

РЕЗЕРВИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЭЛАСТИЧНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ НА ХЛОПКОУБОРОЧНОЙ МАШИНЕ

Аликулов Саттор Рамазанович

доктор технических наук, профессор

Рашидов Нурбек Шермаатович

доктор философии по техническим наукам, доцент, Каршинский инженерно-экономический институт, Карши, Узбекистан.

Аннотация: Процесс перемещения контейнеров, заполненных уплотненным хлопком из зоны уплотнения в резервирующее устройство, вызывает колебания остова и уборочных аппаратов, что может отрицательно сказаться на агротехнические показатели хлопкоуборочной машины. Используются основные положения теории колебаний, предложены конструкции устройств, снижающих колебания механизмов машины.

Ключевые слова: хлопкоуборочная машина, эластичный контейнер, уплотнение, резервирующее устройство, колебания, остов машины, уборочные аппараты

Annotation: The process of moving containers filled with compacted cotton from the compaction zone to the backup device causes vibrations of the frame and harvesting apparatus, which can negatively affect the agrotechnical performance of the cotton harvester. The basic principles of the theory of vibrations are used, and designs of devices that reduce vibrations of machine mechanisms are proposed.

Научно-исследовательским институтом механизации сельского хозяйства (НИИМСХ) и Каршинским инженерно-экономическим институтом (КИЭИ) предложена технология и технические средства для сбора, погрузки-разгрузки и транспортировки хлопка-сырца контейнерным способом [1-3].

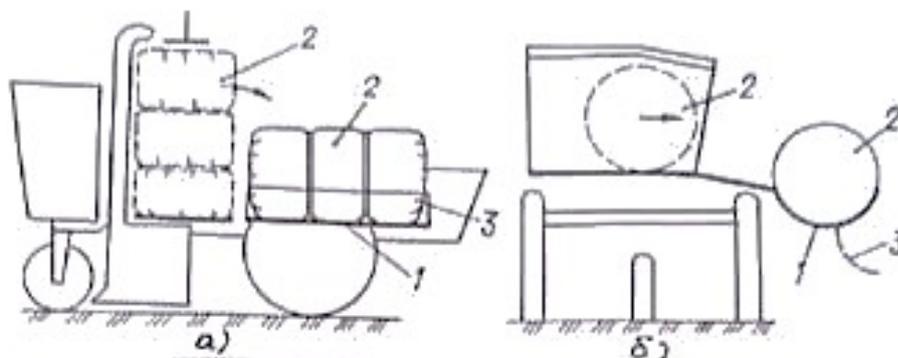


Рис.1. Схема резервирующих устройств на хлопкоуборочной машине:

а) вертикальное, б) горизонтальное резервирующие устройства.

1-резервирующее устройство; 2-контейнер; 3-откидной борт; 4-уплотнительная камера;

В результате анализа технологии и машин для сбора хлопка, предлагается схема, представленная на рис.1. Здесь одно или два (расположенных симметрично относительно остова машины) боковые резервирующие устройства 1, вмещают по одному контейнеру 2. Выгрузка осуществляется откидыванием дугообразного борта 3 в процессе разворота машины. Каждое резервирующее устройство работает индивидуально со своей уплотнительной камерой 4.

По конструктивно-компоновочным соображениям наиболее приемлемы два способа расположения контейнера на хлопкоуборочной машине при наполнении его хлопком – вертикальное (рис.1.а) и горизонтальное (рис.1.б). в зависимости от расположения контейнера хлопкоуборочная машина получила названия – машина с вертикальной или горизонтальной камерами уплотнения.

Разработаны обе конструкции, описанные в работах /10-12/. Хотя эти конструкции имеют различные компоновочные схемы, предполагаемая схема резервирующего устройства приемлема для обеих и является универсальной. При этой схеме наполненный хлопком контейнер перемещается в резервирующее устройство и укладывается в горизонтальном положении.

