

Горбатенко Ю.П., стар. викл., Семенчук Р.В.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україн

ТЕХНОЛОГІЧНО-ТРАНСПОРТУВАЛЬНА СИСТЕМА З ПРИСТРОЯМИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗАНУРЕННЯ ВИРОБІВ У ВАННИ З РЕАГЕНТОМ

Анотація. Описана конструкція і принципи функціонування логістичної системи (технологічно-транспортувальної установки) на базі ланцюгового конвеєра, призначеної для виготовлення виробів (оброблення їх окремих поверхонь) способом вертикального занурення у реагент на вертикальних ділянках траси конвеєра. Представлена конструкція і принцип роботи пристроїв, що забезпечують строго вертикальний рух виробів у реагенті для запобігання нерівномірного розподілення його по поверхнях. Викладені основи тягового розрахунку базового ланцюгового конвеєра.

Ключові слова: транспортувальна система, вертикальне занурення, конвеєр, пристрій вертикального занурення, логістична система, тяговий розрахунок, конвеєрна траса.

В різних галузях виробництва застосовуються технології, в яких виготовлення або оброблення виробів (їх окремих поверхонь) виконується шляхом кількарязових, періодичних вертикальних занурень їх у ванну чи камеру з реагентом при транспортуванні на конвеєрі.

Занурення виробів відбувається на спеціально обладнаній ділянці траси конвеєра. Для забезпечення рівномірного, без напливів, нанесення реагенту на оброблювані поверхні, траєкторію руху виробів впродовж занурення потрібно витримувати строго вертикальною.

Метою розробки, зокрема є створення механічного пристрою, конструкція якого забезпечує строго вертикальне опускання-піднімання (занурення) підвіски із виробами у ванну із робочим реагентом при проходженні підвіскою криволінійних ділянок траси транспортно-технологічної системи.

Конфігурація цих ділянок на трасі системи окреслюється радіусами початкових кіл напрямних зірочок, з якими зачіплюються два паралельно розміщених, замкнених у нескінченний контур, тягових ланцюгів з шарнірно прикріпленими до них підвісками.

Розроблена логістична система безперервного транспортування виробів по технологічному процесу, яка забезпечує високу продуктивність, заданий темп і ритм виробництва технологічних ліній серійного і масового виробництв.

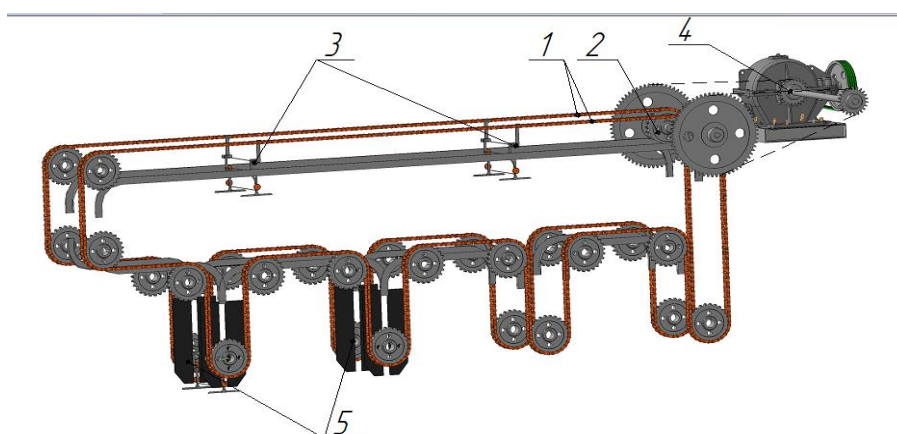


Рис 1 - 3D модель просторової траси установки.

На рис.1 показана 3D модель просторової траси розробленої системи. Тяговим елементом є два ланцюги 1, які входять в зачеплення із зірочками 2 встановленими в точках

перегинання контуру траси. До ланцюгів шарнірно прикріплені підвіски 3 із оброблюваними виробами. Конвеєр приводиться в рух з допомогою привідного механізму 4 в складі двигуна, клинопасової передачі, конічного редуктора і ланцюгової передачі.

