

**ОЦЕНКА СНИЖЕНИЯ ПОЛНОТЫ СБОРА ХЛОПКА-СЫРЦА
ВСЛЕДСТВИЕ ПОПЕРЕЧНО-ВЕРТИКАЛЬНЫХ СЛУЧАЙНЫХ
КОЛЕБАНИЙ УБОРОЧНЫХ АППАРАТОВ**

*Уразалиев Фахритдин Бахритдинович
Ассистент кафедры «Инженерная и компьютерная графика»
Джизакского политехнического института
Джизак, Республика Узбекистан*

**EVALUATION OF THE REDUCTION IN THE COMPLETENESS OF THE
HARVEST OF RAW COTTON DUE TO TRANSVERSE-VERTICAL
RANDOM VIBRATIONS OF HARVESTERS**

*Urazaliyev Fakhriddin Bakhriddinovich
Assistant of the Department
of Engineering and Computer Graphics
Jizzakh Polytechnic Institute
Jizzakh, Republic of Uzbekistan*

***Аннотация:** Одной из актуальных задач, стоящих перед создателями новых хлопкоуборочных машин, является улучшение их агротехнических показателей. Решение этой задачи связано с улучшением динамических качеств машин, что во многом определяется их рациональной их рациональной компоновкой и выбором оптимальных конструктивных параметров.*

***Abstract:** One of the urgent tasks facing the creators of new cotton harvesters is to improve their agrotechnical indicators. The solution of this problem is associated with the improvement of the dynamic qualities of machines, which is largely determined by their rational, rational layout and the selection of optimal design parameters.*

***Ключевые слова:** уборочных аппарат, рядка, горизонтальном и вертикальном направлении, полноты сбора хлопка-сырца, уборочных аппарат, вертикальном сдвиге аппаратов*

***Keywords:** harvesting apparatus, row, horizontal and vertical direction, completeness of the collection of raw cotton, harvesting apparatus, vertical shift of apparatuses.*

Введение. Выведение сельскохозяйственного производства Республики Узбекистан на высокий уровень является важнейшей задачей сельскохозяйственного машиностроения и сельскохозяйственной науки. Задачей ученых-механизаторов является, ускорение темпов механизации и внедрения новых достижений науки, техники и передового опыта. В производстве хлопка-сырца наиболее трудоемкой технологической операцией является сборка урожая. В настоящее время в хозяйствах Узбекистана работают свыше 30 тысяч хлопкоуборочных машин, которыми в 1989-1991 гг. убрано более 70 % заготовленного хлопка-сырца.

Литературный обзор и методы исследование. Существующие в настоящее время серийные навесные машины, даже, если не принимать в расчет вопросы эргономики, экологии, дизайна и других, не могут удовлетворить все возрастающие потребности сельского хозяйства и тем более стать конкурентоспособными. Причина отставания - низкая производительность в результате недостаточной рабочей скорости, малой ширины захвата и крайне низкой надежности. Значительная работа в этом направлении проводится также узбекскими учеными Уразалиев Ф.Б. «Определение характеристик увода шин хлопкоуборочной машины». Материалы международной научно-практической конференции «Узбекистан и автомобильная промышленность: интеграция науки, образования и производства». 2021. Андижон. с 236-239. Кроме того, [Асцатуров В.С. *Исследование влияния условий работы и колебаний уборочных аппаратов на агротехнические показатели хлопкоуборочных машин. Автореф. дис... канд. техн. наук. – Ташкент, 1978. – 17 с. Азаров И.Н. Исследование процесса автоматического вождения хлопкоуборочной машины. Автореф. дис... канд. техн. наук. – Ташкент, 1972. – 28 с. Уразалиев Ф. Б., Айнакулов Х. А., Назаров О. Т. Исследования реакции сложного узла подземных сооружений при землетрясениях как система с одной степенью свободы //Инициатива в образовании: проблема интерпретации знания в современной науке. – 2019. – С. 328-332.]*

