інтервал моделювання, с	$0 \dots 6,67$			
Кількість точок	$NP = 10^4$			

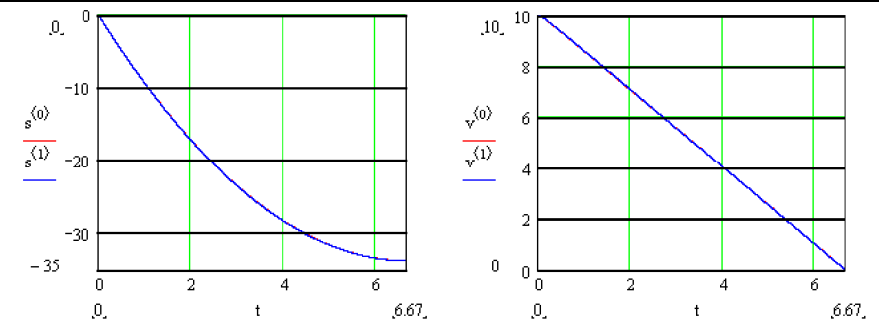
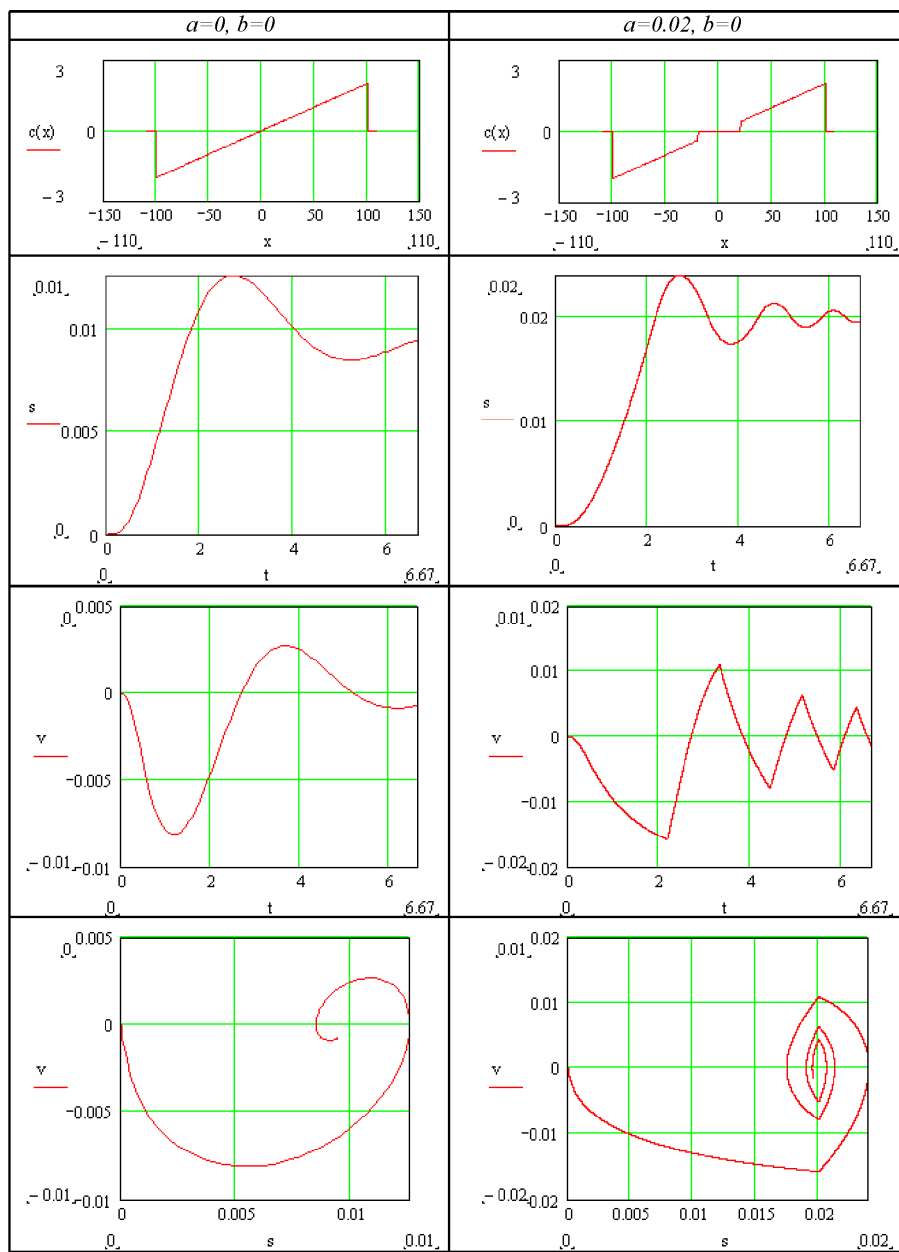
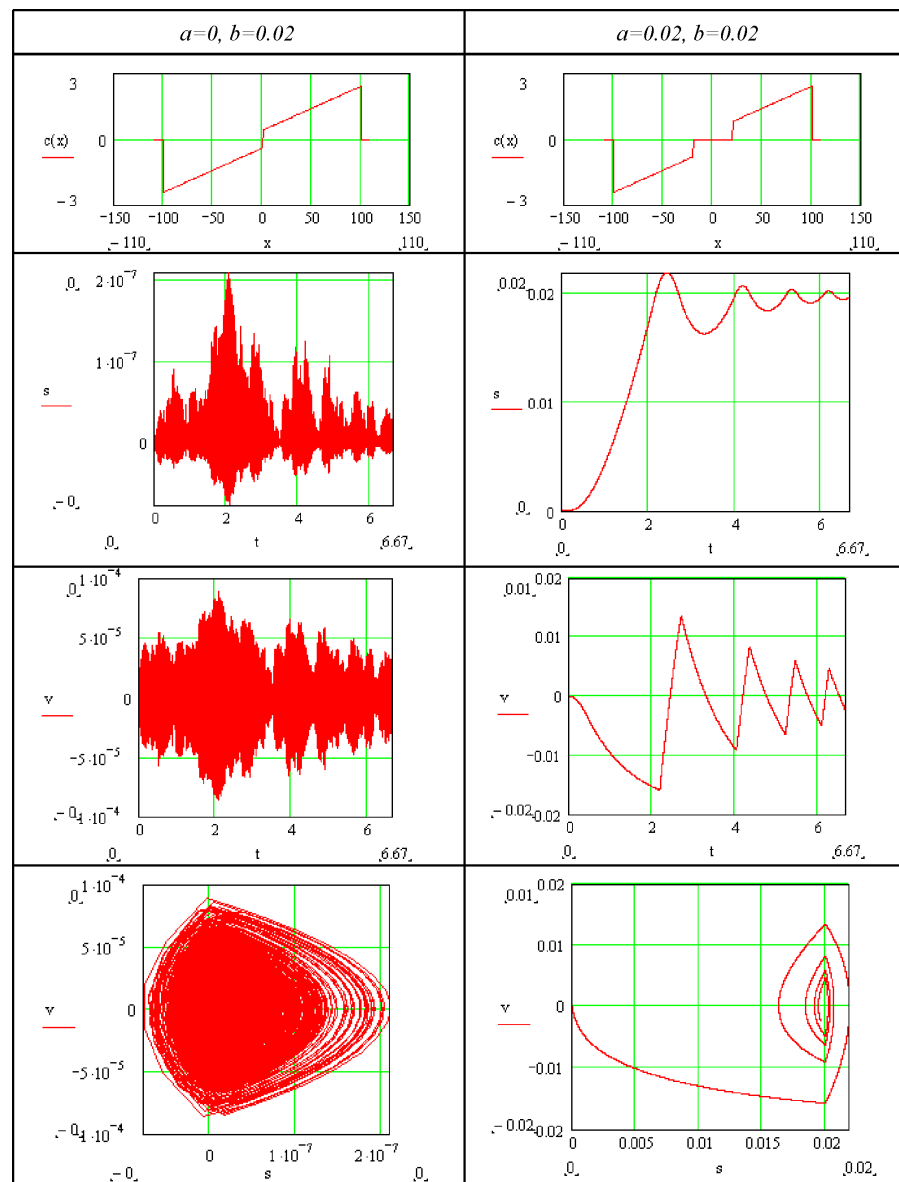


