



# ПРОЕКТИРАНЕ И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА СИСТЕМА ЗА АВТОМАТИЧНО ОРИЕНТИРАНЕ НА АСИМЕТРИЧЕН ДЕТАЙЛ ТИП “ШПИНДЕЛ”

В. Митев, П. Митев

**Резюме:** В доклада са представени резултатите от разработването на метод и система за автоматично ориентиране и транспорт на детайл с външна асиметрия и минимално изместване на центъра на тежестта. Анализирана е степента на пригодност на детайла за автоматично ориентиране. Анализирани са и изискванията към отклоненията от размерите и формата на посочения детайл. Разработени са варианти и е избран оптимален вариант за водене при транспорт на детайла в линеен вибротранспортър. Конструирано и разработено е устройство за ориентиране и експериментално са изследвани параметрите - производителност и надеждност.

**Ключови думи:** автоматично ориентиране, конструирание, технологичност на конструкцията, вибрационни бункерни хранващи устройства, линеен вибротранспортър.

## 1. Въведение

Във връзка с поръчка за проектиране на автоматична монтажна машина за сглобка на два пластмасови детайла "Шпиндел" и "Тяло" с винтова връзка, е необходимо да се конструира съответно автоматичната ориентираща техника.

Това е първата основна задача при проектиране на автоматизираща монтажна техника. Свързана е с отличното познаване на всички възможни белези за ориентиране, както и разпознаването им при конкретен детайл. Освен това е възможно при даден детайл да има повече от един белег за ориентиране и да е необходимо да се избере оптималния, който е свързан с по-голяма производителност, надеждност и ниска цена и това трябва да стане с предвиждане, преди да са направени разходи. Това предполага съществен опит на конструктора на ориентираща техника.

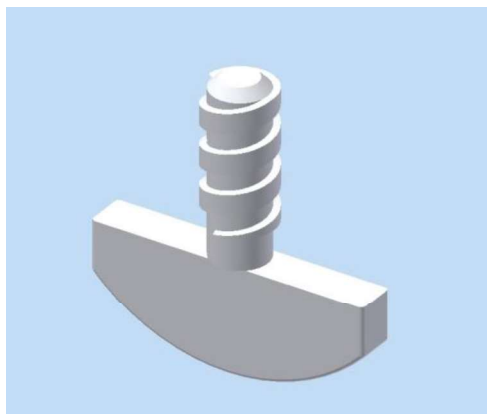
От съществено значение е пригодността на детайлите и заготовките за автоматично ориентиране [1]. Анализът на детайлите за ориентиране трябва да потвърди желаната производителност, която трябва да се реализира от монтажната техника и то на етап преди изготвяне на оферта.

Обект на разглеждане в настоящия доклад е разработването на система за автоматично ориентиране на детайл "Шпиндел" с външна асиметрия и малка асиметрия на центъра на тежестта, във вибрационно бункерно хранващо устройство (ВБЗУ).

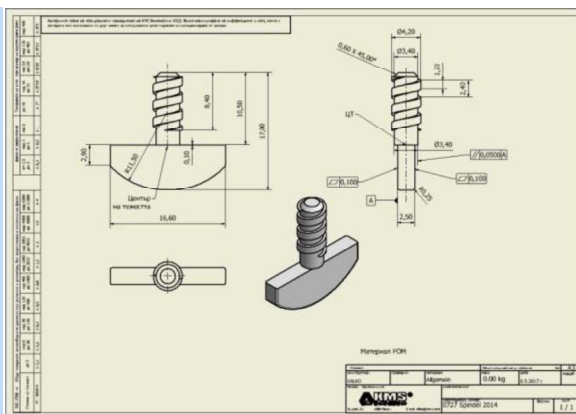
Необходимата производителност за монтажната машина е 1500 детайла на час и годишна производствена програма около 3 000 000 детайла, при което производителността на системата за ориентиране трябва да бъде поне с 20% по-висока от целевата. Снимка и чертеж на детайла са представени съответно на фиг. 1 и фиг. 2.

При проучване на специализирана литература [4,5,7] е установено, че не съществуват известни решения на устройства за автоматично ориентиране на този тип детайли.

Целта на разработката е проектиране и изследване на система за автоматично ориентиране на детайл "Шпиндел" във вибрационно бункерно хранващо устройство и метод за водене и транспортиране до позиция за отсичане.



