



# ИЗСЛЕДВАНЕ ПРОЦЕСА НА АВТОМАТИЧНО ПОСТАВЯНЕ НА КАПАЧКИ ВЪРХУ ЗАТВАРЯНИТЕ С ТЯХ СЪДОВЕ

Р. Димитрова, С. Димитров, С. Николов

**Резюме:** В настоящата статия, са представени резултатите от изследване на процеса на автоматично поставяне на винтови капачки върху отворите на затваряните с тях съдове. Изследването е проведено при класически експеримент, с използване на разработен за целта стенд.

**Ключови думи:** винтови капачки, автоматизирано затваряне, автоматичните машини, класически експеримент.

## 1. Въведение

Автоматичните машини за затваряне на съдове с винтови капачки се използват при необходимост от затваряне на големи по обем серии от съдове с винтови капачки. При тях процеса на затваряне е напълно автоматизиран. Отделните стъпки в този процес са:

- ориентиране и подаване на капачките към позиция за поставяне върху отвора на затваряния съд (1);
- ориентиране и подаване на съдовете към позицията за поставяне на капачките върху затваряния отвор (2);
- поставяне на капачките върху отвора (3);
- придвижване към позицията за затваряне (4);
- затваряне (5);
- извеждане на затворения съд от позицията за затваряне (6).

Целта на настоящата работа е да се изследва процеса на поставяне на винтовите капачки върху отвора на затваряния съд.

## 2. Постановка на изследването

### 2.1. Стенд за изследване на процеса на затваряне на съдове с винтови капачки

На фиг.1 е показана 3D модел на разработен стенд за изследване на процеса на затваряне на съдове с винтови капачки [1]. Неговият принцип на работа е следният.

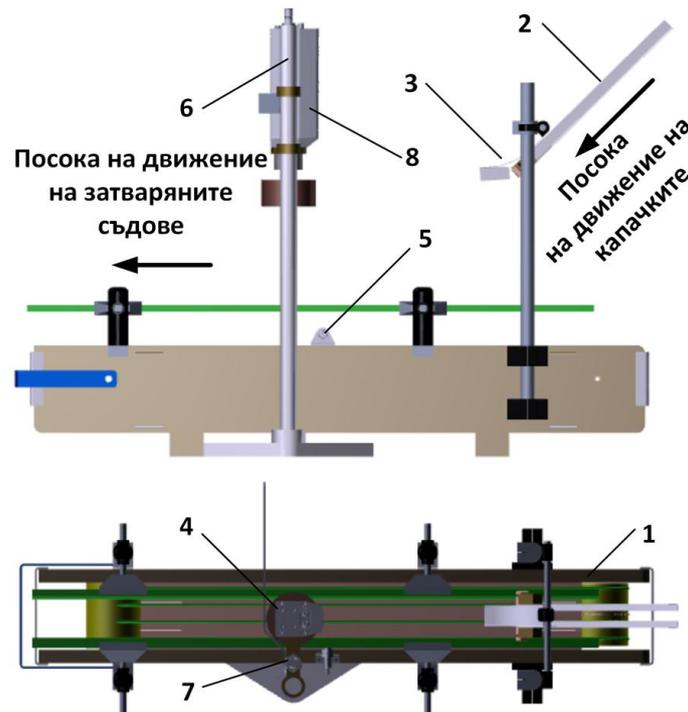
При стартиране на процеса затваряният съд се придвижва от ЛТ (поз.1) в посоката показана на фиг.1. Преминавайки през позицията за поставяне на капачката върху отвора на затваряния съд (поз.3), затваряният съд „взема“ капачка от МС (поз.2) и заедно с нея продължава движението си към позицията за завиване (поз.4)

При достигане на позицията за завиване сензорът за позиция (поз.5) подава сигнал към PLC и той спира движението на ЛТ. В резултат на това затваряният съд с поставената върху отвора капачка се позиционират в позицията за завиване.

След позиционирането, PLC подава сигнал към пневматичния цилиндър (поз.6), който сваля затварящата глава към зоната на завиване. При това движение затварящата глава захваща капачката. Движението продължава до достигане на упора (поз.7).

След позиционирането на затварящата главата PLC включва серво двигателя (поз.8), който завърта затварящата глава, при което се осъществява завиването на капачката.

Продължителността на завиването се контролира от въведеното в системата за управление време. След изтичането на зададеното време PLC изключва серво двигателя, с което процеса на завиване е приключил.



Фиг.1 Класификация на винтови капачки

След завиването PLC подава сигнал към пневматичния цилиндър, който връща затварящата глава в изходно положение. При това движение затварящата глава освобождава капачката, с което цикъла на затваряне приключва.

## 2.2. Методика за провеждане на експеримента

Целта на изследването е да се определят оптималния ъгъл на наклона на МС и скорост на движение на ЛТ, при които има най-висок процент успешно „взети“ капачки от МС. Изследването протича в следната последователност:

- Настройване на механичната част на стенда за конкретен съд и капачка.
- Начална инициализация на управляващата система на стенда.
- Настройване на ъгълът на наклона  $A$  на МС.
- В „Ръчен“ режим се задава скоростта на движение на ЛТ.
- Зареждат се капачките в МС.
- Зареждат се затваряните съдове върху ЛТ.
- Стартира се движението на ЛТ чрез бутона „Старт“.
- След изчерпване на капачките от МС се спира движението на ЛТ чрез бутона „Стоп“.
- Прави се визуален контрол и се определя броя на успешно „взетите“ капачки.
- Обработват се получените резултати.