Резервирование заполненных хлопком контейнеров осуществляется либо путем падения контейнера, предварительно наклоненного устройством замены контейнеров при вертикальной камере уплотнения, либо путем выкатывания контейнера по наклонной плоскости, при горизонтальной камере. Исходя из этого, процесс перемещения контейнера из вертикальной уплотнительной камеры в резервирующее устройство получил название – вертикальное резервирование, а из горизонтальной – горизонтальное резервирование.

В процессе резервирования происходит перемещение массы контейнера на хлопкоуборочной машине в момент сбора хлопка. Этот динамический процесс вызывает реакцию остова машины и, как следствие, колебания остова машины и аппаратов.

Большой вклад в развитие теории динамики хлопкоуборочных машин внесли: Глуценко А.Д, Туранов Х.Т, Матчанов Р.Д. Тошболтаев М. и др [4-6]. Влиянию колебаний аппаратов на полноту сбора посвящена работа А.Б.Газибекова [7]. В работе даны аналитические зависимости полноты сбора от амплитуды линейных и угловых колебаний аппаратов.

Аналитические исследования делятся на три последовательных этапа:

– исследование пространственных колебаний остова хлопкоуборочной машины, как консервативной динамической системы, в процессе резервирования;

- исследование зависимости вынужденных колебаний аппаратов с серийной подвеской от пространственных колебаний остова машины;
- определение ожидаемого снижения полноты сбора в результате колебаний аппаратов.

В процессе исследований были приняты следующие допущения:

- удар контейнера о платформу резервирующего устройства считаем неупругим;
- до начала удара контейнера, система находится в равновесном состоянии;
- центр тяжести контейнера сосредоточен в его геометрическом центре;
- сопротивлением системы пренебрегаем.

Процессом резервирования назван процесс перемещения контейнера из уплотнительной камеры в резервирующее устройство, где контейнер располагается в горизонтальном положении. Эластичный контейнер имеет цилиндрическую форму с одинаковыми параметрами:

- высота контейнера 1,8 – 2,0 м;
- диаметр контейнера 1,1 – 1,2 м;
- масса хлопка в контейнере 250-300 кг.

Таким образом, оба способа резервирования вызывают колебания хлопкоуборочной машины, обусловленные взаимодействием кинетической энергии контейнера и потенциальной энергии остова хлопкоуборочной машины. Поэтому при исследовании процесса резервирования машину следует рассматривать, как стационарную консервативную систему с несколькими степенями свободы. Рассмотрим возможные пространственные колебания хлопкоуборочной машины.

Как любое твердое тело, машина может иметь шесть степеней свободы: продольно-горизонтальные (x); поперечно-горизонтальные (y) и вертикальные (z) колебания центра тяжести, а также угловые колебания вокруг центр масс: продольно-угловые (γ) относительно поперечной оси (Y); поперечно-угловые (θ) относительно продольной оси (X) и угловые перемещения (φ) относительно вертикальной оси (Z).

Уравнение движения системы, находящейся в консервативном силовом поле и обладающей S - степенями свободы, носит название уравнение Лагранжа второго рода для консервативных систем и имеет вид [8]:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{dT}{dq_j} \right) - \frac{dT}{dq_j} = - \frac{d\Pi}{dq_j}, \quad j = 1, 2, \dots, S, \quad (1)$$

где T – кинетическая энергия системы; Π – потенциальная энергия системы; S – число степеней свободы ($S=3$); q_j – обобщенная координата.

Кинетическая энергия T , которой обладает система после неупругого удара контейнера, входящая в уравнение (1) определится как суммарная энергия машины и контейнера по соответствующим координатам

$$T = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^3 a_{ij} q_i q_j, \quad (i, j = 1, 2, 3), \quad (2)$$

где a_{ij} - коэффициент инерции.

В нашем случае удар неупругий и поэтому считаем, что система колеблется как одно целое, т.е. масса контейнера после удара принадлежит массе машины.

