

УДК 621.87.068-675.03

**МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПЕРЕГРУЗОЧНОЕ УСТРОЙСТВО
ДЛЯ СКЛАДСКИХ РАБОТ**

**MULTIFUNCTIONAL RELOADING DEVICE
FOR STORAGE OPERATIONS**

Б.А. КОЙАЙДАРОВ, Б.Т. БАЙЕШОВ, А.А. КОЙАЙДАРОВ

B.A. KOIAIDAROV, B.T. BAIESHOV, A.A. KOIAIDAROV

(Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, Республика Казахстан)

(Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Republic of Kazakhstan)

E-mail: kaf_mim206@mail.ru

Предложено инерционное перемещение груза при помощи многофункционального передвижного ленточного транспортера для перегрузочных операций складов предприятий текстильной промышленности. Предложенный способ перемещения груза можно использовать, например, при заполнении полок стеллажей и при погрузке грузов на транспорт, что уменьшает объем ручных работ. Предложенный ленточный транспортер позволяет быстро, без дополнительных устройств компоновать перегрузочные схемы для выполнения ПРТС - работ в любой точке территории предприятия.

The inertial movement of cargo using a multifunctional mobile conveyor belt for handling operations of warehouses of textile enterprises is proposed. The proposed method for moving cargo can be used, for example, when filling shelves of rack and when loading goods onto vehicles, which reduces the amount of manual work. The proposed conveyor belt allows you to quickly, without additional devices, compose loading schemes to perform PRTS - work on any point in the enterprise.

Ключевые слова: груз, перемещение, погрузка, склад, перегрузка, лента, транспортер, скорость.

Keywords: cargo, moving, loading, warehouse, transshipment, belt, conveyor, speed.

Возросший грузооборот на предприятиях, совершенствование средств и методов перемещения, складирования производственных грузов требуют частичной и комплексной механизации погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ (ПРТС-работ) на всех участках как основного, так и вспомогательного производства.

Механизация ПРТС-работ является одним из основных направлений повышения производительности труда, значительным резервом улучшения использования трудовых ресурсов, повышения технического уровня и культуры производства [1...3].

Большой объем ПРТС-работ является характерной особенностью заводов и фабрик легкой промышленности [1]. На этих предприятиях производственными грузами внешнего грузопотока являются затаренные грузы, пакеты, тюки и другие [1]. Поэтому ежедневно в большом объеме производятся ПРТС-работы с такими грузами на предприятиях.

Однако много операций ПРТС-работ на предприятиях легкой промышленности все еще выполняются вручную или механизированы недостаточно, на многих операциях используется малоэффективная технология и техника [1]. Механизация ПРТС-работ осуществляется в двух направлениях: механизацией отдельных трудоемких операций и соединением нескольких операций [1...3].

С целью повышения эффективности перегрузочных работ на предприятиях текстильной промышленности предлагается следующее.

1. Инерционное перемещение груза при выполнении перегрузочных операций, нап-

ример, при погрузке грузов на полки стеллажа склада и на транспорт.

2. Многофункциональный передвижной ленточный транспортер с изменяемой трассой для горизонтального и наклонного перемещения груза с различной скоростью на разной высоте.

При предложенном способе груз, доставленный перегрузочным устройством на полку стеллажа склада или на платформу транспорта, дальше перемещается под действием силы инерции на некоторое расстояние. Путь инерционного перемещения груза зависит от его начальной скорости, которую ему сообщает перегрузочное устройство.

Рассмотрим два варианта инерционного перемещения груза.

1. Груз перемещается, скользя по гладкой горизонтальной опорной поверхности.

Сопротивление воздуха не учитывается. Тогда кинетическая энергия груза полностью затрачивается на работу силы трения между грузом и опорной поверхностью:

$$\frac{m_{\Gamma} V_{\text{H}}^2}{2} = m_{\Gamma} g f x, \quad (1)$$

где V_{H} – начальная скорость груза, м/с; m_{Γ} – масса груза, кг; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение силы тяжести; f – коэффициент трения между грузом и опорной поверхностью; x – путь груза по опорной поверхности, м.

Из формулы (1) определяют начальную скорость груза, необходимую для инерционного перемещения груза на расстояние:

$$V_{\text{H}} = \sqrt{2g f x}. \quad (2)$$

2. Груз перемещается по горизонтальной поверхности роликовых опор. Ролики вращаются свободно. Сопротивление воздуха не учитывается.

