

Практичне заняття № 3

Розрахунок та конструкція накопичувачів промислових машин

Мета роботи: Вивчити методику проектування накопичувачів пакувальних машин. Провести проектувальний розрахунок і розробити конструкцію накопичувача орієнтовно-живильного пристрою

Хід роботи

Місткість накопичувача визначається за умови забезпечення безперебійної подачі виробів з ємності циклової пристрої пакувальної машини. При цьому необхідно забезпечити умови високого рівня надійності безперебійності подачі виробів та прийнятні з конструктивних та економічних міркувань габарити.

Процес орієнтування виробу і подачі їх у накопичувач є випадковим, тому визначення оптимальної ємності накопичувачів використовуються ймовірнісні методи розрахунку.

Основні види накопичувачів представлені рисунку 1.

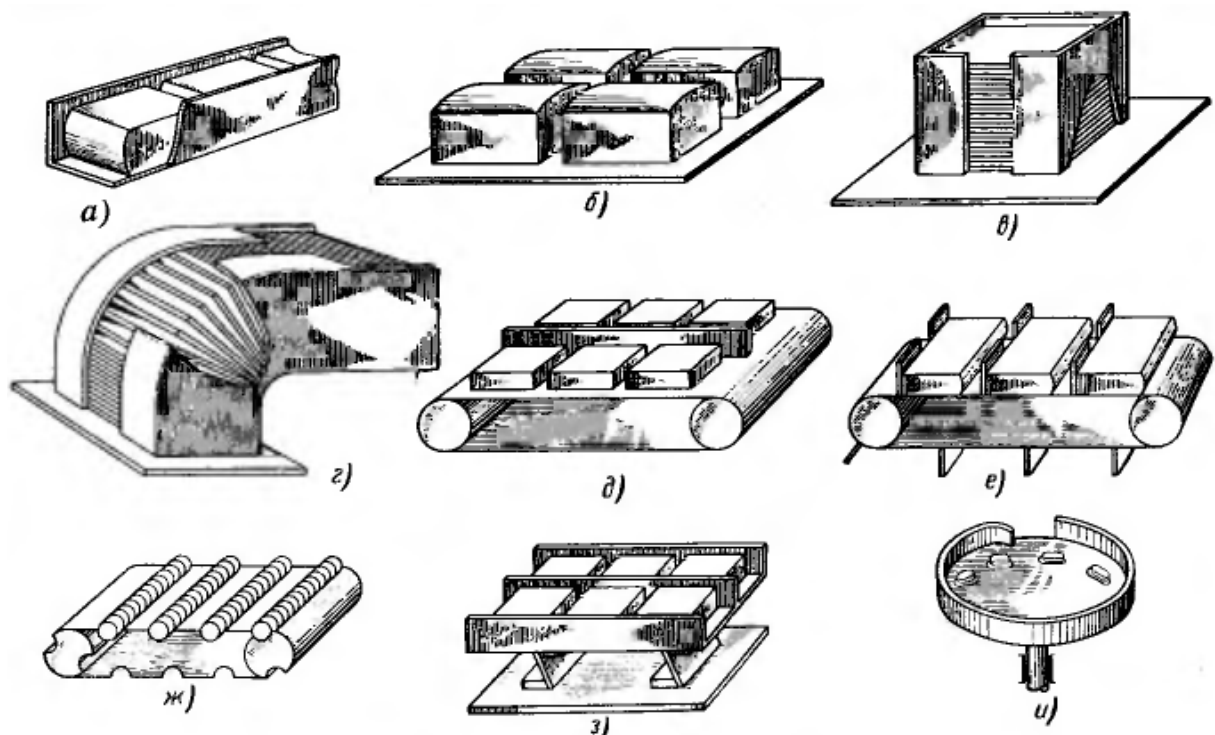


Рис. 1. Види накопичувачів

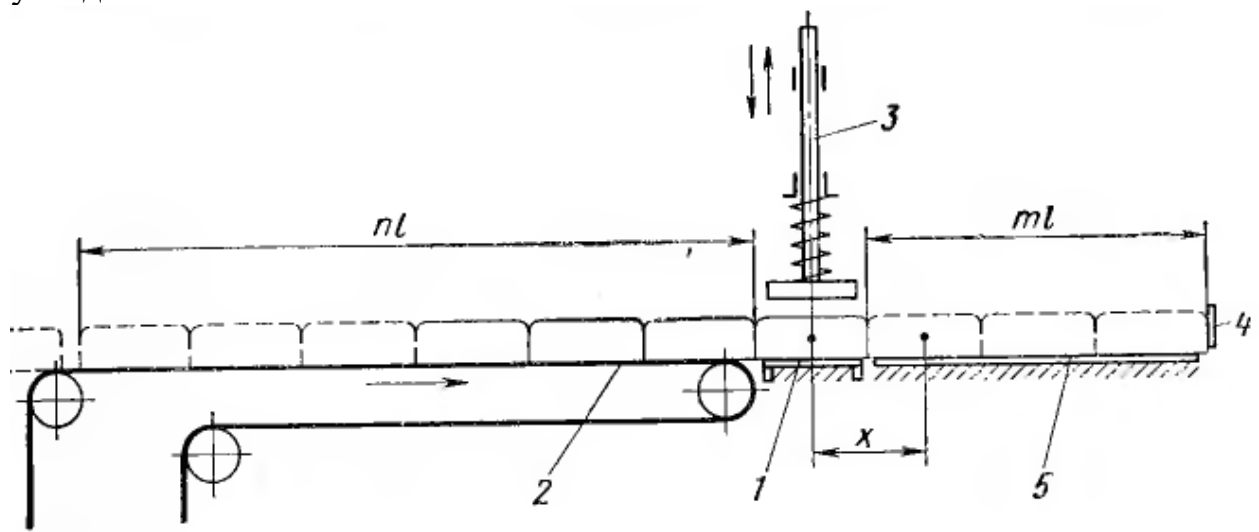
Нерухомі накопичувачі:

- а.) склзи різної форми;
- б.) нерухомі площини
- в.) вертикальні шахти;
- г.) поєднання горизонтальної ділянки з вертикальною шахтою;

Рухомі накопичувачі:

- д.) стрічкові транспортери з напрямними;
- е.) транспортери із захопленнями;
- ж.) транспортери з гніздами;
- з.) вібраційні лотки;
- і.) плоскі або конусні диски, що обертаються або вібрують, з гніздами.

