

**Шатров Р.В.,
Войтюк В.Д.**
Національний університет
біоресурсів і
природокористування
України, м. Київ, Україна
E-mail: ruslanshatrov@ukr.net

**ТЕСТОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ СХЕМ
РОЗТАШУВАННЯ ТАРИ З ЯБЛУКАМИ
В КУЗОВІ АВТОМОБІЛЯ**

<https://doi.10.5281/zenodo.15427884>

УДК 629.3.016:629.3.018.7

Шатров Р.В., Войтюк В.Д. Тестові дослідження схем розташування тари з яблуками в кузові автомобіля.

***Анотація.** Розкрито особливості методичного обґрунтування тестових досліджень схем розташування тари з яблуками в кузові автомобіля. В результаті теоретичного дослідження були встановлені фактори зовнішнього та внутрішнього оточення, що впливають на параметри тривалості перевезення та ушкодження сільськогосподарського вантажу. Запропоновано математичну модель, яка описує перевезення вантажів від кількох постачальників до кількох споживачів з урахуванням погодних та дорожніх умов. Для практичної перевірки висновків теоретичного дослідження були застосовані загальна та приватні методики дослідження. Загальна методика дослідження базується на національних та міжнародних стандартах та технічних умовах щодо правил приймання, методів визначення якості, упаковки, транспортування, які поширюються на плодоовочеву продукцію загалом та яблука зокрема.*

***Ключові слова:** автомобіль, кузов, експлуатація, яблуко, тара.*

Shatrov R.V., Voytyuk V.D. Test studies of layout of container with apples in body of car.

***Abstract.** The article reveals the features of methodological substantiation of analytical studies of the layout of the container with apples in the body of the car. The theoretical study established factors of the external and internal environment that affect the parameters of the duration of transportation and damage to agricultural cargo. A mathematical model is proposed that describes the carriage of goods from several suppliers to several consumers, taking into account weather and road conditions. General and private research methods were applied to practically verify the conclusions of the theoretical research. The general methodology of research is based on national and international standards and technical conditions on acceptance rules, methods of determination of quality, packaging, transportation, which apply to fruit and vegetable products in general and apples in particular.*

***Key words:** car, body, operation, apple, container.*

Постановка проблеми

Продовольча безпека, яка полягає у можливості та здатності держави забезпечити населення у продуктах харчування, є одним із основних індикаторів економічної безпеки країни. Забезпечується продовольча безпека виключно у вигляді

розвитку сільськогосподарського виробництва – основний галузі економіки [1].

Сільськогосподарське виробництво є складним агропромисловим процесом. Сучасний розвиток сільського господарства дозволяє віднести його до складної соціально-економічної системи, що складається з багатьох підсистем, ключовою підсистемою якої є матеріально-технічна база. Основу цієї підсистеми становлять транспортні засоби та транспортна інфраструктура.

Технічний прогрес у сільському господарстві за останні роки все більше призводить до об'єднання транспортних засобів та інших сільськогосподарських машин у єдиний виробничий процес. Чим вище рівень розвитку, тим більше можливостей для розробки та впровадження досконалих машин та знарядь праці, а, отже, і для підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва. Процес виробництва сільськогосподарської продукції протікає в різних природно-економічних умовах, що впливають на технологію та організацію виробництва. Все це викликає необхідність наявності в сільському господарстві кілька різномірних типів і систем машин, до однієї з них належить вантажний автотранспорт.

Постійне і неухильне зростання обсягу виробленої в нашій країні сільськогосподарської продукції, що спостерігається (при цьому обсяг продукції тваринництва збільшився майже вдвічі, а рослинництва – втричі), вимагає нових підходів до вирішення транспортних проблем, а саме тих, що стосуються перевезення сільськогосподарської продукції [2].

Питання безпеки дорожнього руху в частині транспортування сільськогосподарської продукції, у тому числі плодоовочевої продукції, що легко ушкоджується, та використання технологій GPS в управлінні автомобільним транспортом, а також підвищення ефективності експлуатації автотранспорту та мобільної сільськогосподарської техніки відображені в роботах.