Процесс сбора хлопка-сырца при сдвиге щели уборочных аппаратов относительно ряда растений в горизонтальном и вертикальном направлениях подробно исследован в работах ряда авторов [Асцатуров В.С. *Исследование влияния условий работы и колебаний уборочных аппаратов на агротехнические показатели хлопкоуборочных машин. Автореф. дис... канд. техн. наук. – Ташкент, 1978. – 17 с., Азаров И.Н. Исследование процесса автоматического вождения хлопкоуборочной машины. Автореф. дис... канд. техн. наук. – Ташкент, 1972. – 28 с., Уразалиев Ф.Б. «Определение характеристик увода шин хлопкоуборочной машины». Материалы международной научно-практической конференции «Узбекистан и автомобильная промышленность: интеграция науки, образования и производства». 2021. Андижон. с 236-239, Блехарская М.И., Барьер Н.Б. Влияние величины смещения кустов хлопчатника от оси ряда на показатели работы хлопкоуборочной машины. «Механизация хлопководства». – Ташкент, 1975, № 8, с.8.], однако в этих работах не учитывались вероятностные характеристики изучаемых процессов. Полученные авторами результаты, а именно зависимость снижения полноты сбора хлопка-сырца A_y от величины горизонтально-поперечного смещения уборочных аппаратов y_a упределена на рис. 1.*

На рис. 2 представлена зависимость снижения полноты сбора хлопка-сырца A_z от величины вертикального смещения уборочных каратов z_a .

В упомянутых работах проведена аппроксимация кривых рис. 5 и 6 в виде квадратичных полиномов, свидетельствующих о существенной нелинейности зависимостей $A_y(y_a)$ и $A_z(z_a)$.

Сами процессы $A_y(y_a)$ и $A_z(z_a)$ являются случайными функциями. Рассматривая их, как нормально-распределенные стационарные центрованные процессы, мы получаем возможность исследовать результат прохождения этих процессов через представленные на рис. 1 нелинейности.

Пусть на нелинейный элемент действует случайная величина с известной плотностью вероятности $P_1(y_a)$. Найдем плотность вероятности

$P_2(y_y)$ выходной величины A_y . Связь между A_y и y_a определяется нелинейной зависимостью $A_y = f(y_a)$ (рис. 2):

$$A_y = \frac{1}{8} y_a^2 \quad (1)$$

Предлагаемая Р.Д.Матчановым и В.С.Асцатуровым аппроксимация в виде $A_y = 0,11y_a + 0,05y_a^2$ [12,43] практически совпадает с зависимостью (1) при $|A_y| \leq 0,06$ м.

Так как предполагается, что $f(y_a)$ определяет однозначное соответствие между A_y и y_a в каждый рассматриваемый момент времени, независимо от значения y_a в предыдущие моменты, то плоскость вероятности $p_z(A_y)$ определяется из соотношения:

$$p_2(A_y)dA_y = p_1(y_a)dy_0$$

откуда

$$p_2(A_y) = \frac{p_1(y_a)}{dA_y / dy_0}.$$

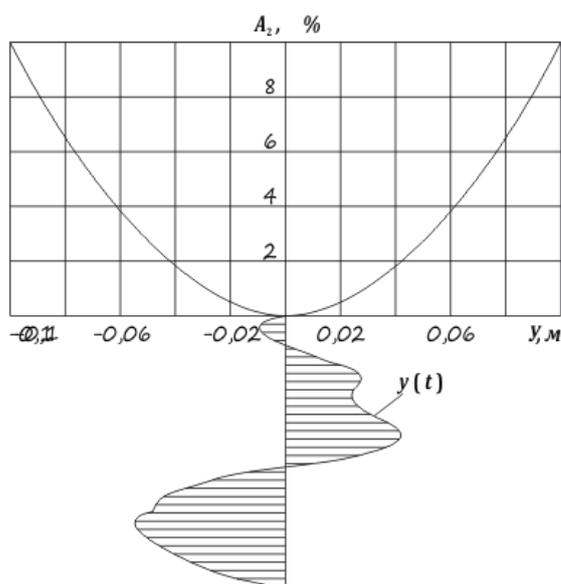


Рис. 1. Зависимость снижения полноты сбора хлопка-сырца от горизонтально-поперечного смещения уборочных аппаратов