Найчастіше як наповнювач використовують стрічкові транспортери та нерухомі площини. На рис. 2 наведена ділянка живильного пристрою пакувального автомата, що складається з накопичувача у вигляді стрічкового транспортера 2, проміжного столика 1 з притиском 3 відсікача, нерухомої площини 5 і упору 4 де формується комплект виробів для упаковки або укладання.



n – кількість виробів, що у одному ряду на транспортері накопичувача;
 m – кількість виробів комплекту на нерухомій площині позиції укладання.

Рис.2. Схема розрахунку накопичувача

Прилад автомата працює в чіткому ритмі, вироби ж з накопичувача надходять довільно, тому, після того як на позиції укладання набереться необхідна кількість, притиск 3 відсікача зупиняє перший виріб на проміжному столику і, як наслідок, всі наступні вироби на стрічці накопичувача. Після забору комплекту з площини 5 притиск піднімається, і вироби з транспортера 2 перештовхуються на площину 5.

Відповідно до теорії масового обслуговування, формула визначення ймовірності того, що в накопичувачі з n виробами в процесі тривалої роботи не виявиться жодного виробу

$$U_0 = \frac{1 - \frac{\xi_{-1}}{\xi_{+1}}}{1 - \left(\frac{\xi_{-1}}{\xi_{+1}}\right)^n} \left(\frac{\xi_{-1}}{\xi_{+1}}\right)^{n-1}.$$

Ймовірність того, що в накопичувачі знаходиться рівно n виробів:

$$U_n = U_0 \left(\frac{\xi_{-1}}{\xi_{+1}}\right)^{n-1}.$$

де:

k – прийнята продуктивність одного потоку укладального автомата;

ξ - ймовірність того, що накопичувач в одиницю часу надійде точно k виробів;

ξ_{+1} - поступление $k+1$ изделий;

ξ_{-1} - поступление $k-1$ изделия.

