

УДК 634.1

4.3.1 Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

### **ВЛИЯНИЕ МИКРОРЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ НА ПАРАМЕТРЫ КОЛЕБАНИЙ КУЗОВА ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ В КОНТЕЙНЕРАХ**

Антоненко Максим Владимирович

РИНЦ SPIN-код: 4032-5080

[m.antonenko.pgs@yandex.ru](mailto:m.antonenko.pgs@yandex.ru),

Старший преподаватель

*Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета, Рязань, Россия*

В статье рассмотрено влияние микрорельефа местности на параметры колебаний кузова при транспортировке в контейнерах. Исследования проведены на экспериментальной установке, разработанной для имитации колебаний автомобиля при движении с грузом, транспортируемого в контейнерах. Как правило, колебания движущегося транспортного средства характеризуются амплитудой и частотой колебаний. Важное воздействие оказывает и скорость движения, при увеличении которой амплитуда и частота колебаний также увеличиваются. В целях проведения эксперимента разработана методика, которая направлена на оценку возможного повреждения плодов, в зависимости от воздействия на транспортное средство, перевозящее контейнеры по дороге со сложными грунтовыми условиями, скорости, амплитуды и частоты колебаний кузова. Известны стоимостные показатели проведения исследований в сфере транспортных перевозок, а также качественные показатели их выполнения, поэтому, для проведения исследований процессов колебаний, была разработана установка (вибростенд), позволяющая моделировать и проводить измерения показателей дорожных условий. С учетом результатов исследований, определено, что при увеличении длины неровности и скорости движения, частота колебаний кузова транспортного средства увеличивается, что оказывает негативное влияние на груз, находящийся в кузове (на примере плодоовощной продукции)

Ключевые слова: МИКРОРЕЛЬЕФ, ПАРАМЕТРЫ КОЛЕБАНИЙ, КОНТЕЙНЕР, ВИБРОСТЕНД, МОДЕЛИРОВАНИЕ, СКОРОСТЬ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-199-002>

UDC 634.1

4.3.1 Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

### **INFLUENCE OF TERRAIN MICRORELIEF ON THE PARAMETERS OF BODY VIBRATIONS DURING TRANSPORTATION IN CONTAINERS**

Antonenko Maxim Vladimirovich

RSCI SPIN-code: 4032-5080

[m.antonenko.pgs@yandex.ru](mailto:m.antonenko.pgs@yandex.ru),

Senior Lecturer

*Ryazan Institute (branch) of Moscow Polytechnic University, Ryazan, Russia*

The article examines the influence of terrain microrelief on body vibration parameters during transportation in containers. The studies were carried out on an experimental setup designed to simulate vibrations of a car when moving with cargo transported in containers. As a rule, vibrations of a moving vehicle are characterized by the amplitude and frequency of vibrations. The speed of movement also has an important effect, as it increases the amplitude and frequency of oscillations also increase. In order to conduct the experiment, a methodology has been developed that is aimed at assessing possible damage to fruits, depending on the impact on a vehicle transporting containers on a road with difficult ground conditions, speed, amplitude and frequency of body vibrations. The cost indicators of carrying out research in the field of transport transportation are known, as well as the quality indicators of their implementation, therefore, to conduct research on vibration processes, an installation (vibration stand) was developed that allows modeling and measuring indicators of road conditions. Taking into account the research results, it was determined that with an increase in the length of the unevenness and the speed of movement, the frequency of vibrations of the vehicle body increases, which has a negative impact on the cargo in the body (using the example of fruits and vegetables).

Keywords: MICRORELIEF, VIBRATION PARAMETERS, CONTAINER, VIBRATION STAND, MODELING, SPEED

**Введение.** Как известно, на величину колебательных процессов, возникающих при движении транспортного средства с грузом, основное воздействие оказывают длина и высота неровностей грунтовой дороги, переезда или мостового сооружения.

При характеристике колебаний существует их подразделение на:

1. Неустановившиеся колебания, которые являются наиболее распространенными, так как их проявление отмечено при наезде автомобиля неровности дорожного полотна. Неустановившиеся колебания могут быть, как единичными, так и повторяющимися, имеющими различные характеристики: очертание, объем, размер.