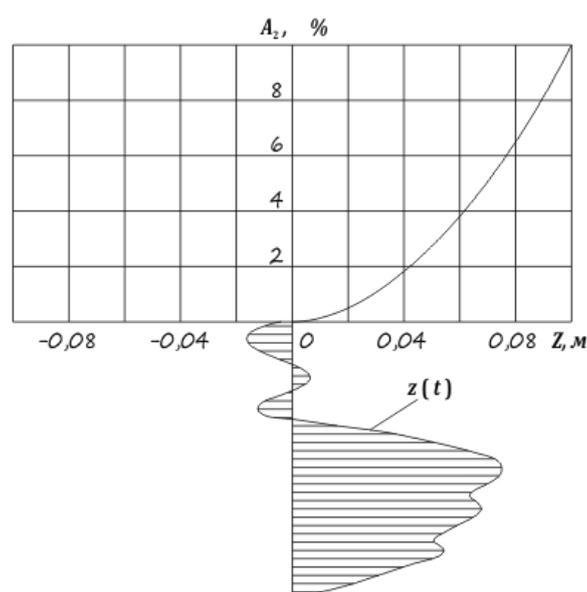


Рис. 2. Зависимость снижения полноты сбора хлопка-сырца от вертикального смещения уборочных аппаратов

Та как обратная функция $y = \varphi(A_y)$ неоднозначна, то

$$p_2(A_y) = \left| \frac{p_1(y_a)}{\frac{dA_y}{dy_a}} \right|_{y_a=y_1} + \left| \frac{p_1(y_a)}{\frac{dA_y}{dy_a}} \right|_{y_a=y_2}, \quad (2)$$

где y_1, y_2 – значения входной величины y , соответствующие рассматриваемому значению A_y .

Так как при принятой аппроксимации $\frac{dA_y}{dy_a} = \frac{1}{4}y_a$, а $y_a = \pm\sqrt{8A_y}$, то,

подставляя эти выражения в формулу (2), получим

$$p_2(A_y) = \frac{p_1(\sqrt{8A_y})}{1/4\sqrt{8A_y}} + \frac{p_1(-\sqrt{8A_y})}{1/4\sqrt{8A_y}} \quad \text{при } A_y \geq 0;$$

$$p_2(A_y) = 0 \quad \text{при } A_y < 0.$$

Учитывая, что

$$p_1(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_{y_a}} \cdot e^{-\frac{y^2}{2\sigma_{y_a}^2}},$$

получим

$$p_2(A_y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_{y_a}} \cdot e^{-\frac{A_y}{\sigma_{y_a}^2}} \quad \text{при } A_y \geq 0; \quad (3)$$

$$p_2(A_y) = 0 \quad \text{при } A_y < 0.$$

График полученного распределения будет иметь вид, показанный на рис. 3.

Найдем теперь плотность распределения $p_z(A_z)$ снижения полноты сбора хлопка-сырца A_z при вертикальном сдвиге аппаратов z_a . Предположения относительно процесса z_a те же, что и относительно процесса y_a .

Нелинейность связи $A_z = A_z(z_a)$ будет существенно другой, чем на рис.

2. Аналитически эту зависимость можно представить следующим образом:

$$\begin{aligned}
 A_z &= 0 \quad \text{при } z_a < 0; \\
 A_z &= 0,1z_0^2 \quad \text{при } z_a \geq 0.
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Р.Д.Матчановым и В.С.Асцатуровым предложены аппроксимирующие выражения следующего вида:

$$\begin{aligned}
 A_z &= 0 \quad \text{при } z_a < 0; \\
 A_z &= 0,087z_0^2 + 0,1z_a \quad \text{при } z_a \geq 0.
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Расчет показывает, что для $z_a \leq 0,1$ м кривые, соответствующие выражениям (4) и (5), практически совпадают.

Для определения $p_z(A_z)$ воспользуемся соотношением (2).

При этом

$$\frac{dA_z}{dz_a} = \begin{cases} 0 & \text{при } z_a < 0 \\ \frac{1}{5}z_a & \text{при } z_a \geq 0, \end{cases} \quad \text{а } z_a = \sqrt{10A_z}.$$

Тогда, согласно соотношению (2), получим

$$\begin{aligned}
 p_2(A_z) &= \frac{p_1(\sqrt{10A_z})}{\sqrt{0,4A_z}} \quad \text{при } A_z > 0; \\
 p_2(A_z) &= 0 \quad \text{при } A_z < 0.
 \end{aligned}$$

Учитывая нормальное распределение процесса z_a , имеем

$$\begin{aligned}
 p_2(A_z) &= \frac{1}{2\sqrt{0,8\pi A_z} \sigma_{z_a}} \cdot e^{-\frac{5A_z}{\sigma_{z_a}^2}} \quad \text{при } A_z > 0; \\
 p_2(A_z) &= 0 \quad \text{при } A_z < 0.
 \end{aligned}$$

Особого внимания заслуживает поведение функции $p_z(A_z)$ в точке $A_z = 0$.