Сила сопротивления роликовых опор определяется по формуле [2]:

$$F_C = (m_{\Gamma} + z m_p) g \frac{f_{\Pi} d}{D} + m_{\Gamma} g \frac{2\mu}{D}, \quad (3)$$

где m_p – масса ролика, кг; z – число роликов под грузом; f_{Π} – коэффициент трения в подшипниках ролика; μ – коэффициент трения качения; d – диаметр цапфы ролика; D – диаметр ролика.

Кинетическая энергия груза полностью затрачивается на работу силы сопротивления роликовых опор:

$$\frac{m_{\Gamma} V_H^2}{2} = F_C x. \quad (4)$$

Из формулы (4), с учетом формулы (3), определяют начальную скорость груза, необходимую для перемещения его на заданное расстояние:

$$V_H = \sqrt{\frac{2x}{m_{\Gamma}} \left[(m_{\Gamma} + z m_p) g \frac{f_{\Pi} d}{D} + m_{\Gamma} g \frac{2\mu}{D} \right]}. \quad (5)$$

Как видно, для инерционного перемещения груза на определенное расстояние перегрузочное устройство должно подать его с определенной начальной скоростью. Эту функцию выполняет предложенный многофункциональный ленточный транспортер.

На несущей поверхности транспортера груз достигает скорости ленты по истечении некоторого времени. Поэтому транспортер должен иметь достаточную длину для разгона груза до скорости ленты. Для решения этой задачи надо знать закон движения груза на несущей поверхности ленточного транспортера.

Предложенный ленточный транспортер может транспортировать груз по горизонтальной трассе или по наклонной трассе вверх или вниз. Поэтому рассмотрим все

три варианта транспортировки и разгона груза.

1. Транспортировка и разгон груза по горизонтальной трассе.

Сопротивление воздуха не учитывается, так как скорость груза небольшая. Тогда на груз действуют следующие силы: G – сила тяжести груза; F_f – сила трения между грузом и лентой; F_U – сила инерции груза.

Тогда дифференциальное уравнение движения груза по оси, параллельной несущей поверхности транспортера, имеет вид:

$$m_{\Gamma} \frac{dV}{dt} = f m_{\Gamma} g,$$

где m_{Γ} – масса груза, кг; f – коэффициент трения между грузом и лентой.

Интегрируя дифференциальное уравнение, получим:

$$V = fgt + V_0, \quad (6)$$

где V_0 – начальная скорость груза.

Интегрируя это уравнение, получим уравнение движения груза на ленте транспортера:

$$x = fg \frac{t^2}{2} + V_0 t + x_0, \quad (7)$$

где x_0 – расстояние от оси барабана до центра тяжести груза в начале движения.

Формула (7) позволяет определить положение груза на ленте транспортера в отдельные моменты времени.

Из формулы (6) можно найти время, по истечении которого скорость груза достигает скорости ленты:

$$t_v = \frac{V_n - V_0}{fg}, \quad (8)$$

где V_n – скорость ленты транспортера.

Подставив формулу (8) в формулу (7), найдем длину транспортера, где скорость груза достигает скорости ленты:

$$l_p = \frac{V_n^2 - V_0^2}{2fg} + x_0. \quad (9)$$

Геометрическая длина транспортера будет больше его разгонной длины:

$$\ell_T = k \ell_p, \quad (10)$$

где $k=1,2$ – коэффициент запаса.

2. Транспортировка и разгон груза по наклонной трассе вверх.

В этом случае на груз действуют следующие силы: $G = m_\Gamma g$ – сила тяжести груза; $F_f = f m_\Gamma g \cos \alpha$ – сила трения между грузом и лентой; $F_U = m_\Gamma \frac{dV}{dt}$ – сила инерции груза.

Тогда дифференциальное уравнение движения груза по поверхности ленты транспортера имеет вид:

$$m_\Gamma \frac{dV}{dt} = m_\Gamma g (f \cos \alpha - \sin \alpha).$$

Интегрируя, получим:

$$V = g (f \cos \alpha - \sin \alpha) t + V_0, \quad (11)$$

где α – угол наклона транспортера.