Однако при небольших скоростях, не все возможные колебания достигает существенных величин. Существенных значений обычно достигают лишь вертикальные линейные (z), продольно-угловые (y) и поперечно-угловые (θ) колебания [8].

Нами определены свободные пространственные колебания остова хлопкоуборочной машины при резервировании контейнера по трем степеням свободы. Принимая колебания остова как возмущающий фактор, определим вынужденные колебания уборочных аппаратов. Учитывая, что основное снижение полноты сбора определяется горизонтально-поперечными и вертикальными колебаниями аппаратов [10,11], ограничимся изучением этих колебаний.

Вертикальные колебания аппаратов возможны за счет податливости гидросистемы подъема и опускания аппаратов и определяется коэффициентом ее жесткости C_n .

Поперечно-горизонтальные колебания аппаратов относительно остова, по конструктивным соображениям, не могут достигать существенных значений, поэтому принимаем, что аппараты относительно остова хлопкоуборочной машины в этом направлении не колеблются. Определяющее влияние горизонтально-поперечных колебаний на полноту сбора оказывают колебания нижней части рабочей щели аппаратов, непосредственно контактирующей с основаниями кустов хлопчатника. Поэтому поперечно-горизонтальные колебания аппаратов определяются угловыми колебаниями остова хлопкоуборочной машины вокруг продольной оси X . Следовательно

$$A_r = \rho \theta$$

или с учетом (2).

$$A_r = \rho \sum_{r=1}^3 \mu_2^{(r)} A_1^{(r)} \sin(k_r t + \beta_r) \quad (3)$$

где A - амплитуда поперечно-горизонтальных колебаний аппаратов;

P -полярный радиус от оси X до нижней части рабочей щели.

Исходя из сказанного, заключаем:

- горизонтально-поперечные колебаний аппаратов – суть угловые колебания θ остова

машины;

- вертикальные колебания аппаратов, есть вынужденные колебания системы с одной

степенью свободы.

Такие колебания описываются дифференциальным уравнением, имеющим вид.

$$\ddot{q} + 2n\dot{q} + k^2q = \frac{1}{a}Q_r(t),$$
$$2n = \frac{b}{a}; k^2 = \frac{c}{a}, \quad (4)$$

c – коэффициент жесткости; a – коэффициент инерции; b – коэффициент рассеивания

энергии; k – частота собственных колебаний; q – обобщенная координата.

Определение снижения полноты сбора от колебаний уборочных аппаратов

производилось по эмпирическим зависимостям, приведенным в работе [6].

$$\Delta\Pi_r = A_y(A_r) = A_1A_r + A_2A_r^2,$$
$$\Delta\Pi_g = A_z(A_g) = A_1A_g + A_2A_g^2, \quad (5)$$

где $A_1 = 0,05\%/см$, $A_2 = 0,11\%/см^2$, $B_1 = 0,1\%/см$, $B_2 = 0,087\%/см^2$

- коэффициенты функций снижения полноты сбора хлопка при 90% показателях

полноты сбора;

A_r амплитуда поперечно-горизонтальных колебаний аппаратов;

A_v амплитуда вертикальных колебаний аппаратов.

Общее снижение полноты сбора определено суммированием снижений за счет горизонтальных и вертикальных колебаний

$$\Delta\Pi = \Delta\Pi_r + \Delta\Pi_v \quad (6)$$

Таким образом, в результате проведенных аналитических исследований, определено снижение полноты сбора от динамических воздействий массы резервируемого контейнера на остов хлопкоуборочной машины, т.е. с помощью метаматического аппарата прослежен путь влияния удара контейнера о платформу резервирующего устройства, через динамическую систему остов – подвеска – аппараты на полноту сбора хлопкоуборочной машины.

В таблице приведены результаты расчетов амплитуд колебаний остова и аппаратов хлопкоуборочной машины в зависимости от массы резервируемого контейнера и ожидаемое снижение полноты сбора. Из этой таблицы видно, что процесс резервирования контейнера вызывает значительные колебания уборочных аппаратов хлопкоуборочных машины и приводит к снижению полноты сбора до 2,3-4,5%, что недопустимо.