Фиг. 1



Фиг. 2

## 2. Оценка на степента на пригодност на детайлите за автоматично ориентиране.

**2.1 Детайла е от материал POM, изработен в шприц инструмент.** Това поражда необходимостта от много внимателна оценка на размерите и възможните отклонения от формата. Шприц инструментът е с две перпендикулярни делителни равнини - едната е в равнината на симетрия на плоската, успоредна на стените, а другата на 90 градуса в равнината на симетрия на цилиндричната. Поради естеството на процеса имаме 6 основни проблема, които са валидни за всички детайли, произведени по тази технология:

а) с времето делителните равнини се износват и в тези места, преди да настъпи момент за ремонт, се появяват ципи на детайла, свързани с тялото му. В случая е неприятен фактът, че двете делителни равнини са перпендикулярни, което ще затрудни воденето. Това се получава и ако се повиши налягането на шприцване, което води до отваряне на инструмента.

б) При стартиране на машината, преди са се temperира в режим, падат детайли, които са недонапълнени.

в) Често, за да се ускори цикълът на шприцване, се повишават температурите и намалява времето за охлаждане. Това е причина за деформиране на детайлите в недопустими граници, което води до затруднения с воденето. Понякога и изхвъргачите проникват и дори пробиват детайла при изхвърляне.

г) Материалът РОМ остава тънки нишки, подобни на косми, които често са свързани с детайлите. Те се получават при изхвърлянето на детайла - изтегляне от горещата дюза.

д) При износване на изхвъргачите се получават дъговидни люспи, стърчащи от тялото на детайла и понякога с дължина до 3 мм!

е) При наличие на тънки дълги елементи от детайла, позицията им е неопределена, поради различните режими на свиване и охлаждане.

Всичко това трябва да се вземе в предвид и да се договори с поръчителя заверен чертеж с допустимите отклонения от размери и форма.

**2.2 При анализа на конструкцията на детайл "Шпиндел"** и пригодността му за ориентиране, е използвана методиката за балови оценки разработена в катедра АДП. Този анализ позволява да се оцени степента на пригодност на изделието за автоматичен монтаж [1]. За оценка на степента на пригодност на детайлите за автоматично ориентиране е използвана методиката за количествена оценка на технологичността на конструкцията,разработена в катедра "Автоматизация на дискретното производство" [2]. Получените резултати от прилагане на метода са показани в Таблица 1.

Както Сумарната балова оценка (сумата от цифрите на кодовия номер на детайла) е  $b=34$ . Детайлът попада в категория 4, където поради сложността на автоматичното хранване автоматизацията не е целесъобразна.



## XXVI МНТК „АДП-2017”

Промяна на конструкцията му е невъзможна, поради висока направена инвестиция в щприциструменти. Следва да се намери начин за автоматично ориентиране с отчитане на всички геометрични свойства и белези на детайла за да се премахне ръчният труд към момента.

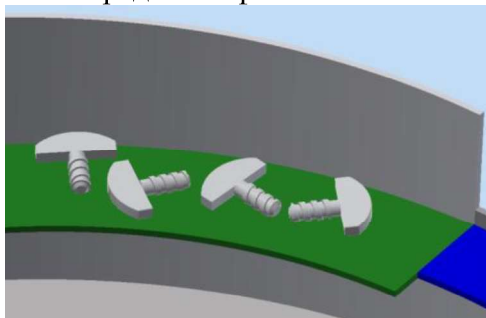
Табл.1

Степен N	Характеристика	Код
Степен I	Асиметрия на външна конфигурация, неметален	2 000 000
Степен II	Свързващи се по механичен път	600 000
Степен III	Равноразмерни, немагнитни	90 000
Степен IV	Некръгъл, прав	3 000
Степен V	Две равнини на симетрия	500
Степен VI	Няма централен отвор, гладка форма	10
Степен VII	Ексцентричен издатък от едната страна	8
Кодов номер на детайла		2 693 518

### 3. Разработване на системата за автоматично ориентиране и анализ на допустимите отклонения от форма и размери на детайла.

Съществува само един вариант за ориентитането на тези детайл, който е описан поетапно.

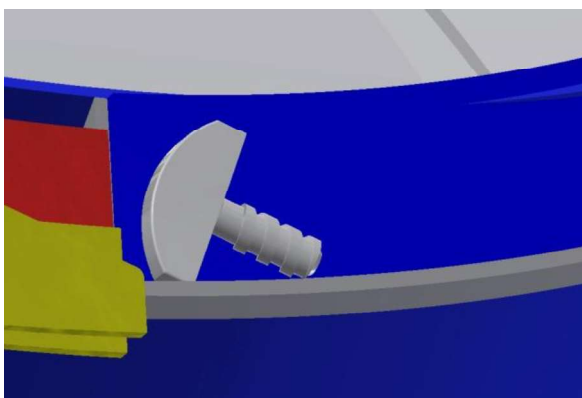
**3.1. Детайлите се движат в полоса А на бункера,** легнали на плоската страна, като ориентацията им спрямо ос Z е неопределена фиг. 3.