Рис. 1. Графіки залежностей пройденого шляху  $s$ , м (зліва) та швидкостей (справа)  $v$ , м/с обох ланок автопоїзда у функції часу



**Рис. 2.** Згори вниз: залежність пружної характеристики  $c(x)$  від зміщення  $x$ , мм; залежність відносного переміщення ланок автопотяга  $s$ , м від часу  $t$ , с; залежність відносної швидкості ланок автопотяга  $v$ , м/с від часу  $t$ , с; залежність відносної швидкості від відносного переміщення (фазова діаграма)



**Рис. 2 (продовження).** Згори вниз: залежність пружної характеристики  $c(x)$  від зміщення  $x$ , мм; залежність відносного переміщення ланок автопотяга  $s$ , м від часу  $t$ , с; залежність відносної швидкості ланок автопотяга  $v$ , м/с від часу  $t$ , с; залежність відносної швидкості від відносного переміщення (фазова діаграма)

Для дослідження динамічних властивостей системи залежно від пружної характеристики зчіпного пристрою  $c(s)$  варіювалось значення параметрів  $a$  (ве-

личина попереднього підтискання) і  $b$  (величина зазору). Але за даних параметрів моделі (див. табл.) отримано, що автопотяг зупиниться за  $t = 6,67$  с, пройшовши шлях  $s = 33,7$  м (рис. 1).

У разі лінійної характеристики пружного елемента (рис. 2,  $a = 0$ ,  $b = 0$ ) власні коливання відбуваються з постійною частотою, амплітуди коливань не впливають на величину власних частот; власні частоти залежать тільки від коефіцієнта пружності  $C$  і приведеної маси автопотяга  $\frac{m_0 m_1}{m_0 + m_1}$  [8,9]. Тертя в зчпному пристрої може незначно зменшувати частоту поздовжніх коливань ланок автопотяга, однак експоненційно зменшує їх амплітуду.

Для варіанта  $a = 0$ ,  $b = 0,02$ , точність методу інтегрування диференціальних рівнянь є недостатньою, тому результати не є адекватними. Аналіз точності та стійкості алгоритму для подібних випадків виходить за рамки цієї роботи.

**Висновки.** Проведено дослідження динамічних властивостей дволанкового автопотяга в режимі гальмування залежно від характеристик зчпного пристрою.

Встановлено, що динаміка коливань автопотяга під час гальмування є істотно нелінійною, що спричинено наявністю зазорів, попереднім підтисканням та наявністю тертя у зчпному пристрої. Установлено, що у випадку зчпного пристрою з конструктивними параметрами  $a = 0,02$ ,  $b = 0,02$  для середнього значення сили, що розтягує зчпний пристрій, амплітуда є найменшою, а частота найвищою, що робить пробивання і руйнування зчпного пристрою найменш імовірним.

### Література

1. Закин Я.Х. Конструкции и расчет автомобильных поездов / Я.Х. Закин, М.М. Щукин и др. – Л.: Изд-во "Машиностроение", 1969. – 332 с.
2. Библюк Н.І. Залежність динамічних властивостей дволанкового автопотяга від пружної характеристики зчпного пристрою / Н.І. Библюк, Р.В. Зінько, Р.М. Дадак, О.М. Маковейчук // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2005. – Вип. 15.4. – С. 90-95.
3. Гамаюнов П.П. Применение тягово-сцепных устройств для тракторных поездов в сельскохозяйственном производстве / П.П. Гамаюнов, В.И. Цыпцын и др. – Саратов : Изд-во Саратов. ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2001. – 172 с.
4. Кузьо І.В. Математична модель динаміки руху шарнірно зчленованого дволанкового автовоза / І.В. Кузьо, О.В. Житенко, Р.В. Зінько, І.С. Лозовий // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.3. – С. 333-340.
5. Валекжанин А.И. Повышение маневренности движения мобильных машин / А.И. Валекжанин, В.И. Поддубный, А.С. Павлюк // Вестник Алтайского ГАУ : сб. науч. тр. – 2009. – № 1 (51). – С. 52-55.
6. Игитов Ш.М. Теоретические основы применения пружинного тягосцепного устройства прицепа для автопоездов / Ш.М. Игитов, С.Р. Хабибов // Проблемы развития АПК региона : сб. науч. тр. – 2013. – № 2. – С. 117-119.
7. Сахно В.П. Результаты исследования устойчивости автопоездов различных компоновочных схем / В.П. Сахно, В.М. Поляков // Вестник ХНАДУ : сб. науч. тр. – 2013. – Вып. 61-62. – С. 185-189.
8. Павловський М.А. Теоретична механіка : підручник / М.А. Павловський. – К.: Вид-во "Техніка", 2002. – 512 с.
9. Ландау Л.Д. Теоретическая физика : учеб. пособ. / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – В 10-ти т. – Т. I. Механика. – М.: Изд-во "Наука", 1988. – 216 с.

