

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ УПЛОТНИТЕЛЯ ХЛОПКА В КОНТЕЙНЕРЫ НА ХЛОПКОУБОРОЧНОЙ МАШИНЕ

Аликулов Саттар Рамазанович

доктор технических наук, профессор. Каршинский инженерно-экономический институт, Республика Узбекистан

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены вопросы определения рациональных параметров процесса уплотнения хлопка в эластичные контейнеры и уплотнительного механизма с учетом достижения наибольшей плотности хлопка в контейнере и производительности уплотнителя

Ключевые слова: хлопкоуборочная машина, уборочные аппараты, эластичный контейнер, уплотнительные лапы, плотность хлопка, усилие уплотнения, цикл уплотнения

АННОТАЦИЯ

The issues of determining rational parameters for the process of compacting cotton into elastic containers and the compacting mechanism are considered, taking into account the achievement of the highest density of cotton in the container and the performance of the compactor

Научно исследовательским институтом механизации сельского хозяйства и Каршинским инженерно-экономическим институтом разработана технология контейнерной уборки и транспортировки хлопка-сырца и предложены средства для его осуществления. Технология включает в себя следующие операции: поле-контейнер с уплотнителем – резервирующее устройство для порожних и заполненных хлопком эластичных контейнеров – сброс контейнеров с хлопком на разворотную в количестве, которое обеспечивает полосу хлопкового поля – погрузка контейнеров в кузов транспортного средства и доставка на хлопкозаготовительные пункты для хранения и дальнейшей переработки сырца.

В начале работы хлопкоуборочная машина заряжается порожними контейнерами, которое обеспечивает непрерывную работу машины в течение смены или половины смены. Хлопок с уборочных аппаратов системой транспорта поступает в контейнер, находящийся под уплотнителем. С поступлением хлопковой массы уплотнитель совершает возвратно-поступательное движение в вертикальной плоскости и начиная от дна емкости

уплотняет хлопок. При достижении требуемого значения плотности уплотнительный элемент поднимается вверх. Этот процесс продолжается до заполнения контейнера.

Для эффективной работы уплотнителя необходимо соблюдать следующие условия:

$$W_{\text{упл}} > W_{\text{хум}}, \quad (1)$$

где $W_{\text{хум}}$ - производительность хлопкоуборочной машины, кг/с;

$W_{\text{упл}}$ - производительность уплотнителя, кг/с.

Производительность хлопкоуборочной машины определяется по общеизвестной формуле

$$W_{\text{хум}} = 0,36 \cdot B_p \cdot V_p \cdot u_x \cdot \varepsilon \cdot \mu \cdot \tau, \quad (2)$$

где: B_p - ширина захвата, м; V_p - рабочая скорость, м/с; u_x - урожайность хлопчатника, кг/м²; ε - степень раскрытия коробочек; μ - полнота сбора;

τ - коэффициент использования сменного времени.

Производительность уплотнителя равна количеству поступившей хлопковой массы за один цикл уплотнения. Ее можно выразить следующим выражением:

$$W_{\text{упл}} = \frac{\pi \cdot R_k^2 \cdot h \cdot \gamma_0}{t_{\text{ц}}}, \quad (3)$$

где: R_k - радиус контейнера, м; γ_0 - плотность хлопка в насыпном состоянии, кг/м³, h - высота слоя свободной насыпки хлопка, м; $t_{\text{ц}}$ - продолжительность одного цикла уплотнения, с.

Подставляя значения (3) и (2) в (1), получим высоту насыпки хлопка в контейнере:

$$h = \frac{0,36 \cdot B_p \cdot V_p \cdot u_x \cdot \varepsilon \cdot \mu \cdot \tau \cdot t_{\text{ц}}}{\pi \cdot R_k^2 \cdot \gamma_0} \quad (4)$$

Уплотнительные элементы при завершении каждого цикла сжатия должны оторваться от поверхностного слоя хлопка. Поэтому ход уплотнителя должен быть больше, чем высота насыпки хлопка: $h_y > h$. Выражение (4) показывает, что этот показатель зависит от производительности уборочных аппаратов и от некоторых параметров уплотнителя и контейнера. Оптимальное его значение $h_y = 0,3 \dots 0,4$ м даст возможность добиться высокой плотности при максимальной производительности уплотнителя.

В процессе работы уплотнитель с определенной скоростью перемещается вверх до заполнения контейнера. После каждого цикла он перемещается на ΔZ (рис.1). При равномерном распределении хлопка по площади контейнера и одинаковом усилии уплотнения это значение, как уже было отмечено, остается постоянным.

Среднюю линейную скорость перемещения уплотнительных элементов вверх можно определить следующим образом:

$$V_{\text{уср}} = \frac{H}{T}, \quad (5)$$

где: H - высота контейнера, м; T - время заполнения контейнера хлопком, с.

$$T = P_{ц} \cdot t_{ц}, \quad (6)$$

где: $P_{ц}$ - количество циклов; $t_{ц}$ - время одного цикла уплотнения, с.