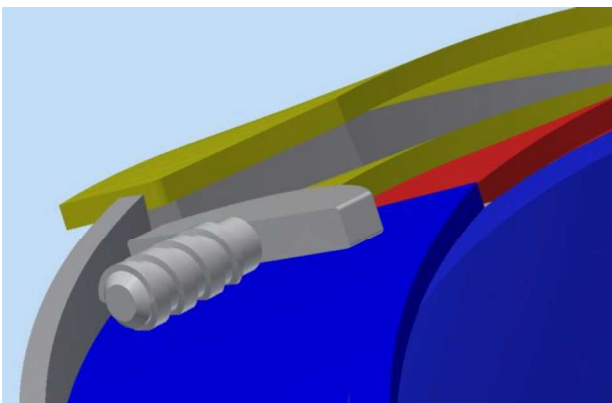
Фиг. 3

**3.2. Полоса В плавно се накланя към външната страна на бункера,** като детайлите се движат вече по две опорни равнини (фиг. 4). При този преход се използва и височината на втората равнина за да се разслои потока до един слой. Излишните детайли изпадат извън бункера и се връщат чрез специална надстройка, изградена в долната част на вибrotchашата. Тази надстройка е под всички външни за чашата пътища и връща детайлите през отвор към дъното ѝ.

**3.3. Детайлите преминават от полоса В в Полоса С** (фиг.5), която е водене между две успоредни шини. Растоянието между двете шини трябва да бъде  $3^{+0,1}$  мм, поради малката разлика между диаметъра на цилиндричната част (Ф3,4 мм) и размера на плоската част (2,5 мм) (фиг.6). Ако се намали растоянието между двата борда, ще се повишат изискванията към плоската страна на детайла - отклоненията от форма и размери. При повишение на размера и обирање на хлабината между детайла и борда едностранно се губи контакта м/у детайла и другия борд. Целта на тази полоса е да промени състоянието от неопределеното положение спрямо напречната на посоката на движение ос, благодарение на макар и малко измествения център на тежестта и равнината образувана от края на цилиндричната част на детайла и началото на плоската, към еднозначно положение на детайлите с ос на цилиндричната част, перпендикулярно на посоката на движение.

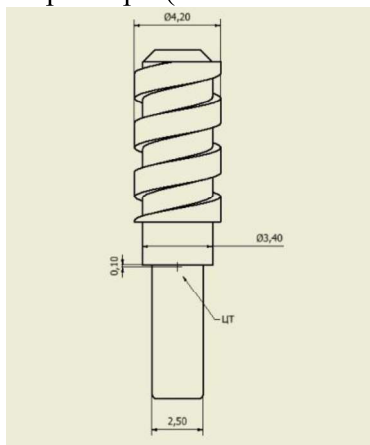


Фиг. 4



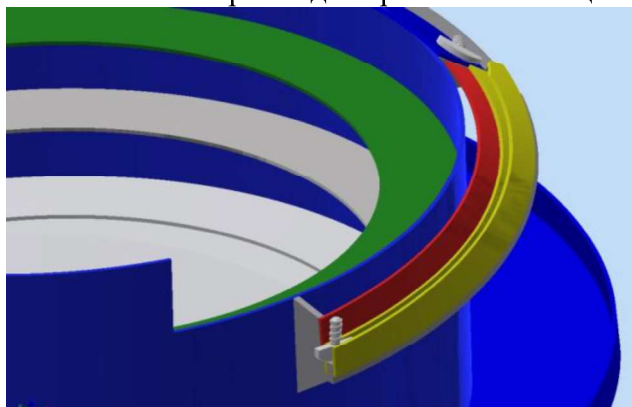
Фиг. 5

Друго съображение е, че благодарение на този похват, използвайки тази равнина, се избягва от водене на детайл с равни размери (Степен III от методиката за оценка).