Енергетичний аналіз циклу коливань, ефективності, вибору оптимальних параметрів підвіски автомобіля, що забезпечують його активну безпеку за різних умов руху, а також алгоритми вибору технологічної доставки різних вантажів розглянуті на роботах.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Зміни фізико-механічних властивостей плодоовочевої продукції, що виникають у процесі транспортування, присвячені роботи вітчизняних та зарубіжних дослідників, таких як [3].

Однією з детермінант, які впливають на пошкодження сільськогосподарської продукції, є прискорення, що виникає під час руху автотранспортного засобу.

У роботі [4] були запропоновані емпіричні коефіцієнти, що визначають допустимі величини прискорень, що виникають при коливаннях по відношенню до різних культур плодоовочевої продукції (таблиця 1).

У багатьох дослідженнях розглядається створення оптимального парку машин та розробки методів ефективного їх використання, проте практично не порушуються питання оцінки ушкоджуваності сільськогосподарських вантажів при перевезенні дорогами з різним покриттям та формування тарифів перевезень з урахуванням погодних умов та дорожнього покриття [5].

До матеріально-технічної бази відносять транспортні засоби та дороги. Ринок капітального блага та послуг капітального блага, до якого належить і автомобільна техніка, перебуває у стані спаду.

Зростаючі ціни на ПММ, запасні частини, автотранспорт, низька якість доріг значно впливають на збільшення собівартості перевезень. Питома вага (загалом)

транспортних витрат збільшується. Транспорт стає визначальним детермінантом конкуренції у сільськогосподарській галузі.

Таблиця 1

Коефіцієнти, що визначають допустиму амплітуду коливань ТЗ

Культура та стан її зрілості	Емпіричні коефіцієнти	
	H, м/с ²	P, м/с
Яблука	0,3 ... 1,42	5,03 ... 5,22
Помідори червоні	2,83 ... 4,3	5,46 ... 5,70
Помідори зелені	4,24 ... 7,0	5,70 ... 6,16
Картопля свіжоприбрана	5,62 ... 7,0	5,93 ... 6,16
Дині та гарбузи	5,62 ... 8,38	5,93 ... 6,38
Слива	5,62 ... 11,14	5,93 ... 6,83

У таких умовах раціональне використання автомобільного транспорту відіграє визначальну роль і набуває особливої значущості [6].

Розглянемо деякі із цих проблем докладніше. Ефективність використання автотранспорту. Витрати на переміщення вантажів повинні визначатися за всіма етапами переміщення від затарювання до розвантаження та складування. Основа визначення ефективності базується на фундаментальних дослідженнях у галузі визначення ефективності виробництва. Ефективність використання автомобільного транспорту визначатиметься співвідношеннями ефекту із витратами матеріально-технічних засобів і праці, тобто. обсягу перевезень вантажів та витрат на їх переміщення. Ключовими показниками у разі є собівартість перевезення одиниці вантажу чи одиниці вантажообігу [7].

Особливості організації транспортних работ. У процесі організації сільськогосподарського виробництва необхідно враховувати особливості організації транспортних работ, які є досить різноманітними і специфічними. Крім особливостей сільськогосподарських вантажів та нерівномірності (сезонності) перевезень протягом року вони включають необхідну взаємодію транспортних засобів з іншою, спеціальною, технікою; багаторазовість перевезень у процесі виробництва; різний діапазон відстаней перевезень та ін.

Проблема оперативного управління транспортним парком знайома всім самостійним суб'єктам господарювання. Відсутність грамотних планів призводить до простою автомобільної та спеціальної техніки, людських ресурсів і, як наслідок, значних втрат урожаю. Для її вирішення необхідно розробляти заходи щодо складання планів, де будуть відображені основні складові всього виробничого процесу від роботи індивідуально кожної одиниці техніки, кожного водія до роботи збиральної та транспортної техніки у злагодженому механізмі [8].

Викладені проблеми та їх вирішення є основою для формування комплексного міжгалузевого підходу для підвищення ефективності якості роботи автомобільного транспорту в сільському господарстві.