## 3. Получени резултати

Изследването е проведено в условията на класически експеримент [2] с 500 [ml] бутилки Соса-Сола. При него са изследвани:

- десет различни стойности на ъгъла на наклон  $A$  на МС спрямо лентата на ЛТ в интервала от  $16^\circ$  до  $40^\circ$ ;
- при осем различни скорост на ЛТ изменящи се в интервала от 4 до 40 [m/min].

Част от получените при изследването резултати са дадени в таблици от 1 до 5.



## XXVI МНТК „АДП-2017”

Табл.1 Резултати от изследването при ъгъл А [28°]

Параметри	Дименсия	Поставени капачки	Паднали капачки
Скорост на ЛТ 1	4 [m/min]	76	24
Скорост на ЛТ 2	6 [m/min]	70	30
Скорост на ЛТ 3	8 [m/min]	66	66
Скорост на ЛТ 4	12 [m/min]	60	60
Скорост на ЛТ 5	20 [m/min]	48	52
Скорост на ЛТ 6	25 [m/min]	31	69
Скорост на ЛТ 7	30 [m/min]	11	89
Скорост на ЛТ 8	40 [m/min]	2	98

Табл.2 Резултати от изследването при ъгъл А [26°]

Параметри	Дименсия	Поставени капачки	Паднали капачки
Скорост на ЛТ 1	4 [m/min]	100	0
Скорост на ЛТ 2	6 [m/min]	99	1
Скорост на ЛТ 3	8 [m/min]	92	8
Скорост на ЛТ 4	12 [m/min]	90	10
Скорост на ЛТ 5	20 [m/min]	84	16
Скорост на ЛТ 6	25 [m/min]	77	23
Скорост на ЛТ 7	30 [m/min]	77	23
Скорост на ЛТ 8	40 [m/min]	49	51

Табл.3 Резултати от изследването при ъгъл А [24°]

Параметри	Дименсия	Поставени капачки	Паднали капачки
Скорост на ЛТ 1	4 [m/min]	72	28
Скорост на ЛТ 2	6 [m/min]	67	33
Скорост на ЛТ 3	8 [m/min]	56	44
Скорост на ЛТ 4	12 [m/min]	50	50
Скорост на ЛТ 5	20 [m/min]	12	88
Скорост на ЛТ 6	25 [m/min]	0	100
Скорост на ЛТ 7	30 [m/min]	0	100
Скорост на ЛТ 8	40 [m/min]	0	100

Табл.4 Резултати от изследването при ъгъл А [22°]

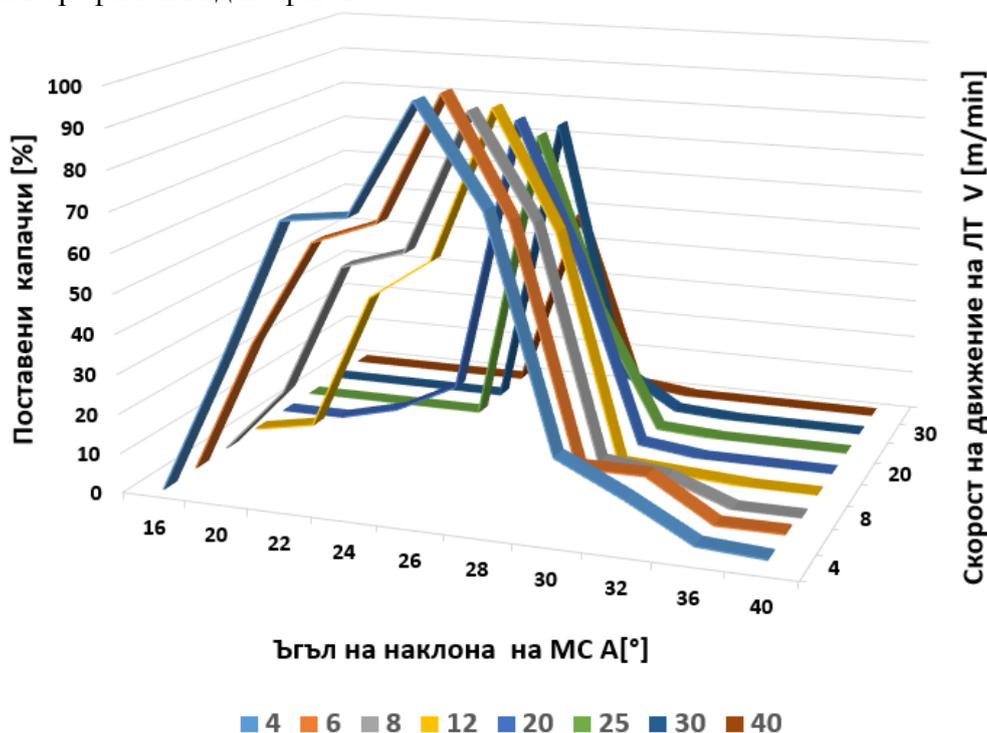
Параметри	Дименсия	Поставени капачки	Паднали капачки
Скорост на ЛТ 1	4 [m/min]	70	30
Скорост на ЛТ 2	6 [m/min]	61	39
Скорост на ЛТ 3	8 [m/min]	51	49
Скорост на ЛТ 4	12 [m/min]	39	61
Скорост на ЛТ 5	20 [m/min]	4	96
Скорост на ЛТ 6	25 [m/min]	0	100
Скорост на ЛТ 7	30 [m/min]	0	100
Скорост на ЛТ 8	40 [m/min]	0	100