Система обладнана спеціальними механізмами 5, (рис.2), які забезпечують вертикальне занурення виробів у реагент та має окремі зони розвантаження/завантаження виробів в ручному чи автоматичному режимах.

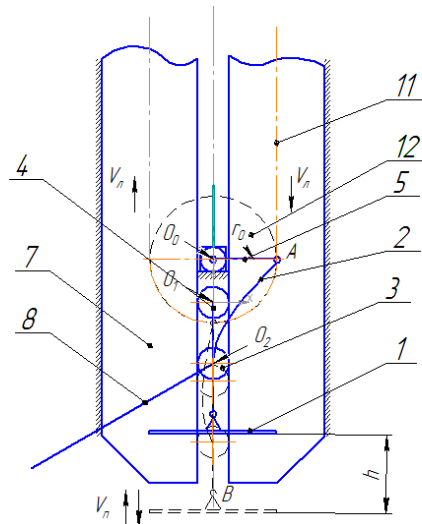


Рис 2 - Пристрій вертикального занурення виробів

Пристрій для вертикального занурення виробів, показаний на (рис. 2), розроблено, як механізм для перетворення обертового руху вузла кріплення (шарніра) підвіски 1 до ланцюга 11 по початковому колу зірочки 12 в зворотно - поступальний рух підвіски 1. Ключовим елементом для забезпечення вертикального переміщення h підвіски є вилчатий (роздвоєний) кривошип 5, що охоплює напрямну 7. Одним кінцем кривошип шарнірно прикріплений до ланцюга 11, а іншим до важеля 2, який в свою чергу шарнірно приєднується до каретки 10 із ходовими роликками 3 і 4, які, рухаючись у напрямних 7, забезпечують строго вертикальне переміщення підвіски з виробами під час занурення у ванну з реагентом.

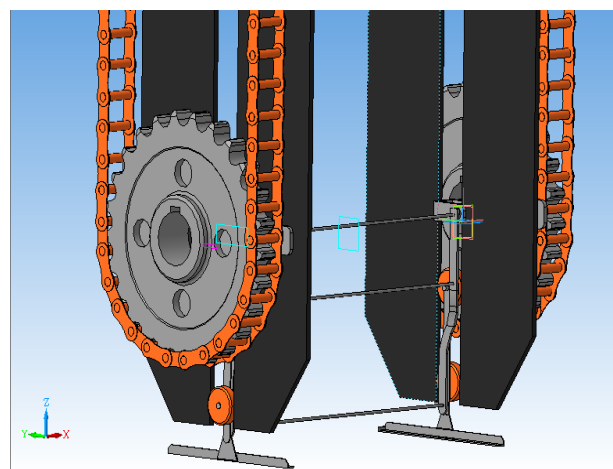


Рис 3 - 3D модель пристрою вертикального занурення.

Продуктивність конвеєра логістичної системи:

• штучна, шт/год

$$\Pi = 3600 \frac{vz}{t_{\Pi}}$$

• масова, т/год

$$\Pi = 3.6 \frac{m_B v z_{\Pi}}{t_{\Pi}}$$

де v – швидкість руху механізму підвісок, м/с: визначається згідно з вимог технології виготовлення (обробки) виробів і регулюється в достатньо широкому діапазоні з допомогою частотного перетворювача; z – кількість виробів на підвісці; t_{Π} – крок підвісок, м; m_B – маса одного виробу, кг.

Лінійно розподілені навантаження в контурі конвеєра, $\frac{H}{M}$:

• від ваги ланцюгів і підвісок

$$q_0 = 2m_{л}g + \frac{m_{\Pi}g}{t_{\Pi}}$$

• з урахуванням ваги вантажу

$$q = q_0 + \frac{m_B g}{t_{\Pi}}$$

де $m_{л}$ – маса 1 м ланцюга, кг; m_{Π} – маса підвіски, кг.