Формулювання мети досліджень

Метою дослідження є методичне обґрунтування аналітичних досліджень схем розташування тари з яблуками в кузові автомобіля.

Методичний підхід в проведенні досліджень

В результаті теоретичного дослідження були встановлені фактори зовнішнього та внутрішнього оточення, що впливають на параметри тривалості перевезення та ушкодження сільськогосподарського вантажу. Запропоновано математичну модель, яка описує перевезення вантажів від кількох постачальників до кількох споживачів з урахуванням погодних та дорожніх умов.

Для практичної перевірки висновків теоретичного дослідження були застосовані загальна та приватні методики дослідження.

Яблука, що відносяться до кожного товарного сорту повинні мати такі властивості: цілісність; розвиненість; чистота; відсутність зайвої вологості; відсутність стороннього запаху та присмаку.

Яблука кожного сорту повинні відповідати нормам і вимогам, регламентованим, за показниками: зовнішній вигляд, розмір плодів по найбільшому поперечному діаметру, зрілість, відхилення, що допускаються: механічні пошкодження в місцях заготівлі, в місцях призначення; пошкодження шкідниками та хворобами [24].

Правила приймання визначають партії – кількість яблук одного товарного та помологічного сорту. Партія упакована у певну тару, яка має бути одного виду та типу розміру. Партія оформляється одним документом за формою, затвердженою в установленому порядку. Допускається оформлення одним документом кількох партій за умови їх доставки одним транспортним засобом.

При прийманні яблук допускаються такі нормативи: у першому сорті не більше 5% плодів другого товарного сорту, у другому сорті - не більше 5% плодів, що не відповідають вимогам цього сорту, але придатні для споживання у свіжому вигляді.

Методи визначення якості. За допомогою вибіркового спостереження відбираються на перевірку із ящиків точкові проби (знизу, зверху, із середини). Вибіркова сукупність не повинна бути меншою за 25% маси яблук у вибірці, при цьому маса кожної точкової проби не повинна бути меншою за 1 кг. При зважуванні допускається похибка трохи більше 0,1 кг.

До упаковки, транспортування, маркування та зберігання також висуваються особливі вимоги. Для транспортування плодоовочевої продукцію, зокрема яблука, упаковують у ящики. визначає вимоги до дощатих, ґратчастих, а також з листових та деревних матеріалів нерозбірним ящикам.

Відповідно до технічних вимог яблука перевозять усіма видами критич транспортних засобів (допускається перевезення у відкритих транспортних засобах, виняток становлять вагони, за умови дотримання температурного режиму - температура не повинна опускатися нижче 0°C). При транспортуванні необхідне дотримання вимог і правил перевезення вантажів, що швидко псуються, які діють на кожному виді транспорту. Допускається транспортування яблук транспортними пакетами.

В рамках вищеописаного підходу було проведено експериментальні дослідження оцінки прискорень при перевезеннях сільськогосподарських вантажів на різних типах доріг. Для чого використовувався автомобіль «Форд Транзит» (рисунок 1), який часто використовується у фермерських господарствах для перевезення невеликих партій вантажів.

Ящик з яблуками встановлювався у трьох позиціях – по діагоналі кузова автомобіля – для оцінки впливу коливань, що передаються з дорожнього полотна через підвіску автомобіля, на розташування вантажу у кузові (рис. 2).

Для проведення дослідів обрано дороги з трьома типами покриття – асфальт, щебінь та ґрунт (рисунок 3).



Рис. 1. Автомобіль із встановленим у його кузові ящиками з яблуками.