Після перетворень можна отримати залежність, що дозволяє визначити необхідну кількість виробів у накопичувачі, що забезпечує задану ймовірність спустошення:

$$n = 1 + \frac{\lg \frac{U_0}{1 + (U_0 - 1) \left(\frac{\xi_{-1}}{\xi_{+1}}\right)}}{\lg \left(\frac{\xi_{-1}}{\xi_{+1}}\right)}.$$

Якщо в одиницю часу від технологічної лінії в середньому надходить Q виробів кожен потік накопичувача, то ймовірності рівні:

$$\xi = \frac{(Qt)^k}{k!} e^{-Qt};$$

$$\xi_{-1} = \frac{(Qt)^{k-1}}{(k-1)!} e^{-Qt};$$

$$\xi_{+1} = \frac{(Qt)^{k+1}}{(k+1)!} e^{-Qt}.$$

Час t вибирається таким чином, щоб коливання рівня виробів накопичувачі визначалися залежністю:

$$Qt - k = 1.$$

З урахуванням того, що ймовірність спустошення накопичувача мізерно мала, прийmemo

$$U_0 = 0,001 \div 0,0001$$

Шляхом перетворень підстановок отримуємо:

$$\frac{\xi_{-1}}{\xi_{+1}} = \frac{k}{k+1}.$$

$$n = 1 + \frac{\lg \frac{U_0}{1 - \frac{k}{k+1}}}{\lg \frac{k}{k+1}}$$

У разі індивідуального живлення автомата з ємності, ймовірності вираховуються за біноміальним розподілом:

$$\xi = C_{Qt}^k p^k (1-p)^{Qt-k};$$

$$\xi_{-1} = C_{Qt}^{k-1} p^{k-1} (1-p)^{Qt-(k-1)};$$

$$\xi_{+1} = C_{Qt}^{k+1} p^{k+1} (1-p)^{Qt-(k+1)}.$$

Де: С – кількість поєднань,
р- ймовірність появи подій

$$Qt = k, Qt = k - 1 \text{ и } Qt = k + 1.$$

Откуда:

$$\frac{\xi_{-1}}{\xi_{+1}} = \frac{k(k+1)}{2} \left(\frac{1-p}{p} \right)^2.$$

Підставляючи це ставлення залежність визначення n, отримаємо кількість виробів у накопичувачі, що забезпечує безперебійну роботу.

Для безперебійної роботи автомата можна прийняти значення n більшим. Однак для маломіцних або крихких виробів (кондитерських, хімічних тощо) кількість виробів обмежується умовою їхньої міцності. При дії на виріб, зупинений притиском на проміжному столику, сили тертя n виробів, що знаходяться на елементі накопичувача, необхідно виконувати умови:

$$n \leq \frac{[q] F}{P_n},$$

Де $[q]$ – питомий тиск, що допускається за міцністю виробу;

F – площа контакту виробу з елементом, що навантажує;

P_n – зусилля, що діє на виріб.

Необхідно, щоб зусилля притиску N було досить великим, але не призводило б до руйнування виробів:

$$G \frac{nf_{\pi} - f_c}{f_c + f_{\pi}} \leq N \leq [q],$$

Де: G – Маса виробу;

F – коефіцієнти тертя виробів по поверхнях столика, притиску та на стрічці транспортера накопичувача.

Порядок виконання роботи:

- 1.) Вивчити ймовірнісну методику визначення необхідної кількості виробів на рухомій частині накопичувача.
- 2.) Знаючи продуктивність обладнання (ЛР-1), для свого варіанта живлення автомата визначити n (для багатопоточної лінії та індивідуального живильника).
- 3.) Визначити мінімально необхідну довжину транспортера $L = nl$.
- 4.) Розрахувати потрібну швидкість руху стрічки транспортера
- 5.) Визначити зусилля притиску продукту відсікачем.
- 6.) Розрахувати зусилля, що діє при притиску на продукт
- 7.) Побудувати згідно зі своїми розрахунками схему накопичувача в SolidWorks.
- 8.) Провести розрахунок обраних елементів в SolidWorksSimulation

Коэффициенты трения кондитерских изделий (при $t = 20 \div 25^\circ \text{C}$; $\Psi = 75 \div 80\%$) *

