

ИЗСЛЕДВАНЕ ПРОЦЕСА НА АВТОМАТИЧНО ЗАТВАРЯНЕ НА СЪДОВЕ С ВИНТОВИ КАПАЧКИ

Стилиян НИКОЛОВ, Слав ДИМИТРОВ, Ренета ДИМИТРОВА

ТУ – София,
гр. София, бул. "Кл. Охридски" №8

Резюме

В настоящия труд е представено едно изследване на процеса на автоматизирано затваряне на съдове с винтови капачки. Изследването е проведено в условията на планиран експеримент с използване на специално създаден за целта стенд.

Ключови думи

Винтови капачки, автоматизирано затваряне, планиран експеримент

Въведение

Съществува голямо разнообразие от решения за автоматизирано затваряне на съдове с винтови капачки. Машините от този тип могат да се използват самостоятелно или като част от автоматични линии за пълнене на съдове с течности и тяхното последващо пакетиране и палетиране [3]. Когато машините се използват самостоятелно, някои от стъпките необходими за осъществяване на автоматизирания процес (зареждане на съдовете в ориентирано състояние, магазиниране на капачките и др.) могат да изискват участието на работник.

Въпреки голямото разнообразие на съществуващите машини, липсват публикации за изследване на основните параметри на този процес и влиянието им върху крайния резултат.

Формулиране на проблема

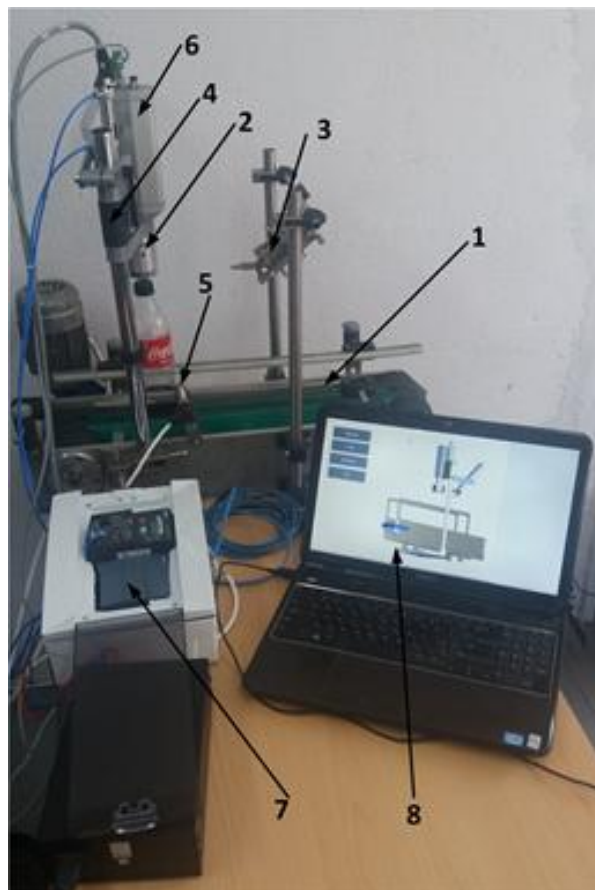
Целта на настоящото изследване е да се даде комплексна оценка на факторите влияещи на процеса на автоматизирано затваряне на съдове с винтови капачки.

Постановка на изследването

Общият вид на изработения стенд за изследване на процеса на затваряне на съдове с винтови капачки е показан на фиг.1. Неговите основни компоненти са [1]:

- Лентов транспортър ЛТ (поз.1);
- Затваряща глава (поз.2);
- Магазин събирател МС (поз.3);
- Модул за вертикално движение (поз.4);

- Сензор за позиция (поз.5);
- Мотор за задвижване на затварящата глава (поз.6);
- Програмируем контролер (поз.7);
- Система за управление (поз.8)



Фиг.1 Общ вид на стенда

Методика за провеждане на експеримента

Провеждането на експеримента протича в следната последователност:

1. Настройване на механичната част на стенда за конкретен съд и капачка.
2. Начална инициализация на управляващата система на стенда.
3. Избор на фактори и факторно пространство.
4. Задаване на необходимите параметри на изследването в „Ръчен“ режим.
5. Зареждат се капачките в МС.
6. Зареждат се затваряните съдове върху ЛТ.
7. Стартира се работата на стенда в режим „Автоматичен“.
8. След изчерпване на капачките от МС се спира работата на стенда.
9. По време на работа на стенда, управляващата система записва достигнатите максимални въртящи моменти, за всеки затворен съд.
10. Прави се визуален контрол и се определя броя на успешно затворените съдове.
11. Обработват се получените резултати.

Избор на фактори и факторно пространство

За провеждания експеримент са избрани следните фактори и факторно пространство:

- **Първи фактор X_1** – ъгъла A [°] на наклона на МС. В разработения стенд този ъгъл може да се изменя в границите $2 \div 50$ [°];
- **Втори фактор X_2** – скоростта V [m/min] на ЛТ. В разработения стенд тази скорост може да се изменя в интервала $4 \div 70$ [m/min];
- **Трети фактор X_3** – времето T [s] за завиване на винтовите капачки. В разработения стенд това време може да се променя в интервала $1 \div 15$ [s].

В таблица 1 е даден плана за провеждане на планирания експеримент. Постоянните фактори при експеримента са:

- Закон за разпределение на отказите - **нормален**;
- Коефициент на готовност на стенда - **$K_T=0,98$** ;
- Определен тип капачка.

Изследваният параметър Y е процентът правилно затворени съдове.

Таблица 1 Фактори и нива на факторите за провеждания експеримент

| Нива | I фактор X_1 Ъгъл на наклона на МС A [°] | | II фактор X_2 Скорост на движение на ЛТ V [m/min] | | III фактор X_3 Време за завиване T [s]; | |
|--------------|----------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------|-------------------|
| | Натурална стойност | Кодирана стойност | Натурална стойност | Кодирана стойност | Натурална стойност | Кодирана стойност |
| $X_{0i}+a_i$ | 5 | +1,682 | 5 | +1,682 | 3 | +1,682 |
| $X_{0i}+J_i$ | 15 | +1 | 15 | +1 | 5 | +1 |
| X_{0i} | 25 | 0 | 25 | 0 | 7 | 0 |
| $X_{0i}-a_i$ | 35 | -1 | 35 | -1 | 9 | -1 |
| $X_{0i}-J_i$ | 45 | -1,682 | 45 | -1,682 | 11 | -1,682 |
| J_i | $J_i=10$ | | $J_i=10$ | | $J_i=2$ | |

Получени резултати

За определяне на коефициентите на математическия модел е извършен регресионен анализ с помощта на Microsoft Excel 2007.

Получените коефициентите на математическия модел са дадени в таблица 2.

Таблица 2 Коефициенти на математическия модел

| Коефициент | b_0 | b_1 | b_2 | b_3 | b_{12} | b_{13} | b_{23} | b_{11} | b_{22} | b_{33} |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Определена стойност | 92,72 | 0,28 | 2,04 | -1,04 | 1,75 | 1,25 | 0,50 | 8,94 | 6,64 | 2,22 |

След извършване на оценка на значимостта на получените коефициенти по критерият на Стюдънт и преминаване към натуралните стойности на изследваните фактори е получен следният математически модел:

$$Y=42,27-6,79A-3,98V+4,78T-1,2AV+1,76T^2$$

За получения математически модел е извършена проверка на адекватност по F критерия на Фишер.

Получената стойност за F е:

$$F = 1,94.$$

Определената таблична стойност за F , според условията на проведения експеримент е:

$$F_T = 3,69.$$

Тъй като:

$$1,94 < 3,69, \text{ т.е. } F < F_T,$$

издигнатата хипотеза за адекватност на модела се приема.