Розрахункова потужність приводного двигуна, кВт

$$P_p = \frac{Wv}{10^3 \eta}$$

де W – сумарна сила опору пересування тягового органа з вантажем, Н: визначена за результатами тягового розрахунку;

η – загальний ККД приводу.

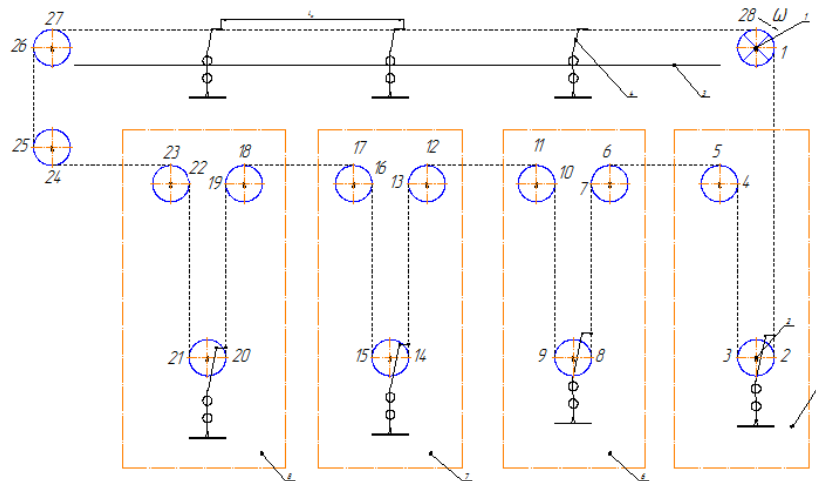


Рис 4 - Схема просторової траси конвеєра.

Мінімальний натяг ланцюгів передбачаємо в точці 2, збігання їх з привідних зірочок, зазвичай приймається $S_{min} = 1000 \dots 2000 \text{ Н}$.

Після чого, обходячи контур траси конвеєра в напрямку руху ланцюгів послідовно знаходимо сили натягу їх у характерних точках.

$$S_3 = k_1 S_2, \text{ Н}$$

де $k_1 = 1.08 \dots 1.12$ - коефіцієнт збільшення натягу ланцюгів при обгинанні напрямних зірочок.

Натяг ланцюгів у точках 4-28 визначаємо за умови, що всі підвіски завантажені номінальним вантажем m_1 , кг.

$$S_4 = S_3 - q_{\Pi} l_{3-4} w, \text{ Н}$$

$$w = \frac{fd+2k}{D} k_p,$$

де w – коефіцієнт опору ходової частини конвеєра, при обпиранні роликів підвісок на напрямні;

$k_p = 1.2 \dots 1.5$ – коефіцієнт збільшення опору від тертя реборд роликів об напрямні або від їх бічні напрямні, для роликів встановлених на підшипниках кочення, то наближено $w=0.02$;

$$\begin{aligned}
 S_5 &= k_1 S_4, \text{ Н}; & S_{13} &= k_1 S_{12}, \text{ Н}; & S_{21} &= k_1 S_{20}, \text{ Н}; \\
 S_6 &= S_5 + q_H l_{5-6} w, \text{ Н}; & S_{14} &= S_{13} - q_H l_{13-14} w, \text{ Н}; & S_{22} &= S_{21} + q_H l_{21-22} w, \text{ Н}; \\
 S_7 &= k_1 S_6, \text{ Н}; & S_{15} &= k_1 S_{14}, \text{ Н}; & S_{23} &= k_1 S_{22}, \text{ Н}; \\
 S_8 &= S_7 - q_H l_{7-8} w, \text{ Н}; & S_{16} &= S_{15} + q_H l_{15-16} w, \text{ Н}; & S_{24} &= S_{23} + q_H l_{23-24} w, \text{ Н}; \\
 S_9 &= k_1 S_8, \text{ Н}; & S_{17} &= k_1 S_{16}, \text{ Н}; & S_{25} &= k_1 S_{24}, \text{ Н}; \\
 S_{10} &= S_9 + q_H l_{9-10} w, \text{ Н}; & S_{18} &= S_{17} + q_H l_{17-18} w, \text{ Н}; & S_{26} &= S_{25} + q_H l_{25-26} w, \text{ Н}; \\
 S_{11} &= k_1 S_{10}, \text{ Н}; & S_{19} &= k_1 S_{18}, \text{ Н}; & S_{27} &= k_1 S_{26}, \text{ Н}; \\
 S_{12} &= S_{11} + q_H l_{11-12} w, \text{ Н}; & S_{20} &= S_{19} - q_H l_{19-20} w, \text{ Н}; & S_{28} &= S_{27} + q_H l_{27-28} w, \text{ Н}.
 \end{aligned}$$