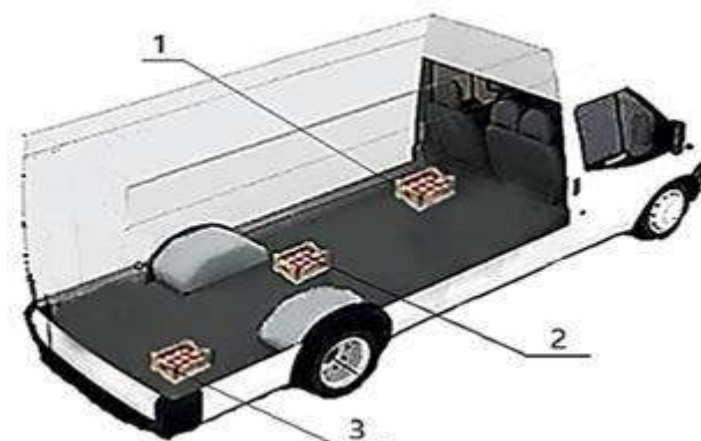


Рис. 2. Варіанти розташування ящика з яблуками у кузові автомобіля.



Рис. 3. Дороги, що використовуються при проведенні експериментів:
а – асфальт; б - ґрунт; в – щебінь.

Швидкість автомобіля була встановлена в діапазоні 10...50 км/год (для асфальту – максимум, для двох інших покриттів – мінімум). Час проведення експериментів – березень, котрим характерна порівняно висока «розбитість» дорожнього покриття.

Для реєстрації коливань використовувалося програмне забезпечення: "Вимірювач вібрації 1.3.6 APK for Android" для смартфона. "Вимірник вібрації VibSensor Apk" Версія: 2.1.1 для смартфона. Акселерометр програми Dynamic Signal Analyzer – VR Mobile. Додаток «Вимірювач вібрації 1.3.6 APK for Android» для смартфона дозволяє вимірювати вібрацію, у тому числі землетрусу, вібрацію людського тіла або будь-яких інших об'єктів (рисунки 4), при цьому для запису та аналізу результатів вимірювань використовується акселерометр смартфона. Графік представляє запис прискорення у вигляді функції часу за трьома декартовими осями, де вісь z перпендикулярна поверхні Землі, а осі x і y паралельні поверхні.

Результати досліджень

За допомогою програмного продукту "Вимірник вібрації 1.3.6 APK for Android" для смартфона були проведені вимірювання вібрації при перевезенні яблук по дорогах з покриттями ґрунт, асфальт, щєбінь. Швидкість автомобіля становила 10-15 км/год. На рисунках 4 – 6 послідовно представлені фото екрану вимірювача вібрації під час руху дорогою з покриттям «щєбінь», «асфальт» та «ґрунт».

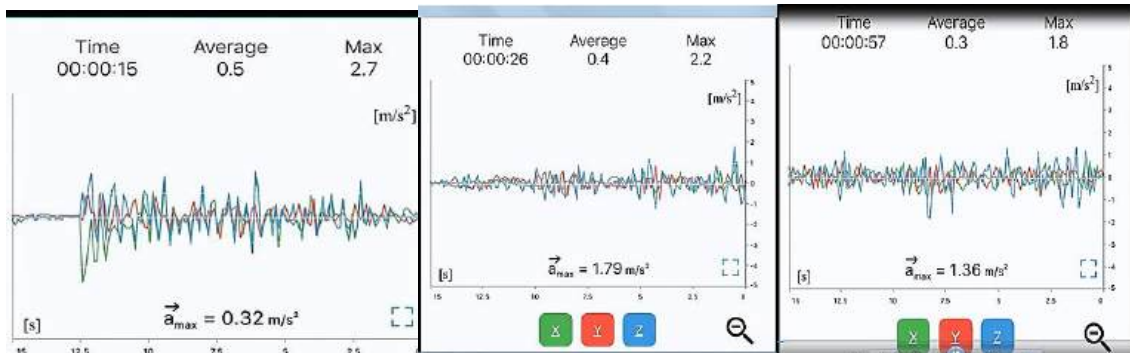


Рис. 4. Фото екрану вимірювача вібрації під час руху по дорозі з покриттям «щєбінь» зі швидкістю 10-15 км/год.