Следовательно, необходимо принять дополнительные меры по снижению амплитуд колебаний аппаратов.

Результаты аналитических исследований

Параметр	Экспериментальная установка на базе ХНП-1,8				
	Масса контейнера m_k , кг.				
	250	275	300	325	350
Z, см	3,1	3,26	4,23	4,7	5,0
θ , рад	0,014	0,016	0,019	0,021	0,023
φ , рад	0,015	0,015	0,02	0,022	0,025
A_r , см	2,43	2,61	3,16	3,67	3,9
A_v , см	1,1	1,15	1,5	1,67	1,79
Снижение полноты сбора, %	1,0	1,1	1,6	2,1	2,3

На основании проведенных аналитических исследований можно сделать следующие выводы:

1. Процесс резервирования контейнеров вызывает значительные колебания аппаратов хлопкоуборочной машины, что может привести к снижению полноты сбора хлопка-сырца на 2,3-4,41%. Поэтому для уменьшения амплитуды колебаний аппаратов, резервирующее устройство должно устанавливаться на спорное колесо, движущееся по междурядью.

2. Предполагается, что резервирующее устройство с опорными колесами окажет демпирующее действие на уборочные аппараты не только в процессе резервирования, но и в процессе сбора хлопка с зарезервированным контейнером.

3. Рациональной схемой резервирующего устройства для навесной системы хлопкоуборочной машины является схема с боковым расположением контейнеров и выгрузкой на обе стороны. Такая схема является универсальной как для горизонтальной, так и вертикальной камер уплотнения.

4. В работе хлопкоуборочной машины появляется новый динамический процесс, связанный с перемещением довольно значительной массы контейнера. Поэтому необходимо изучить влияние этого процесса на их динамические и, связанные с ними, агротехнические показатели хлопкоуборочной машины.

Использованная литература

1. Рашидов Н.Р., Аликулов С.Р., Худайбердиев А.А., Ким Е.Г., Аширалиев М. Технология уборки и транспортировки хлопка-сырца контейнерным способом. //Механизация хлопководства, 1984, № 5, с.9-11.

2. Мальков С.В., Аликулов С.Р. Исследование нагрузок на опорное колесо рещервирующего устройства и раму хлопкоуборочной машины при резервировании контейнера. В кн. Мезанизация сельскохозяйственных процессов в хлопководстве. Труды САИМЭ. Ташкент. 1986. 43 с.

3. Шполянский Д.М., Мальков С.В., Аликулов С.Р. Резервирующее устройство для контейнеров к хлопкоуборочной машине. //Механизация хлопководства. 1985. № 11.с.15.

4. Матчанов Р.Д. Исследование динамических свойств и совершенствование конструкций многорядных хлопкоуборочных машин Автореф. дисс. докт. техн. наук. Ташкент.1981. 37 с.

5. А.С. СССР № 628844. Контейнер для волокнистых материалов. Глущенко А.Д., Федоров В.А., Матчанов Р.Д. Оpubл. в Б.И. 1977, № 38.

6. Матчанов Р.Д., Тошбалтаев М.Т. Экспериментальное исследование поперечных колебаний хлопкоуборочной машины. //Механизация хлопководства. 1979.№3. с.12-13.

7. Газибеков А.Б., Тошбалтаев М.Т. Оценка влияния компоновки хлопкоуборочных машин на их вибронагруженность и устойчивость движения. //Механизация хлопководства. 1984. №7, с.5-6.
8. Яблонский А.А., Норейко С.С. Курс теории колебаний. Издание второе. Высшая школа. М. 1966. 255 с.
9. Alikulov S.R., Jurayev A. Research in compaction of cotton under its pulsed unloading in container trailers and modules of system «Multilift». // Известия ВУЗов. Технические науки. 2001, № 2-4.
10. Работа хлопкоуборочной машины без остановок на выгрузку. –Implement Tract, 1978, 93, № 6, с.26