Наименование изделий	Сталь листовая Ст. 3 (ГОСТ 501—58) **						Алюминий листовой А5 (ГОСТ 11069—64) **						Винипласт листовой ВНТ (ГОСТ 9639—61)						Резина листовая техническая пищевая мягкая (ГОСТ 7338—65)						
	Скорость скольжения в м/сек																								
	0,06	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	0,06	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	0,06	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	0,06	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	
Печенье сахарное круглое незавернутое «Волошка»	0,12	0,14	0,17	0,19	0,20	0,21	0,13	0,15	0,17	0,19	0,19	0,19	0,12	0,13	0,14	0,16	0,16	0,16	0,40	0,44	0,46	0,47	0,48	0,48	
Печенье затяжное квадратное незавернутое «Аврора»	0,14	0,16	0,20	0,22	0,25	0,27	0,16	0,18	0,20	0,22	0,23	0,23	0,12	0,14	0,17	0,19	0,21	0,22	0,39	0,40	0,43	0,46	0,52	0,56	
Вафли прямоуголь- ные незавернутые «Школьные»	0,14	0,17	0,19	0,20	0,20	0,20	0,15	0,17	0,19	0,21	0,22	0,22	0,10	0,11	0,12	0,13	0,13	0,13	0,45	0,45	0,46	0,47	0,47	0,46	
Конфеты глазирован- ные незавернутые «Ривьера»	0,24	0,32	0,42	0,50	0,56	0,60	0,20	0,22	0,24	0,25	0,25	0,25	0,34	0,37	0,39	0,40	0,41	0,41	0,50	0,56	0,63	0,70	0,71	0,69	
Конфеты размазные незавернутые «Премь- ера»	0,21	0,25	0,28	0,31	0,33	0,34	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17	0,18	0,20	0,20	0,20	0,20	0,24	0,26	0,28	0,30	0,30	0,29	
Ирис незавернутый «Кис-кис»	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,18	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13	0,12	0,14	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,33	0,36	0,40	0,44	0,46	0,47	
Карамель леденцо- вая незавернутая «Дю- шес»	0,16	0,16	0,17	0,18	0,20	0,22	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,15	0,14	0,15	0,16	0,18	0,20	0,21	0,45	0,42	0,38	0,35	0,34	0,34	

Карамель с начинкой незавернутая «Яблоко»	0,16	0,20	0,24	0,26	0,27	0,27	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,15	0,12	0,13	0,15	0,18	0,21	0,26	0,36	0,37	0,37	0,36	0,36	0,35
Карамель без начин- ки, обсыпанная саха- ром	0,16	0,16	0,17	0,19	0,20	0,22	0,16	0,17	0,18	0,19	0,18	0,18	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,12	0,47	0,46	0,44	0,42	0,42	0,42
Мармелад формовой	0,19	0,21	0,23	0,24	0,25	0,26	0,16	0,19	0,21	0,22	0,23	0,23	0,13	0,14	0,17	0,19	0,21	0,20	0,28	0,28	0,29	0,30	0,30	0,29
Мармелад трехслой- ный	0,15	0,17	0,19	0,20	0,20	0,20	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,16	0,10	0,13	0,15	0,17	0,18	0,18	0,24	0,25	0,26	0,28	0,28	0,29
Зефир белорозовый	0,20	0,23	0,25	0,28	—	—	0,22	0,24	0,26	0,27	0,25	—	0,14	0,16	0,18	0,19	0,20	0,19	0,26	0,28	0,30	0,32	0,33	0,24
Конфеты «Премьера», завернутые в бумагу «Основа» двусторонне- го парафинирования	0,09	0,09	0,10	0,12	0,14	0,18	0,12	0,14	0,16	0,17	0,18	0,18	0,10	0,14	0,19	0,22	0,26	0,28	0,22	0,25	0,25	0,28	0,28	0,27
Ирис «Кис-Кис», завернутый в пергамин	0,12	0,12	0,13	0,15	0,18	0,20	0,14	0,16	0,17	0,18	0,18	0,18	0,15	0,16	0,17	0,19	0,23	0,28	0,29	0,31	0,33	0,33	0,32	0,31
Конфеты «Игрушка», завернутые в фольгу	0,13	0,16	0,20	0,22	0,24	0,24	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,23	0,26	0,28	0,29	0,31	0,33	0,27	0,26	0,26	0,24	0,24	0,24
Карамель леденцовая «Дюшес», завернутая в целлофан нелакиро- ванный № 35	0,14	0,16	0,17	0,18	0,19	—	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,23	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,21	0,48	0,44	0,41	0,38	0,36	0,35