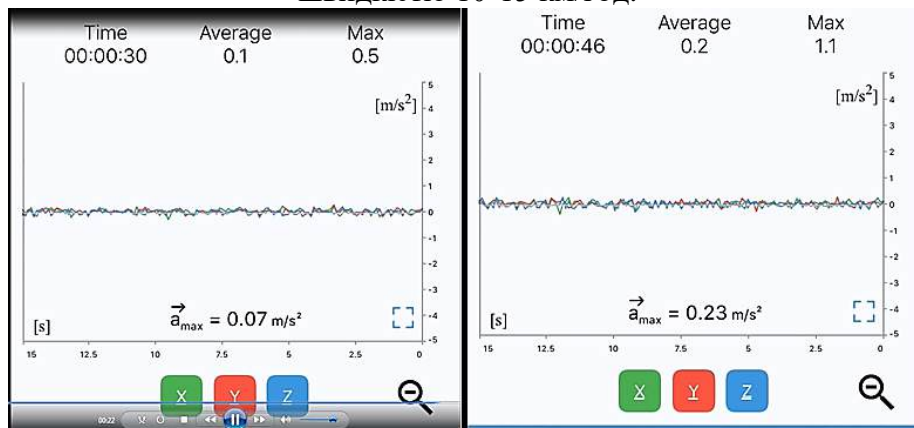


Рис. 5. Фото екрану вимірювача вібрації під час руху по дорозі з покриттям «асфальт» зі швидкістю 10-15 км/год.

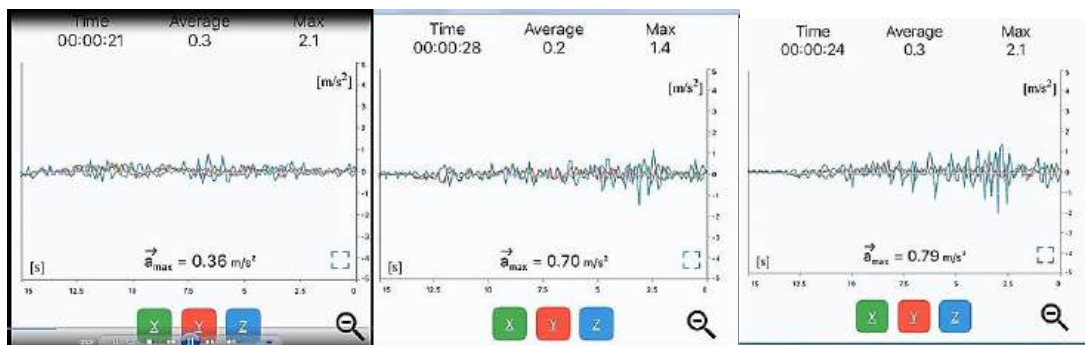


Рис. 6. Фото екрану вимірювача вібрації під час руху по дорозі з покриттям «ґрунт» зі швидкістю 10-15 км/год.

Результати вимірювань прискорення для типових ділянок трьох доріг по кожній осі координат x,y,z (послідовно) представлені на рисунку 7.

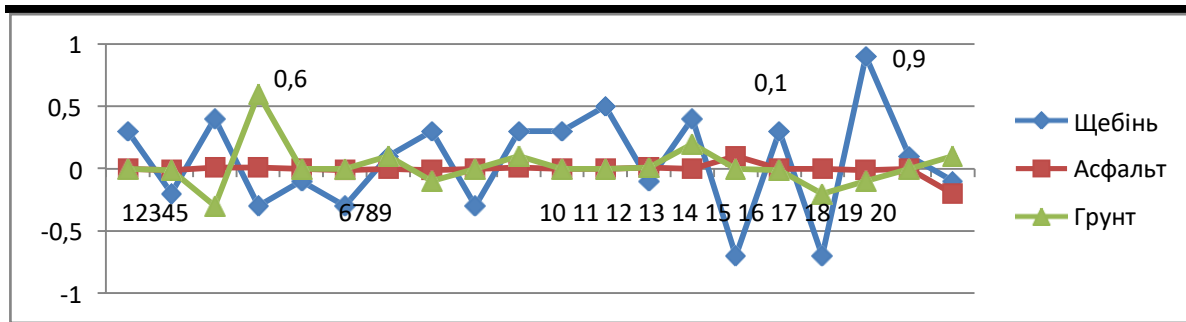


Рис. 7. Значення прискорень по осі x (вздовж поздовжньої осі автомобіля).