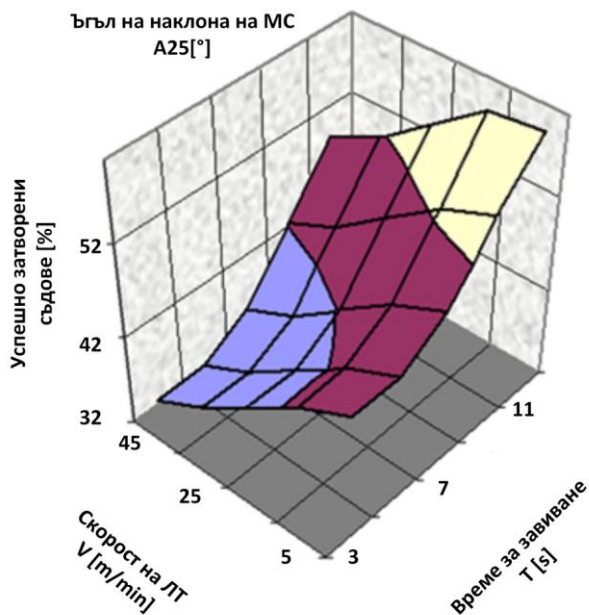
Следователно полученият в резултат на проведения експеримент математическият модел е адекватен.

Графична интерпретация на получените резултати

Графичната интерпретация на полученият математичен модел е разработена съгласно предлаганата в [2] методика. Тя се осъществява по метода на двумерните сечения. За получения математическият модел са реализирани следните три сечения:

- За кодирана стойност на първи фактор $X_1 - \theta$

Натуралната стойност на ъгъла A на наклона на МС е $25 [^\circ]$. Графиката е показана на фиг.2;



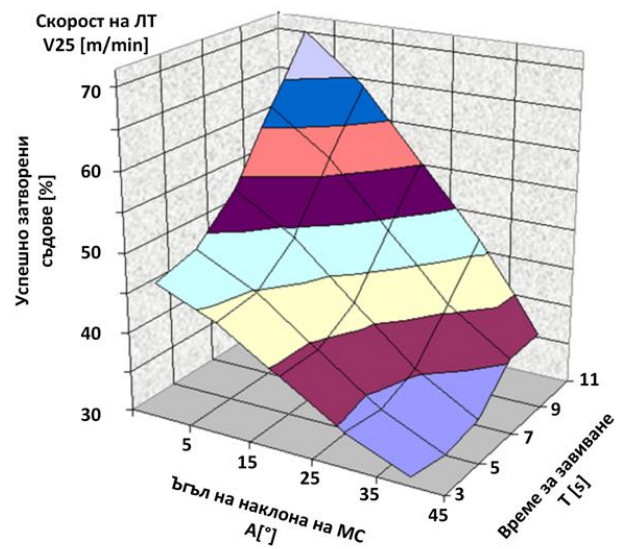
Фиг.2 Графична интерпретация на полученият математически модел при $A25 [^\circ]$

- За кодирана стойност на втори фактор $X_2 - \theta$

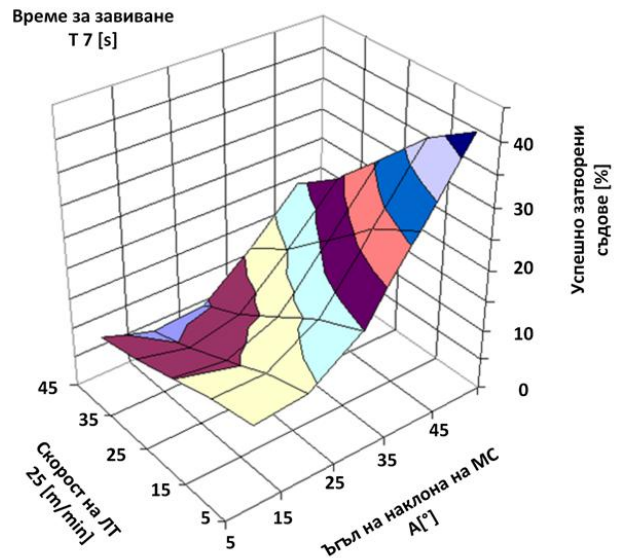
Натуралната стойност на скоростта V на ЛТ е $25 [m/min]$. Графиката е показана на фиг.3;

- За кодирана стойност на трети фактор $X_3 - \theta$

Натуралната стойност на времето T за завиване на винтовите капачки е $7 [s]$. Графиката е показана на фиг.4.