Масса хлопка-сырца в заполненном контейнере вычисляется с учетом средней плотности:

$$G_x = V_k \cdot \gamma = \pi \cdot R_k^2 \cdot H \cdot \gamma, \quad (7)$$

где V_k - объем контейнера, m^3

Отсюда

$$H = \frac{G_x}{\pi \cdot R_k^2 \cdot \gamma}, \quad (8)$$

С учетом выражений (8) и (6) средняя линейная скорость перемещения уплотнительных элементов вверх будет равна:

$$V = \frac{G_x}{\pi \cdot R_k^2 \cdot \gamma \cdot P_{ц} \cdot t_{ц}}. \quad (9)$$

Выражение (9) показывает, что увеличение плотности хлопка и цикла уплотнения приводят к уменьшению скорости перемещения в пределах $2 \cdot 10^{-3}$ - $3 \cdot 10^{-3}$ м/с. На уплотняющую способность механизма существенное влияние оказывает и расстояние между внутренними концами уплотнительных элементов: с увеличением ухудшается взаимодействие их с хлопком. В результате центральная часть массы остается необработанной и выпучивается между уплотнительными элементами. Для выявления влияния расстояния, обозначенного L_y , на процесс уплотнения, рассмотрим схему сил, действующих на уплотняемую среду (рис.1).

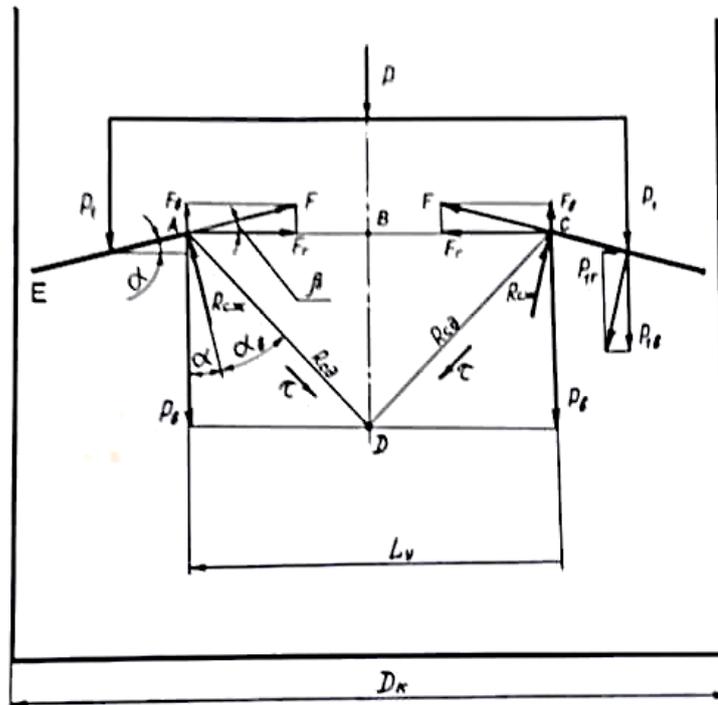


Рис.1. К определению расстояния L_y .

Уплотнительный элемент действует на хлопок с силой P_1 , в результате масса сжимается. Здесь надо отметить, что на хлопок действуют несколько

уплотнительных элементов, поэтому усилие уплотнения на штоке P равно сумме сил, действующих на уплотнительные элементы

$$P = nP_1,$$

где n – количество уплотняющих элементов.

Уплотнительные элементы расположены под некоторым углом Y к горизонту. Уплотнительная сила распределяется под углом внутреннего трения хлопка Y_B , ей противодействуют равнодействующая сила сопротивления (реакции) хлопка сжатию $R_{сж}$, касательные силы сдвига хлопка между уплотнительными элементами R_{cd} и силы трения F об уплотнительный элемент:

$$P_1 = R_{сж} \cdot \cos Y + R_{cd} + F \quad (10)$$

Касательные силы сдвига определяются из выражения

$$R_{cd} = \tau_{cd} \cdot L \cdot B, \quad (11)$$

где τ_{cd} – сопротивление сдвигу, кПа, L, B – длина и ширина плоскости сдвига.

По данным Г.И.Мирошниченко:

$$\tau_{cd} = \mu_B \cdot \rho_1 + C, \quad (12)$$

где: μ_B – коэффициент внутреннего трения хлопка; ρ_1 – нормальное давление, кПа; C – величина общего сцепления.

$$\text{Тогда} \quad R_{cd} = (\mu_B \cdot \rho_1 + C) \cdot L \cdot B, \quad (13)$$

Разложим силу R_{cd} на составляющие $R_{сж}$ и P_B .

$$\text{Вертикальная составляющая} \quad P_B = (\mu_B \cdot \rho_1 + C) \cdot L \cdot B \cdot \cos(\varphi_B + \varphi), \quad (14)$$

$$\text{а горизонтальная составляющая} \quad R_{сж} = (\mu_B \cdot \rho_1 + C) \cdot L \cdot B \cdot \sin(\varphi_B + \varphi) \quad (15)$$