Далі обходимо контур проти руху ланцюга:

$$S_1 = S_2 + (q_c + 2q_l)l_{2-1}, \text{ Н.}$$

Загальний опір на зірочці:

$$W_0 = S_{28} - S_1 + k_1(S_{28} + S_1), \text{ Н.}$$

Діаграма сил натягу тягового ланцюга в характерних точках контуру траси показана на (рис.5).

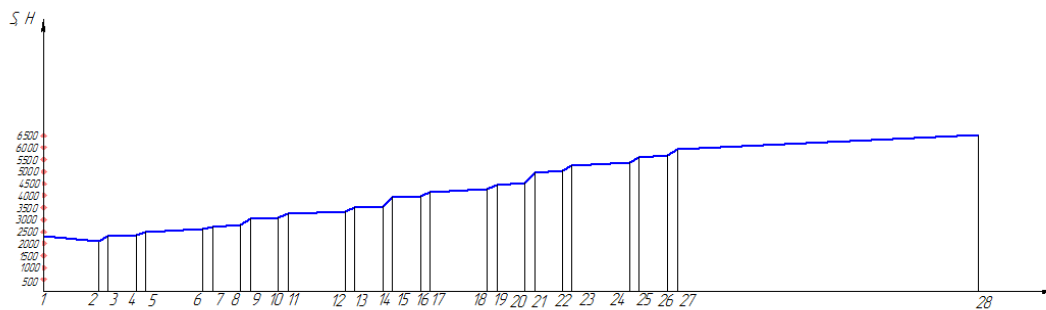


Рис 5 - Діаграма сил натягу тягових ланцюгів в характерних точках контуру траси.

Розрахункова сила натягу ланцюга з урахуванням динамічної складової

$$S_p = 1.15 \frac{S_{28} + S_d}{2}, \text{ Н,}$$

де S_d - динамічне навантаження в ланцюгах, визначене за формулою

$$S_d = \frac{6\pi^2(q + c'q_H)Lv^2}{gz^2t_L}, \text{ Н,}$$

де, q - лінійно розподілене навантаження, $\frac{\text{Н}}{\text{м}}$; q_H - лінійне навантаження завантаження завантаженого конвеєра, $\frac{\text{Н}}{\text{м}}$; L – довжина конвеєрної лінії, м; v – швидкість руху механізму підвісок, $\frac{\text{м}}{\text{с}}$; z – кількість виробів на підвісці, шт.; t_L - крок ланцюга, м; c' - коефіцієнт, який враховує участь маси вантажу в пульсуючому русі тягових ланцюгів.

Описана технологічно-транспортна система може бути використана, як базова модель для розроблення конструкцій, адаптованих до виконання конкретних задач пов'язаних із виготовленням (обробленням окремих поверхонь) виробів різноманітних за формою, розмірами та властивостями, шляхом вертикального занурення їх у ванни (камери) з реагентами.

Список використаних джерел

1. Підійомно-транспортні машини: Розрахунки підіймальних і транспортвальних машин: Підручник / В. С. Бондарєв, О. І. Дубинець, М. П. Колісник, Ю. П. Горбатенко, В. Я. Барабанов – К.: Вища школа., 2009. – 734 с.: іл.
2. Стиваковський А. О., Дьячков В. К. Транспортирующие машины. – М.: Машиностроение, 1983.