2. Установившиеся колебания, которые встречаются реже, чем неустановившиеся, и образуются при наезде автомобиля на неровности, которые повторяются при движении, как, например, волны, стыки бетонных плит и т. п.

Как правило, колебания движущегося транспортного средства характеризуются амплитудой и частотой колебаний. Важное воздействие оказывает и скорость движения, при увеличении которой амплитуда и частота колебаний увеличиваются. Исследованиями установлено, что при изменении характеристики неровностей, показатели параметров колебаний увеличиваются или уменьшаются. Таким образом, можно заключить, что наиболее качественными показателями ровности дорожного покрытия, т.е. микрорельефа местности, служат параметры колебаний автомобиля. Следовательно, ровность покрытия можно измерить средней величиной амплитуды колебания автомобиля при проезде неровностей на указанном участке при транспортировке продукции с садоводческого участка к складским помещениям.

В соответствии с разработанной методикой, определим характеристики микропрофиля участка грунтовой дороги, имеющего длину 100м, с целью оценки влияния параметров колебаний на плавность хода

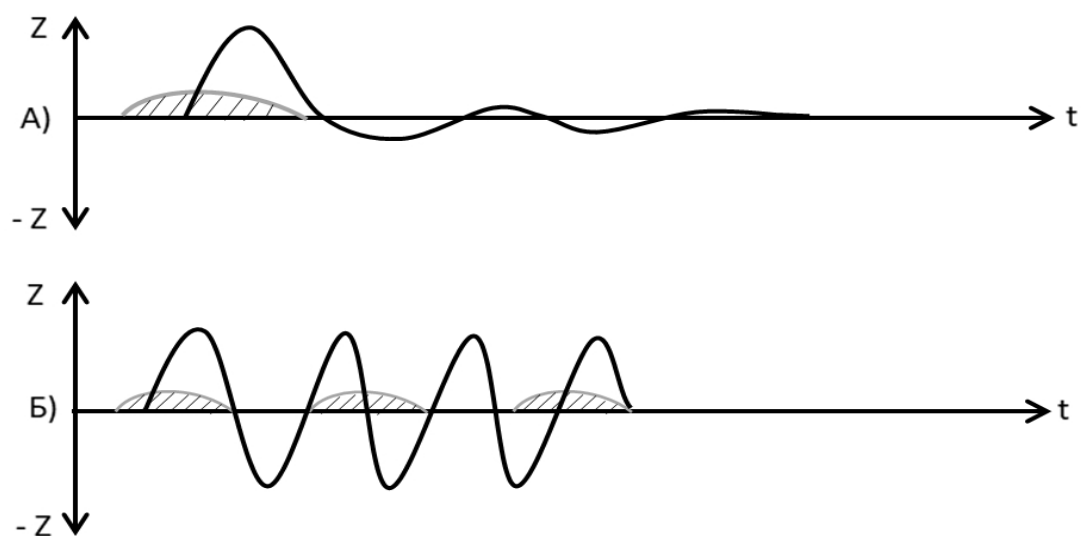
автомобиля, что в свою очередь, окажет влияние на повреждение груза, перевозимого в контейнерах.

**Цель исследований.** Исследование влияние микрорельефа местности на параметры колебаний кузова при транспортировке в контейнерах.

### **Материалы и методы исследований**

В целях проведения эксперимента разработана методика, которая направлена на оценку возможных повреждений плодов в зависимости от воздействия на транспортное средство, перевозимое контейнерами по дороге со сложными грунтовыми условиями, скорости, амплитуды и частоты колебаний кузова.

На рисунке 1 представлены графики с различными типами колебаний автомобиля при движении по дороге с неровностями за определенное время.



а – 1 тип колебаний (неустановившиеся); б - 2 тип колебаний (установившиеся); 1 - неровности участка грунтовой дороги; t – время движения транспортного средства

Рисунок 1 – Графическая зависимость типов колебаний от времени движения автомобиля по дороге с неровностями

На первом этапе, определим высоту и длину неровности с

использованием геометрического нивелирования на участке грунтовой дороги с промежутками для снятия показаний через 10,0 м.

Длину неровности определяли с использованием обычных измерительных инструментов путем пятикратного измерением расстояния между наиболее высокими отметками неровностей.