Так как $A_z = 0$ для всех $z_a < 0$, а распределение z_a – нормальное, то вероятность того, что $A_z = 0$ совпадает с вероятностью того, что $z_a < 0$ и равна 1/2. Отсюда вытекает, что

$$p_z(A_z = 0) = \infty.$$

Запишем формулу для плотности распределения в виде функций с соответствующими коэффициентами:

$$p_2(A_z) = \frac{1}{2} \delta(A_z) + \frac{1}{2\sqrt{0,8\pi A_z} \sigma_{z_a}} \cdot e^{-\frac{5 A_z}{2 \sigma_{z_a}^2}} \quad \text{при } A_z \geq 0;$$

$$p_2(A_z) = 0 \quad \text{при } A_z < 0.$$

Слагаемое $\frac{1}{2} \delta(A_z)$ равно нулю всюду, кроме точки $A_z = 0$ где оно обращается в бесконечность. Коэффициент $1/2$ при дельта функции равен интегральной вероятности $p(z_a \leq 0)$ для случая нормального закона с нулевым средним. График полученного распределения представлен на рис. 4.

Таким образом мы нашли такие важные характеристики процессов снижения полноты сбора хлопка-сырца при случайном смещении щели хлопоуборочных аппаратов, как плотности распределения этих процессов.

Это дает возможность при известном входном процессе определить среднее значение снижения полноты сбора с учетом нелинейной связи между указанными величинами. Как известно, среднее значение переменной величины определяют из выражения:

$$\bar{y}_a = \int_{-\infty}^{\infty} y_a \cdot p(y_a) dy_a,$$

где \bar{y}_a – среднее значение величины y_a .

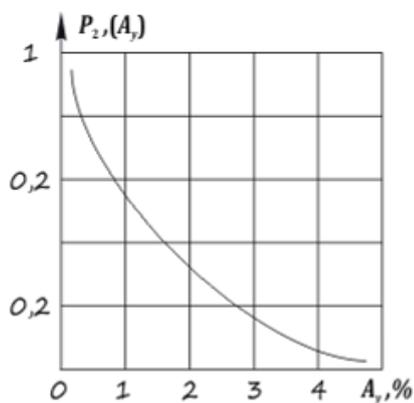


Рис. 3. График распределения вероятности снижения полноты сбора хлопоуборочных аппаратов при поперечных колебаниях уборочных аппаратов

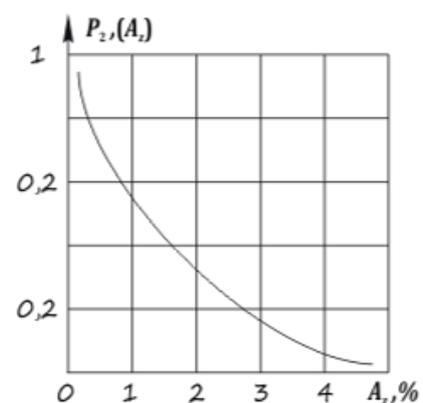


Рис. 4. График распределения вероятности снижения полноты сбора хлопоуборочных аппаратов при вертикальных колебаниях уборочных аппаратов

аппаратов.

аппаратов.

Найдем среднее значение \bar{A}_y и \bar{A}_z с учетом полученных плотностей распределения $p_2(A_y)$ и $p_2(A_z)$.

Тогда

$$\bar{A}_y = \int_{-\infty}^{\infty} A_y \cdot p_2(A_y) dA_y, \quad (6)$$

$$\bar{A}_z = \int_{-\infty}^{\infty} A_z \cdot p_2(A_z) dA_z, \quad (6)$$

Подставляя в выражение (7) уравнение (3), получим:

$$\bar{A}_y = \int_{-\infty}^0 A_y \cdot p_2(A_y) dA_y + \int_0^{\infty} A_y \cdot p_2(A_y) dA_y,$$

или

$$\bar{A}_y = \int_0^{\infty} A_y \cdot \frac{1}{\sqrt{\pi \cdot A_y \cdot \sigma_{y_a}}} \cdot e^{-4 \frac{A_y}{\sigma_{y_a}^2}} \cdot dA_y,$$

или

$$\bar{A}_y = \frac{1}{\sqrt{\pi \cdot \sigma_{y_a}}} \int_0^{\infty} \sqrt{A_y} \cdot e^{-4 \frac{A_y}{\sigma_{y_a}^2}} \cdot dA_y.$$