Фиг.3 Графична интерпретация на полученият математически модел при $V25 [m/min]$



Фиг.4 Графична интерпретация на полученият математически модел при $T7 [s]$

Графиките, показани на фигури 2, 3 и 4 могат да се използват за оценка на успешно затворените съдове, при различни режими на настройване и работа на една автоматизирана система за затваряне на съдове с винтови капачки.

Използваната методика позволява с използване на получения математичен модел, да се разработят и графики при други сечения.

Графичната интерпретация разширява възможността за бързо намиране на различни съчетания на стойности на факторите в изследваното факторно пространство с цел по-бързо прилагане в производствени условия.

Разработеният стенд позволява изследването и на отделни етапи от процеса на

автоматизирано затваряне на съдове с винтови капачки, което може да бъде полезно при:

- разработване на нови конструкции на затварящи глави;
- разработване на нови конструкции МС;
- контрол на усилията необходимо за отваряне на вече затворени съдове.

Изводи

На база на проведените изследвания и анализиране на резултатите от тях, може да се определи оптимално съчетание, на основните фактори влияещи върху процеса на автоматизирано затваряне на съдове с винтови капачки.

Полученият математически модел може да се използва при проектиране на нови системи за автоматизирано затваряне на съдове с винтови капачки и при настройване на съществуващи такива, с цел увеличаване на тяхната производителност.

Създаденият стенд позволява провеждането на експериментални изследвания на основните параметри на процеса на автоматизирано затваряне на различни съдове с използването на различни типове винтови капачки.

Литература

Димитров Сл., Концептуален модел на стенд за изследване параметрите на процеса на автоматизирано затваряне на съдове с винтови капачки, XXV МНТК „АДП-2016” Созопол, Научни известия на НТС по Машиностроене, година XXIV, бр. 14(200), юни 2016 г., ISSN-1310-3946, 2016
Вакарелска Т., Чакърски Д., Регресионен многофакторен анализ при симулационно моделиране на роботизирани производствени системи, Машиностроителна техника и технологии, Варна, бр.1, 2004
www.sneyders.com

STUDY OF THE PROCESS OF AUTOMATIC CLOSING OF CONTAINERS WITH SCREW CAPS

St. Nikolov, Sl. Dimitrov, R. Dimitrova

Resume

This scientific work presents a study of the process of automated closing of screw caps. The research was conducted in the conditions of a planned experiment using a specially designed stand. There is a wide variety of solutions for automated closing of screw caps. Machines of this type can be used separately or as part of automatic lines for filling containers with liquids and their subsequent packaging and palletizing. When the machines are used on their own, some of the steps necessary to carry out the automated process (loading of the vessels in the oriented state, the storage of the caps, etc.) may require the participation of a worker. Despite the wide variety of existing machines, there are no publications to explore the main parameters of this process and their impact on the ending result.

The aim of the dissertation thesis is to study the basic parameters of the process of automated closure of vessels using screw caps and the influence of these parameters on the final result.

In order to achieve this goal, it is necessary to solve the following **main tasks**:

- To develop classifications of used screw caps and systems for automatic closure of containers with them.
- Analysis of problems in existing solutions for automated closure of screw caps.
- Determination of the technology of different types of caps and their suitability for automation of the closing process.
- Design and construction of a stand for the study of the parameters of the process of automated closing of screw caps.
- Developing a methodology for experimental studies of the influence of the basic parameters of the process of automated closing of screw caps on the final result.