**Зінько Р.В.** Моделирование процесса функционирования двухзвеньевого автопоезда в условиях сельского хозяйства

Транспортные средства для работы в условиях сельского хозяйства должны отвечать специальным требованиям, в частности обеспечение высокой проходимости и возможности работать с прицепами. Влияние сцепных устройств звеньев на работу автопоезда в целом является особенно актуальным. Проведено исследование динамических свойств двухзвеньевого автопоезда в режиме торможения в зависимости от характеристик сцепного устройства. Установлено, что динамика колебаний автопоезда при торможении является существенно нелинейной, что вызвано наличием зазоров, предыдущим поджатием и наличием трения в сцепном устройстве.

**Ключевые слова:** двухзвеньевые автопоезда, сельское хозяйство, математическое моделирование, колебание, сцепные устройства.

### Zinko R.V. The Design of Functioning of Two-chain Autotrucks in the Conditions of Agriculture

Transport vehicles for work in the conditions of agriculture must answer the special requirements, in particular providing high communicating and possibility to work with trailers. The influence of coupling devices of links on work of heavy and long vehicles is especially actual. The investigation of dynamics features of two-chain autotrucks in the mode of bracking depending on characteristics of striking device has been carried out. It is determined that the dynamic of vibration of autotruck during braking is essentially nonlinear. The main reasons for that are the presence of clearance (gaps), former ramming and friction in the striking device.

**Keywords:** two-chain autotruck, agriculture, mathematic modelling, vibration, striking devices.

УДК 674.023.0

Доц. М.М. Копанський, канд. техн. наук –  
НЛТУ України, м. Львів

### ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЕРЕВИННО-КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ, ВИГОТОВЛЕНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДХОДІВ РІПАКУ

Наведено результати дослідження впливу основних параметрів процесу виготовлення деревинних композиційних матеріалів з використанням відходів ріпаку на їх механічні показники. Показано залежності механічних показників матеріалу від вмісту ріпаківих частинок і клею. Проаналізовано вплив цих чинників на процес формування матеріалу. Визначено раціональну величину питомого вмісту сировини із ріпаку у вихідній композиції. Доведено можливість використання ріпаківих сировини, як альтернативної, у виробництві деревинних композиційних матеріалів.

**Ключові слова:** деревинні композиційні матеріали, стружкові плити, рослинна сировина, механічні показники, стебла ріпаку.

**Вступ.** Швидкість глобального вирубування лісів і його шкідливий вплив на довкілля змушує виробників цих видів продукції вести пошук альтернативних джерел сировини. Переважно це лігноцелюлозна сировина сільськогосподарського виробництва, зокрема солома. Одним із перспективних видів рослинної сировини для виготовлення деревинних композиційних матеріалів є стебла ріпаку. Ріпак – надзвичайно цінна олійна культура, але він також може бути й одним з елементів сировинної бази у виробництві зазначених матеріалів. За хімічним складом ріпаківих солома подібна до пшеничної, але має низку особливостей.

Проведений аналіз останніх досліджень з використання відходів сільськогосподарського виробництва для виготовлення продукції целюлозно-паперового виробництва та виробництва ДКМ дає підстави зробити висновок про те, що, окрім пшеничної та житньої соломи, є доцільним використання з цією метою і сте-