Этот интеграл равен:

$$A_y = \frac{1}{16} \cdot \sigma_{y_a}^2 = 6,25 \cdot D_{y_a} \cdot 10^{-2}.$$

Получим теперь выражение для \bar{A}_z

$$\bar{A}_z = \int_{-\infty}^0 A_z \cdot p_2(A_z) dA_z + \int_0^{\infty} A_z \cdot p_2(A_z) dA_z;$$

$$\bar{A}_z = 2,5 \cdot \sigma_{z_a}^2 \cdot 10^{-2}.$$

Таким образом снижение полноты сбора хлопка-сырца можно записать в явном виде как функцию дисперсии процесса смещения щели хлопкоуборочного аппарата:

$$A_{CK} = \bar{A}_y + \bar{A}_z,$$

$$A_{СК} = (6,25 \cdot D_{y_a} + 2,5 \cdot D_{z_a}) \cdot 10^{-2} \cdot \% / \text{см}^2. \quad (9)$$

где $A_{СК}$ – снижение полноты сбора хлопка-сырца при случайных колебаниях, в %;

D_{y_a}, D_{z_a} – дисперсия процессов отклонения щели, выраженная в см^2 .

Из полученной формулы видно, что снижение полноты сбора уборочных аппаратов прямо пропорционально дисперсиям как вертикального, так и поперечного случайного колебания щели уборочных аппаратов от заданного направления.

Предложенный метод расчета позволяет аналитически учесть зависимость снижения полноты сбора хлопка от характеристик устойчивости движения и уровня колебаний хлопкоуборочной машины.

Если случайные колебания уборочных аппаратов происходят при большом смещении их относительно рядков куста хлопчатника, снижение полноты сбора определяется формулой:

$$A = A_{СК} + A_y(y_a) + A_z(z_a), \quad (10)$$

где $A_y(y_a), A_z(z_a)$ – снижения полноты хлопка-сырца при смещениях.

Результаты. В своей работе отмечает, что важнейшей задачей конструктора является обеспечение прямолинейного движения машины в процессе работы. Однако проводимые научно-исследовательские и конструкторские работы в основном направлены на решение проблемы устойчивости движения лишь аппаратов, путем совершенствования их навески. Такой односторонний подход не дает и не может дать существенного положительного эффекта.

Заключение. Целью настоящей работы является исследование влияния компоновочной схемы хлопкоуборочной машины и параметров некоторых ее узлов на снижение колебаний и повышение агротехнических показателей при увеличении рабочей скорости. При разработке образцов самоходных машин учтены результаты исследований, отраженных в данной диссертационной работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асцатуров В.С. Исследование влияния условий работы и колебаний уборочных аппаратов на агротехнические показатели хлопкоуборочных машин. Автореф. дис... канд. техн. наук. – Ташкент, 1978. – 17 с.
2. Азаров И.Н. Исследование процесса автоматического вождения хлопкоуборочной машины. Автореф. дис... канд. техн. наук. – Ташкент, 1972. – 28 с.
3. Уразалиев Ф.Б. «Определение характеристик увода шин хлопкоуборочной машины». Материалы международной научно-практической конференции «Узбекистан и автомобильная промышленность: интеграция науки, образования и производства». 2021. Андижон. с 236-239.
4. Блехарская М.И., Барьер Н.Б. Влияние величины смещения кустов хлопчатника от оси рядка на показатели работы хлопкоуборочной машины. «Механизация хлопководства». – Ташкент, 1975, № 8, с.8.
5. Уразалиев Ф.Б., Айнакулов Х.А., Назаров О.Т. Исследования реакции сложного узла подземных сооружений при землетрясениях как система с одной степенью свободы //Инициатива в образовании: проблема интерпретации знания в современной науке. – 2019. – С. 328-332.
6. Игамбердиев Х.Х. и др. Горизонтально шпиндельная хлопкоуборочная машина с приводом клиноременной передачи //Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономического обеспечения сельскохозяйственного производства. – 2017. – С. 1225-1228.
7. Эгамназаров Г.Г. и др. Устройства для отделения семян от шелухи арахиса //Актуальные вопросы развития аграрной науки в современных экономических условиях. – 2015. – С. 44-46.
8. Куйчиев О.Р., Мирсаидов А.Т., Соатов А.М. К вопросу определения параметров грейферных погрузчиков //Вопросы технических и физико-математических наук в свете современных исследований. – 2019. – С. 46-51.