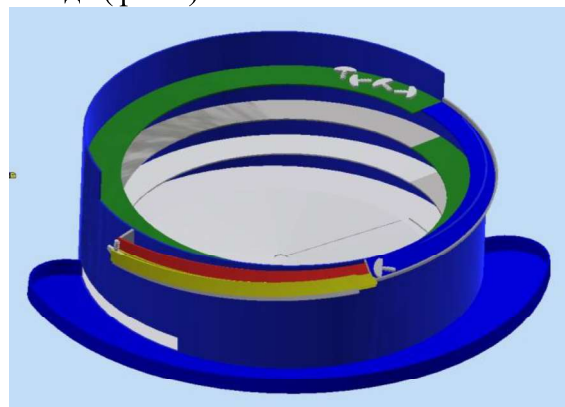


Фиг. 6

**3.4. В полоса D, която е усукана плавно спрямо посоката на движение, детайлите постепенно се изправят до вертикална позиция на изхода (фиг.7)**



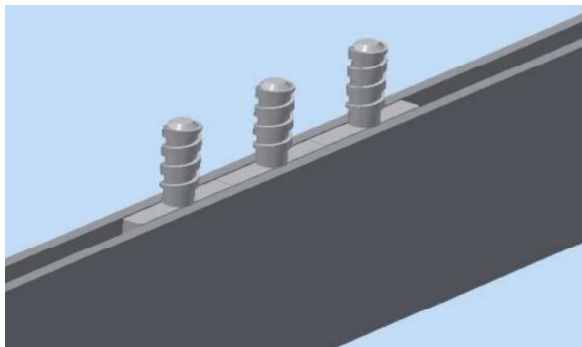
Фиг. 7



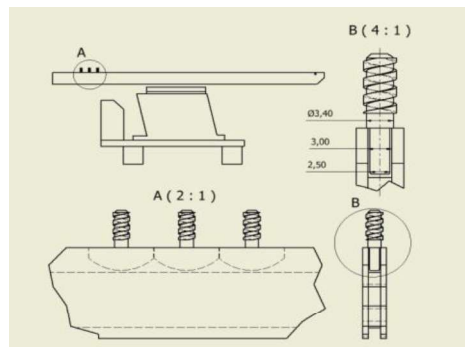
Фиг. 8 Общ вид на чинията на ориентиращото ВБЗУ

#### 4. Разработване на система за транспорт и водене на детайла

На фиг.9 и фиг. 10 са разгледани детайлите в условията на водене между два борда във вибрационен линеен транспортър (ВЛТ). Поради това, че контактът между детайлите е по-ниско от точката на окачване и центъра на тежестта на детайлите, при спрян в отсека тел поток, под въздействие на силите м/у детайлите, се получава въртящ момент, който ги завърта първоначално в произволно положение около ос напречна на посоката на движение, а в последствие, според напора, изважда детайли от двата борда.

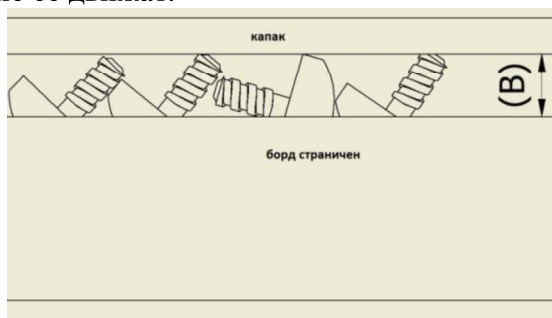


Фиг.9

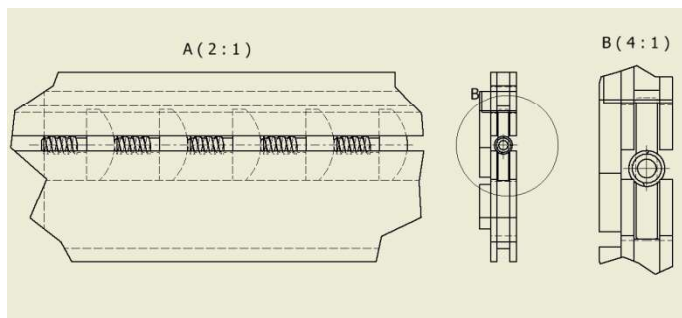


Фиг.10

За да се спре излизането на детайли е необходим капак на вибропътя. При поставянето на капак размерът Б може да бъде от 7 до 9 мм. При движението си, независимо от този размер, детайлите заемат неопределено положение - (фиг 11). Поради това, че потокът се спира в отсека, се получава заклиняване между отделните детайли и при освобождаване, те не се движат.