Подставив в формулу (11) $V = \frac{dx}{dt}$, разделив переменные и интегрируя, получим уравнение движения груза несущей ленте:

$$x = g (f \cos \alpha - \sin \alpha) \frac{t^2}{2} + V_0 t + x_0. \quad (12)$$

Из формулы (12) определим время, по истечении которого скорость груза достигает скорости ленты:

$$t_v = \frac{V_n - V_0}{g (f \cos \alpha - \sin \alpha)}. \quad (13)$$

Подставив формулу (13) в формулу (12), определим разгонную длину ленточного транспортера:

$$\ell_p = \frac{V_n^2 - V_0^2}{2g (f \cos \alpha - \sin \alpha)} + x_0. \quad (14)$$

Геометрическую длину транспортера определяют по формуле (10).

Угол наклона транспортера не должен превышать угол трения между грузом и лентой:

$$\alpha < \arctg f. \quad (15)$$

3. Транспортировка и разгон груза по наклонной трассе вниз.

Дифференциальное уравнение движения груза на ленте транспортера:

$$m_\Gamma \ddot{\chi} = F_f + G \sin \alpha,$$

где $F_f = f m_\Gamma g \cos \alpha$ – сила трения между грузом и лентой; $G = m_\Gamma g$ – сила тяжести груза.

Подставляя, имеем:

$$\ddot{\chi} = g (f \cos \alpha + \sin \alpha).$$

Интегрируя это уравнение, получим:

$$V = g (f \cos \alpha + \sin \alpha) t + V_0. \quad (16)$$

Интегрируя уравнения (16) с учетом начального условия ($t=0, x=x_0$), получим уравнение движения груза на ленте транспортера:

$$x = g (f \cos \alpha + \sin \alpha) \frac{t^2}{2} + V_0 t + x_0. \quad (17)$$

Продолжительность разгона груза лентой транспортера можно определить из формулы (16):

$$t_v = \frac{V_n - V_0}{g (f \cos \alpha + \sin \alpha)}. \quad (18)$$

Подставив формулу (18) в формулу (17), можно определить разгонную длину транспортера:

$$\ell_p = \frac{V_n^2 - V_0^2}{2g (f \cos \alpha + \sin \alpha)} + x_0. \quad (19)$$

Геометрическую длину транспортера определяют по формуле (10).

Предложенный транспортер, в положении наклоненном вниз, можно использовать и как ленточный транспортер, и как гладкий спуск. В первом случае угол наклона транспортера отвечает условию (15). Во втором случае угол наклона транспортера будет больше угла трения между грузом и лентой. При использовании ленточного транспортера как гладкого спуска привод не включается, груз будет скользить по неподвижной ленте или по свободно движущей ленте вместе с грузом.

При разгоне груза по наклонной трассе вверх предложенный транспортер имеет наибольшую разгонную длину.

Предложенный многофункциональный передвижной ленточный транспортер позволяет оперативно компоновать различные перегрузочные схемы грузов на территории предприятия, а при помощи нескольких таких устройств можно будет выполнить многие операции ПРТС-работ, что ведет к снижению числа нужных перегрузочных машин и сокращению ручных работ.

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика расчетов, которая позволяет синтезировать предложенный многофункциональный передвижной ленточный транспортер для конкретных условий производства.

2. При помощи нескольких предложенных ленточных транспортеров можно

быстро компоновать различные перегрузочные схемы, что позволяет выполнять многие операции ПРТС-работ.

3. Предложенное перегрузочное устройство может функционировать в режимах транспортировки и разгона грузов, а также в качестве гладкого спуска для грузов.

4. Рекомендуется применять инерционный способ перемещения груза, там где это возможно, например, при погрузки грузов на транспорт и на полки стеллажей склада, что снижает объем ручных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эрлих В.Д., Кабзон М.Д. Механизация погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ в легкой промышленности. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
2. Лапкин Ю.П., Малкович А.Р. Перегрузочные устройства // Справочник. – Л.: Машиностроение, 1984.
3. Лысяков А.Г. Вспомогательное оборудование для перемещения грузов. – М.: Машиностроение, 1989.

REFERENCES

1. Erlich V.D., Kabzon M.D. Mekhanizatsiya pogruchno-razgruzochnykh, transportnykh i skladskikh rabot v legkoy promyshlennosti. – M.: Legkaya i pishchevaya promyshlennost', 1984.
2. Lapkin Yu.P., Malkovich A.R. Peregruzochnye ustroystva // Spravochnik. – L.: Mashinostroenie, 1984.
3. Lysyakov A.G. Vspomogatel'noe oborudovanie dlya peremeshcheniya грузов. – M.: Mashinostroenie, 1989.

Рекомендована кафедрой механики и машиностроения. Поступила 20.01.20.