Высоту неровности грунтовой дороги определяли с использованием геометрического нивелирования. При проведении измерительных работ, с целью моделирования дорожной ситуации, определили превышение по высоте между точками рельефа участка.

Вычисление глубины неровности выполнили с использованием мерной линейки с пятикратным повторением измерений. Полученные значения суммировали и определяли их среднюю величину. Измерение проводилось в тех же местах, где определялись высота и длина неровностей.

Известны стоимостные показатели проведения исследований в сфере транспортных перевозок, а также качественные показатели их выполнения. В РГАТУ для проведения исследований была разработана установка (вибростенд), позволяющая моделировать и проводить измерения необходимых показателей дорожных условий.

После получения средних значений параметров неровностей с использованием возможностей процессора «Microsoft Excel», определили вероятностные характеристики микропрофиля.

В дальнейших экспериментальных исследованиях, полученные значения измерений дорожных условий смоделировали на экспериментальной установке. В таблице 1 представлены исходные данные для моделирования колебаний

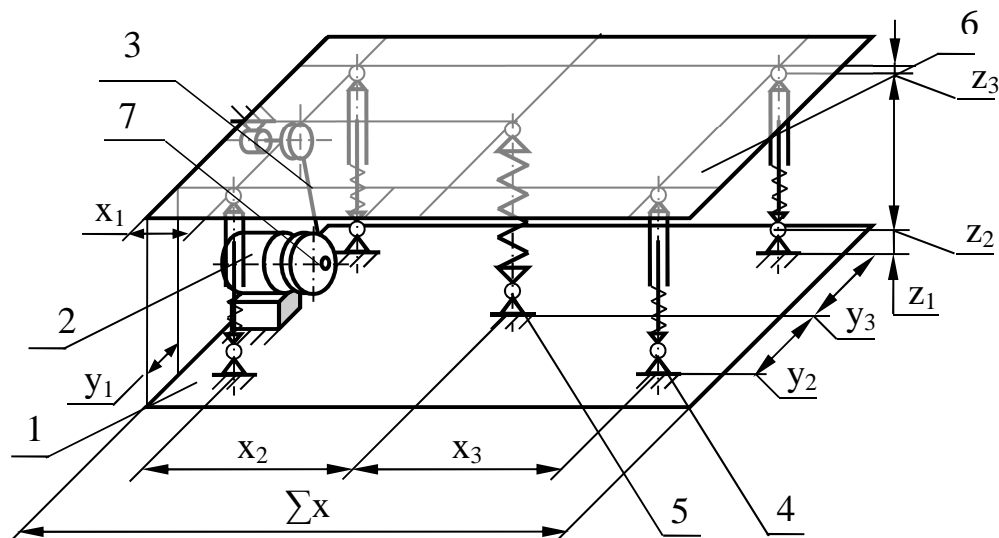
Таблица 1 - Исходные данные для моделирования колебаний

Наименование показателя	Единица измерения	Интервал изменения параметра	Шаг изменения параметра
1	3	4	5
Масса единицы тары с грузом	кг	25	5
Высота волны неровностей микрорельефа		0,009 - 0,05	0,001
Длина волны неровностей микрорельефа		1,5 - 4,5	0,3
Скорость движения автомобилей по грунтовым дорогам	км/час	30 - 40	10
Скорость движения автомобилей при в междугороднем сообщении	км/час	40 - 80	10
Частоты колебаний кузова	Гц	0 - 100	20

Экспериментальная установка состоит из вибрационного стенда, имитирующего вертикальные и горизонтальные колебания транспортного средства с грузом во время движения по пересеченной местности и контрольно-измерительной аппаратуры.

Экспериментальная установка предназначена для проведения испытаний изделий на прочность и устойчивость к вибрациям, и позволяет проводить испытания изделий в условиях воздействия широкополосной случайной и синусоидальной вибрации. Принципиальная схема установки представлена на рисунке 2.

Общий вид экспериментального вибрационного стенда при проведении экспериментов по оценке влияния микрорельефа местности на параметры колебаний кузова при транспортировке в контейнерах представлен на рисунке 3.