Аналіз значень отриманих результатів дозволяє зробити такі висновки.

Найбільші значення прискорень характерні для дороги, покритої щебенем, причому по всіх трьох осях координат. Ймовірно, це пов'язано з великими фракціями щебеню, які періодично потрапляють під колеса автомобіля. При цьому найбільші прискорення (до $1,2 \text{ м/с}^2$) вантажу зареєстровані у вертикальній площині, що найбільш несприятливо з точки зору псування плодів при їх транспортуванні.

Близькі значення прискорень демонструє дорога з ґрунтовим покриттям – до 83% від максимальних значень для дороги із щебеним покриттям, що може бути пов'язане з досить великими нерівностями (ями та вибоїни).

Асфальтоване покриття дозволяє рухатися автомобілю з більшою швидкістю, при цьому з нижчими значеннями прискорень – до 11% від максимальних значень дороги зі щебеним покриттям.

Для всіх трьох типів покриттів характерні асинхронні коливання вантажу за всіма трьома координатами, причому для ґрунтової дороги – прискорення по осях не мають яскраво вираженого превалювання; для щебеневого покриття максимальні прискорення, переважно, відповідають вертикальній осі; для асфальта зустрічаються "стрибки" вздовж поздовжньої осі автомобіля. Використовуючи отримані результати, слід скоригувати допустимі значення прискорень, у разі для яблук, знизивши їх із $1,42 \text{ м/с}^2$ (таблиця 1) до $0,7...1,0 \text{ м/с}^2$, беручи до уваги коливання вантажу за всіма трьома координатами, і ввести заборону на їх транспортування ґрунтовими дорогами в період дощів і осінньо-весняного бездоріжжя, а також дорогами з щебеним покриттям, перебувають у незадовільному стані. Максимальні значення прискорення ($0,2 \text{ м/с}^2$) для асфальту дозволяють рекомендувати його «всепогодно» та з вищою швидкістю транспортного засобу.

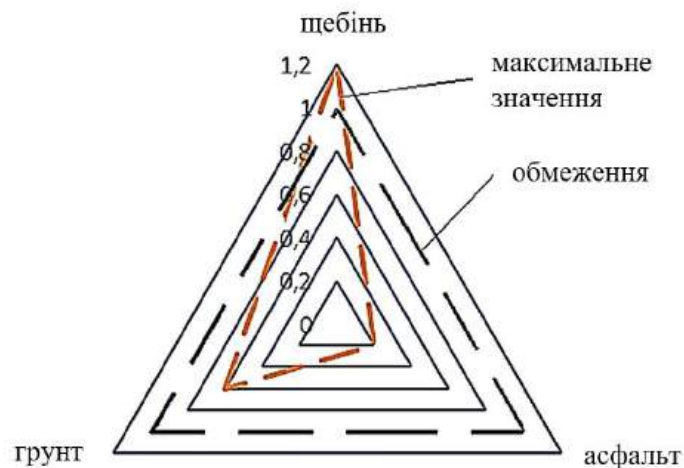


Рис. 8. Облік зміни тарифу вантажоперевезення залежно від типу та стану покриття дороги.

Таким чином, можна встановити обмеження на тариф під час руху транспортних засобів з урахуванням стану покриття дороги (рис. 8).

У процесі руху водій транспортного засобу повинен мати цілісну картину того, що відбувається для прийняття іноді єдиного правильного рішення у разі виникнення позаштатної ситуації. Сучасні вантажні автомобілі оснащуються виробниками різними датчиками та сенсорами, а також використовують пристрої супутникової навігації. Наявність спеціалізованих програм для смартфонів, а також ряду спеціалізованих пристроїв для визначення рівня вібрації може вчасно вплинути на прийняття рішення водієм, а також скоригувати маршрут перевезення та швидкісний режим.