**Табл.5. Резултати от изследването при ъгъл А [20°]**

Параметри	Дименсия	Поставени капачки	Паднали капачки
Скорост на ЛТ 1	4 [m/min]	34	66
Скорост на ЛТ 2	6 [m/min]	34	66
Скорост на ЛТ 3	8 [m/min]	17	83
Скорост на ЛТ 4	12 [m/min]	3	97
Скорост на ЛТ 5	20 [m/min]	0	100
Скорост на ЛТ 6	25 [m/min]	0	100
Скорост на ЛТ 7	30 [m/min]	0	100
Скорост на ЛТ 8	40 [m/min]	0	100

#### 4. Обработка на получените резултати

Получените резултати при различните ъгли на наклон на МС са обобщени и представени в графичен вид на фиг.2.


**Фиг.2 Графично представяне на резултатите**

От графиката се вижда, че максималният процент на успешно „взети“ капачки от МС в интервала **65÷100%** се получава при:

- Ъгъл на наклона А в интервала **22÷28[°]**;
- Скорост на движение V на ЛТ в интервала **4÷6 [m/min]**.

Увеличаването на ъгъл на наклона А над **30 [°]**, води до невъзможност за „вземане“ на капачка от МС. Същият ефект се наблюдава и при намаляване на ъгъл на наклона А под **20 [°]**, което е съпроводено и със затруднено придвижване на изследвания тип капачка в улея на МС.

При скорост на движение V на ЛТ над **12 [m/min]** е невъзможно успешно „вземане“ на капачка от МС, независимо от неговият ъгъл на наклон.



С цел осигуряване на възможност за успешно „вземане“ на капачки от изследвания тип при скорост на движение  $V$  на ЛТ над  $12$  [m/min] е необходимо да се промени конструкцията на фиксатора на капачката в позицията за поставяне на МС.

### 5. Изводи:

- Изследван е процеса автоматично поставяне на капачки върху отворите на затваряните с тях съдове, при класически експеримент.
- Извършена е обработка на резултатите от проведените експерименти и е дадено тяхно графично представяне.
- За изследвания комплект затварян съд винтова капачка оптималният ъгъл на наклона на МС е в интервала  $22 \div 28$  [°].
- При скорост на движение ЛТ над  $12$  [m/min] е невъзможно успешно поставяне на капачка от МС, независимо от неговият ъгъл на наклон.
- За осигуряване на възможност за успешно поставяне на капачки от изследвания тип при скорост на движение над  $12$  [m/min] е необходимо да се промени конструкцията на фиксатора на капачката в позицията за поставяне на МС.

### Литература:

1. Димитров С., Концептуален модел на стенд за изследване параметрите на процеса на автоматизирано затваряне на съдове с винтови капачки, Научни известия на НТС по Машиностроене, бр. 14(200), ISSN-1310-3946, 2016
2. Вакарелска Т., Д. Чакърски, Регресионен многофакторен анализ при симулационно моделиране на роботизирани производствени системи, Машиностроителна техника и технологии, Варна, бр.1, 2004

### Благодарности:

*Настоящата научна статия е финансирана от НИС при ТУ-София по проект 162ПД0014-06/2016 г. „Изследване процеса на автоматизирано затваряне на съдове с винтови капачки”*

## STUDY OF THE PROCESS OF AUTOMATICALLY PLACING CAPS ON CONTAINERS CLOSING WITH THEM

**R. Dimitrova, S. Dimitrov, S. Nikolov**

***Summary:** This paper presents the results of the study of the automatic insertion of screw caps into the openings of containers closing with them. The study was conducted in a classic experiment using a stand designed for this purpose.*

### Данни за авторите:

Ренета Красиминова Димитрова, доц., д-р инж., катедра „АДП”, МФ, ТУ – София, София, бул. “Кл. Охридски” № 8, e-mail: rkd@tu-sofia.bg

Слав Боянов Димитров, маг. инж., редовен докторант към катедра АДП при МФ на ТУ София, тел.: 0877415858, e-mail: slav.b.dimitrov@abv.bg

Стилиян Николов Николов, доц. д-р инж., катедра „АДП” при МФ, ТУ – София, бул. “Кл. Охридски” № 8, тел. 9653765, e-mail: st\_nikolov2@tu-sofia.bg