1 – основание вибростенда; 2 – электродвигатель; 3 – шток; 4 – направляющие пружины; 5 – сферическая возвратная пружина; 6 – виброплощадка; 7 - эксцентрик с регулятором амплитуды движения штока.

Рисунок 2 – Принципиальная схема вибрационного стенда для динамического испытания устройства для снижения повреждаемости груза

Вибростенд состоит основания (1), на котором установлены приводной электродвигатель переменного тока мощностью 1,5 кВт (2), с регулятором числа оборотов, шарнира и качающегося рычага (штока) (3), соединенного с виброплощадкой (6) посредством шарнира. Виброплощадка (6) имеет размеры, соответствующие наружным размерам дна устройства для снижения повреждаемости груза (контейнера) (на схеме условно не показан) и служит для передачи колебаний контейнеру с плодами.

На направляющих пружинах (4) закреплена рама виброплощадки (6), предназначенная для установки испытуемого груза. Направляющие пружины (4), установленные между виброплощадкой (6) и основанием (1), служат в качестве имитации рессоры транспортного средства. Вибростенд имеет бортовые ограничители (на схеме условно не показаны), имитирующие кузов транспортного средства, и, предназначенные для

фиксации груза. Сферическая возвратная пружина (5), установленная между виброплощадкой (6) и основанием (1), служит для ограничения амплитуды движения виброплощадки (6). На валу электродвигателя (2) установлен эксцентрик (7) с регулятором амплитуды движения штока (3), связанный с виброплощадкой (6). Для определения виброускорения, амплитуды вибрации и ее частоты, использовался портативный виброметр «МЕГЕОН 09631».



1 – основание вибростенда; 2 – электродвигатель; 3 – шток;  
4 – направляющие пружины; 5 – сферическая возвратная пружина; 6 – виброплощадка; 7 - эксцентрик с регулятором амплитуды движения штока

Рисунок 3 – Принципиальная схема вибрационного стенда для динамического испытания устройства для снижения повреждаемости груза

В таблице 2 занесены показания результатов измерения портативным виброметром «МЕГЕОН 09631» частоты колебаний кузова, Гц, скорости движения транспортного средства в зависимости от смоделированной длины неровности.

Таблица 2 – Зависимость частоты колебаний кузова от скорости движения автомобиля и смоделированной длины неровности

Скорость движения транспортного средства, км/ч	Длины неровности, м				
	0,2м	0,5м	0,75 м	1,0 м	1,25 м
1	2	3	4	5	
0	0	0	0	0	0
20	21	18	16	15	9
40	40	37	34	32	25
60	63	58	52	47	39
80	95	82	78	75	71

На рисунке 4 приведена зависимость частоты колебаний кузова от скорости движения автомобиля и смоделированной длины неровности

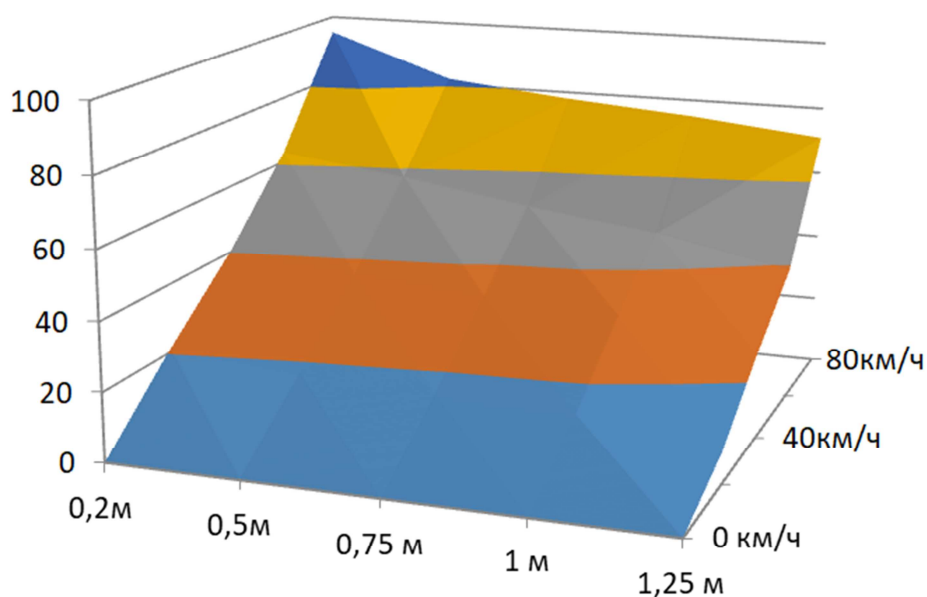


Рисунок 4 - Зависимость частоты колебаний кузова от скорости движения автомобиля и длины неровности