Програмний продукт «Вимірник вібрації 1.3.6 АРК» дозволяє фіксувати зміну прискорення у трьох взаємно перпендикулярних площинах – приклад характерної зміни вимірювання прискорення осі «х» наведено на рисунку 9. Площа кожної фігури – твір прискорення на якийсь час – дозволяє обчислити швидкість v на конкретній ділянці руху (реєстрації прискорення). Середня швидкість на ділянках вимірювання, отримаємо середню швидкість руху яблука за весь час вимірювання.

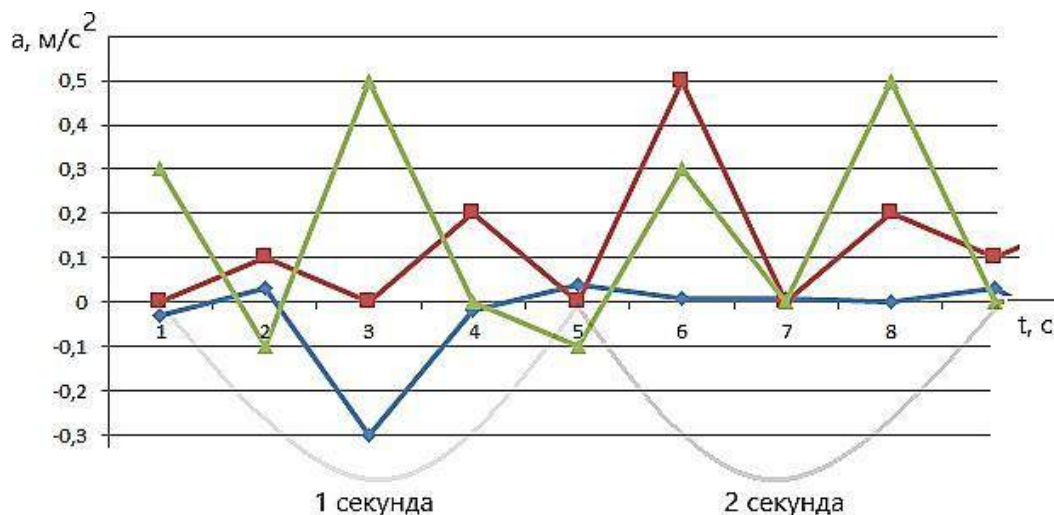


Рис. 9. Зміна прискорення яблука по осі «х» у положенні 4 ящики в кузові автомобіля при його русі різними дорожніми покриттями.

Аналіз наведених даних дозволяє зробити такі висновки:

- при русі автомобіля по асфальту зі швидкістю 50 км/год становище ящика несуттєво впливає на коливання яблук вздовж поздовжньої осі автомобіля (вісь x) – максимальне абсолютне відхилення становить 0,09 м/с;
- положення ящика над задньою віссю підвищує рівень коливань вертикальної осі (вісь z) на 44%;
- положення ящика на задній консолі кузова (за задньою віссю) збільшує амплітуду коливань ящика вздовж поперечної осі автомобіля (вісь y).

Висновки

4. Кінетична енергія буде переходити у внутрішню енергію при зіткненні яблук один з одним і стінками ящика, що призведе до прискореного їх псування як рахунок виділення тепла, так і підвищення вологості при пошкодженнях.

5. Для порівняння - енергія, необхідна для нагрівання 1 л води від 20⁰С до 100⁰С, дорівнює 335 кДж. Сім яблук, кожне вагою 0,143 кг (загальною вагою 1,001 кг), будуть

володіти при годинному транспортуванні щебеневою дорогою в положенні 5 ящика кінетичною енергією 32 кДж, а при 10-годинній - 320 кДж, що майже дорівнює енергії, рідини до кипіння у наведеному вище прикладі.

6. Таким чином, крім виявлених залежностей переміщень (коливань) плодів від положень ящиків у кузові, існує і залежність від типу, характеристик та технічного стану підвіски автомобіля, яка веде себе по-різному на різних дорожніх покриттях та завантаженості кузова автомобіля.

7. На підставі результатів досліджень можна рекомендувати уникати доріг з ґрунтовим і щебеним покриттям у період їх незадовільного стану, а при неможливості уникнути таких ділянок, використовувати низьку швидкість руху (не вище 20 км/год), маючи ящики між осями автомобіля.