Отложив в масштабе ($M = M$ кгс) силы R_{cd} , P_B и $R_{сж}$, получим векторный $\triangle ABD$, в котором

$$AB = \frac{L_y}{2}, \quad (16)$$

Или, исходя из системы сил $AB = M \cdot R_{cd} \cdot \sin(\varphi_B + \varphi)$,

Поставляя в уравнение (16) значение AB , получим:

$$M \cdot R_{cd} \cdot \sin(\varphi_B + \varphi) = \frac{L_y}{2},$$

Откуда $L_y = 2M \cdot R_{cd} \cdot \sin(\varphi_B + \varphi)$.

После подстановки значения R_{cd} , имеем:

$$L_y = 2M(\mu_B \rho_1 + C) \cdot \sin(\varphi_B + \varphi) \cdot L \cdot B, \quad (17)$$

Если L заменить параметрами контейнера и уплотнительных элементов, то получим: $L = AE \cdot \cos \varphi$

$$L_y = 2M(\mu_B \rho_1 + C) \cdot \sin(\varphi_B + \varphi) \cdot B \cdot AE \cos \varphi \quad (18)$$

Уравнение (18) показывает, что расстояние между уплотнительными элементами зависит от физико-механических свойства материала, в частности,

от таких как связность, коэффициент внутреннего трения μ_6 , параметры уплотнительного элемента AE , v и удельного давления материала на него ρ_1 , а также угла установки лапы φ численное значение которого в пределах L_y увеличивается. Причем, чем больше L_y , тем выше слой неуплотненной массы, который выпучивается между ними в середине цилиндрического контейнера. Если высоту выпученного слоя хлопка примем за h_c , тогда объем неуплотненного хлопка можно определить следующим образом:

$$\gamma_{н.у.п.п} = \frac{\pi \cdot L_y^2}{4} \cdot h_c, \quad (19)$$

После подстановки значения расстояния между уплотнительными элементами получим:

$$\gamma_{н.у.п.п} = \frac{\pi [2M(\mu_B P_1 + C) \cdot \sin(\varphi_b + \varphi) \cdot B \cdot AE \cdot c \cdot \sin \varphi]}{4} \cdot h_c \quad (20)$$

Эта масса при уплотнении движется относительно рабочего органа в противоположную сторону и развивает силу трения движения, которая раскладывается на вертикальную $F_b = F \cdot \sin \beta$ и горизонтальную $F_2 = F \cdot \cos \beta$ составляющие: $F = f \cdot \rho_1 \cdot \cos \varphi$.

Первая из них оказывает сопротивление проникновению уплотнительного элемента в массу, а вторая - сжимает хлопок, препятствуя его выпучиванию. Угол φ также играет большую роль в этом процессе. С увеличением угла φ увеличивается F_2 , которая, в свою очередь, предотвращает выпучивание и дает возможность увеличивать плотность. Из уравнения (20) следует, что с увеличением расстояния между уплотнительными элементами объем уплотняемой массы также увеличивается.

ВЫВОДЫ

1. Производительность уплотнителя зависит от количества хлопковой массы, поступающего из уборочных аппаратов машины в контейнер и времени одного цикла уплотнения, причём ход уплотнителя должен быть больше, чем высота насыпки хлопка.

2. На уплотняющую способность механизма существенное влияние оказывает расстояние между внутренними концами уплотнительных элементов для определения которого предложенная аналитическая зависимость показывает, что расстояние между уплотнительными элементами зависит от физико-механических свойства материала, в частности, от таких как связность, коэффициент внутреннего трения, параметры уплотнительного элемента и удельного давления материала на него.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ: (REFERENCES)

1. 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.
2. Alikulov Sattar Ramazanovich, Eshkobilov Olim Kholikulovich. Analyses of the conditions of Cotton Parking in Containers with Flexible Casing. GEINTEC GESTAO INOVAKAO E TECNOLOGIAS (Management, Innovation and Technologies). ISSN: 2237-0722. Vol.11. No.2 (2021). Accepted: 25.07. 2021
3. Alikulov Sattar Ramazanovich, Eshkobilov Olim Kholikulovich. The mexanizm for moving containers on a cotton picker. Annals of Forest Research. Vol.(1.15), 2022,
4. Рашидов Н.Р., Аликулов С.Р., Худойбердиев А.А. Выбор способа и схемы уплотнения хлопка в контейнерах. // Механизация хлопководства.1984. №4. с.10-12.
9. Аликулов С.Р., Худойбердиев А.А. Определение хода уплотнителя хлопкa-сырца в эластичных контейнерах. // Механизация хлопководства.1985. №1. с.11-12.
10. А.С. СССР. № 1082105. Контейнер. Рашидов Н.Р., Худойбердиев А.А., Аликулов С,Р. Оpubл. в Б.И. 1984. №18.