При анализировании рисунка 4 очевидно, что при увеличении длины неровности и скорости движения частота колебаний кузова транспортного средства увеличивается, что оказывает негативное влияние на груз, находящийся в это время в кузове.



**Выводы.** Известны стоимостные показатели проведения исследований в сфере транспортных перевозок, а также качественные показатели их выполнения. В РГАТУ для проведения исследований была разработана установка (вибростенд), позволяющая моделировать дорожные условия выполнять измерение характеристик процессов. С учетом результатов исследований, определено, что при увеличении длины неровности и скорости движения, частота колебаний кузова транспортного средства увеличивается, что оказывает негативное влияние на груз, находящийся в это время в кузове (на примере плодоовощной продукции).

### Библиографический список

1. Белю Л.П., Сохранность плодов на внутрихозяйственных перевозках / Симдянкин А.А., И.А. Успенский, Л.П. Белю, И.А. Юхин, О.В. Филюшин // Известия Нижневолжского агро-университетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2020. - №2 С.346 – 356
2. Успенский, И.А. Исследование алгоритма динамического расчета для уменьшения факторов, усиливающих колебательные движения автомобилей, приводящие к порче перевозимой плодоовощной продукции / И.А. Успенский, М.В. Антоненко, Н.В. Лимаренко и др.] // Известия НВ АУК. 2022. № 3(67). С. 487-497.
3. Успенский, И.А. Перспективы исследования колебательных движений автомобиля, влияющих на сохранность плодоовощной продукции, перевозимой в контейнерах / И.А. Успенский, М.В. Антоненко, Н.В. Лимаренко и др.] // Вестник Рязанского агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – Рязань. – 2023. – № 3. – С. 154-163.DOI: 10.36508/RSATU.2023.20.11.002
4. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебник и практикум для вузов / Н. И. Сидняев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023.

### Bibliography

1. Belyu L.P., Sokhrannost' plodov na vnutrikhozyaystvennykh perevozkakh / Simdyankin A.A., I.A. Uspenskiy, L.P. Belyu, I.A. Yukhin, O.V. Filyushin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agro-universitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye. - 2020. - №2 S.346 – 356
2. Uspenskiy, I.A. Issledovaniye algoritma dinamicheskogo rascheta dlya umen'sheniya faktorov, usilivayushchikh kolebatel'nyye dvizheniya avtomobiley, privodyashchiye k porche perevozimoy plodoovoshchnoy produktsii / I.A. Uspenskiy, M.V. Antonenko, N.V. Limarenko i dr.] // Izvestiya NV AUK. 2022. № 3(67). S. 487-497
3. Uspenskiy, I.A. Perspektivy issledovaniya kolebatel'nykh dvizheniy avtomobilya, vliyayushchikh na sokhrannost' plodoovoshchnoy produktsii, perevozimoy v konteynerakh / I.A. Uspenskiy, M.V. Antonenko, N.V. Limarenko i dr.] // Vestnik Ryazanskogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – Ryazan'. – 2023. – № 3. – S. 154-163.DOI: 10.36508/RSATU.2023.20.11.002

4. Sidnyayev, N. I. Teoriya planirovaniya eksperimenta i analiz statisticheskikh dannykh : uchebnik i praktikum dlya vuzov / N. I. Sidnyayev. — 2-ye izd., pererab. i dop. — Moskva : Izdatel'stvo Yurayt, 2024. — 495 s. — (Vyssheye obrazovaniye). — ISBN 978-5-534-05070-7. — Tekst : elektronnyy // Obrazovatel'naya platforma Yurayt [sayt]. — URL: <https://urait.ru/bcode/535457> (data obrashcheniya: 06.03.2024)