Список використаних джерел

1. Nazarenko I., Dedov O., Bernyk I., Rogovskii I., Bondarenko A., Zapryvoda A., Titova L. Study of stability of modes and parameters of motion of vibrating machines for technological purpose. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 6 (7-108). P. 71-79. doi:10.15587/1729-4061.2020.217747.

2. Kresan T., Pylypaka S., Ruzhylo Z., Rogovskii I., Trokhaniak O. External rolling of a polygon on a closed curvilinear profile. *Acta Polytechnica*. 2020. Vol. 60. No 4. P. 313-317. doi:10.14311/AP.2020.60.0313.

3. Hrynkiv A., Rogovskii I., Aulin V., Lysenko S., Titova L., Zagurskiy O., Kolosok I. Development of a system for determining the informativeness of the diagnosing parameters of the cylinder-piston group of the diesel engines in operation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 3 (5(105)). P. 19-29. doi:10.15587/1729-4061.2020.206073.

4. Voinalovych O., Hnatiuk O., Rogovskii I., Pokutnii O. Probability of traumatic situations in mechanized processes in agriculture using mathematical apparatus of Markov chain method. *Engineering for Rural Development*. 2019. Vol. 18. P. 563-269. doi:10.22616/ERDev2019.18. N245.

5. Aulin V., Hrynkiv A., Lysenko S., Rohovskii I., Chernovol M., Lyashuk O., Zamota T. Studying truck transmission oils using the method of thermal-oxidative stability during vehicle operation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1 (1/6(97)). P. 6-12. doi:10.15587/1729-4061.2019.156150.

6. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.

7. Zagurskiy O., Ohiienko M., Pokusa T., Zagurska S., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole. 2020. 162 p.

8. Zagurskiy O., Rogach S., Titova L., Rogovskii I., Pokusa T. «Green» supply chain as a path to sustainable development. Mechanisms of stimulation of socio-economic development of regions in conditions of transformation. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole. 2019. P. 199-213.

References

1. Nazarenko I., Dedov O., Bernyk I., Rogovskii I., Bondarenko A., Zapryvoda A.,

Titova L. (2020). Study of stability of modes and parameters of motion of vibrating machines for technological purpose. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 6 (7-108). P. 71-79. doi:10.15587/1729-4061.2020.217747.

2. Kresan T., Pylypaka S., Ruzhylo Z., Rogovskii I., Trokhaniak O. (2020). External rolling of a polygon on a closed curvilinear profile. *Acta Polytechnica*. Vol. 60. No 4. P. 313-317. doi:10.14311/AP.2020.60.0313.

3. Hrynkiv A., Rogovskii I., Aulin V., Lysenko S., Titova L., Zagurskiy O., Kolosok I. (2020). Development of a system for determining the informativeness of the diagnosing parameters of the cylinder-piston group of the diesel engines in operation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 3 (5(105)). P. 19-29. doi:10.15587/1729-4061.2020.206073.

4. Voinalovych O., Hnatiuk O., Rogovskii I., Pokutnii O. (2019). Probability of traumatic situations in mechanized processes in agriculture using mathematical apparatus of Markov chain method. *Engineering for Rural Development*. Vol. 18. P. 563-269. doi:10.22616/ERDev2019.18.N245.

5. Aulin V., Hrynkiv A., Lysenko S., Rohovskii I., Chernovol M., Lyashuk O., Zamota T. (2019). Studying truck transmission oils using the method of thermal-oxidative stability during vehicle operation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 1 (1/6(97)). P. 6-12. doi:10.15587/1729-4061.2019.156150.

6. Rogovskii I. L. (2021). Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.

7. Zagurskiy O., Ohienko M., Pokusa T., Zagurska S., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. (2020). Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole. 162 p.

8. Zagurskiy O., Rogach S., Titova L., Rogovskii I., Pokusa T. (2019). «Green» supply chain as a path to sustainable development. Mechanisms of stimulation of socio-economic development of regions in conditions of transformation. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole. P. 199-213.