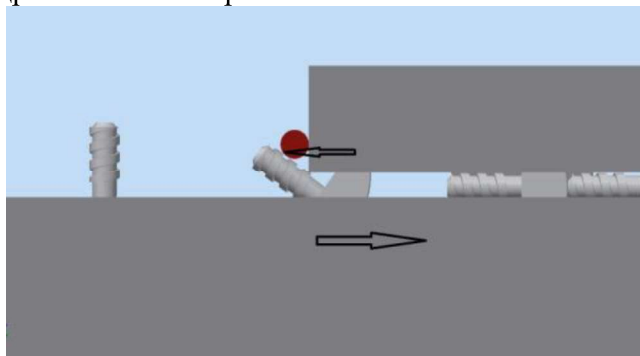
Фиг.11



Фиг.12

При съображенията от т. 2.1, най-добрият вариант от гледна точка на воденето на детайла е четириточково водене по цилиндричната част. По този начин се избягва влиянието на възможните ципи, по направлението им имаме освобождаване, а и детайлите са с една степен на свобода - посоката на движение. (фиг 12). Контактните точки на опорните реакции се изместват далеч от центъра на тежестта, което води до стабилност на движението.

За да се случи това е необходимо след бункера те да бъдат преориентирани с ротация. След транспорта във виброшината те трябва отново да се преориентират във вертикално положение на цилиндричната част, във връзка с използването на паралелните повърхнини за манипулиране и цилиндричната за базиране.



Фиг. 13

На фиг. 13 е показан методът за преориентиране на входа на шината. Центърът на тежестта остава ниско спрямо точката на обгъркване около цилиндрична повърхнина, поради което се създава момент, завъртащ детайла. За да не се забавя той, поради опасност





от заклиняване със следващия, процеса се подпомага от малка пневматична дюза, упражняваща напор в долния край.

Достигнатата производителност на ВБЗУ "Шпиндел" е 1,5-2,5 сек/бр според амплитудата ( скоростта) на която е настроен, това са 5400-9000 бр/час, което надхвърля нуждите на монтажната машина (около 1500/час) с повече от 3 до 5 пъти.

### 5. Заключение

Според анализа на детайла и степента на пригодност, същият е с висока сложност и поради комплексността на автоматичното хранване, автоматизацията не е целесъобразна. Промяна на конструкцията му е невъзможна, поради висока направена инвестиция в щприциструменти. Разработен е метод и устройство позволяващи ориентирание и водене на този тип детайли. Резултатите от разработката ще подпомогнат конструкторите на ориентираща техника в подобни гранични случай с висока сложност.

## DESIGN AND EXPERIMENTAL RESEARCH OF A SYSTEM FOR AUTOMATIC ORIENTING OF AN ASYMMETRIC PART "SPINDLE"

V. Mitev, P. Mitev

**Abstract:** *In the paper are shown the results from the development of a method and a system for automatic orienting and feeding of a part with external asymmetry and minimal displacement of the center of gravity. The part automatic feeding feasibility is analyzed. Also analyzed are the requirements for dimension and shape deviations of the part. Multiple variants for guiding during transportation in a linear vibratory feeder are developed and an optimal one is chosen. Designed and developed is a device for orienting and experimental research on the parameters productivity and reliability is done.*

### Литература:

1. Гановски, В.С., И.К.Бояджиев, Т.Д.Нешков, Ц.Л.Цветков. Механизация и автоматизация на монтажните процеси в машиностроенето. София, Техника. 1986.
2. Чакърски, Д., Т. Андонова-Вакарелска, А. Сарандева. Методология за проектиране на роботизирани технологични модули за малки детайли. Научни известия на НТС по Машиностроене, Година VII, Бр. 2 (53), ISSN 1310-3946, май 2000, Созопол.
3. Бояджиев, И.К., Л.Т. Ключков, Б.М. Монов. Ръководство за лабораторни упражнения и курсово проектиране по автоматични линии. Печатна база при ВМЕИ – София, 1989.
4. Geoffrey Boothroyd, Assembly Automation and Product Design ISBN 1-57444-643-6
5. Stefan Hesse, Rationalisation of small workpiece feeding. Orientating, sorting, checking and feeding . 2000 by Festo AG & Co.
6. Handbook of Feeding and Orienting Techniques for small parts G.Bootroyd, C.R. Poli, L.E Murch 1978
7. И. Г. Бляхеров, Г. М. Варьяш, и др. Автоматическая загрузка технологических машин 1990 г

### Данни за авторите:

Вълко Запрянов Митев, магистър, конструктор във фирма "КМС Инженеринг ООД" гр. Пловдив e-mail: office@kms-e.com

Пенко Вълков Митев, магистър, конструктор във фирма "КМС Инженеринг ООД" гр. Пловдив e-mail: office@kms-e.com