

ПРОЕКТИРАНЕ НА СИСТЕМА ЗА ОРИЕНТИРАНЕ И ОТСИЧАНЕ НА МЕТАЛНИ ВТУЛКИ

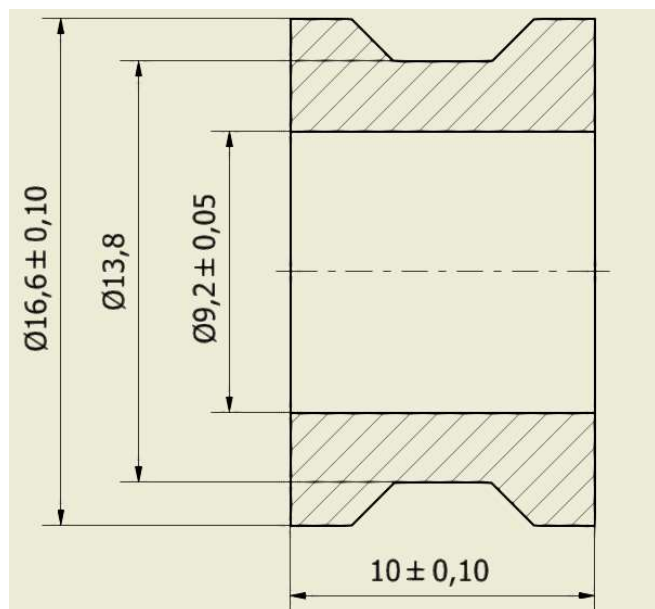
Пенко Митев
Технически Университет София,
филиал Пловдив
Пловдив, България
e-mail: penkomitev@tu-plovdiv.bg

Резюме: Този доклад е посветен на процеса по конструиране, проектиране, изработка и внедряване на система за ориентиране на метални втулки посредством вибробункер. Разгледани са предизвикателствата на ориентирането, направен е анализ на пригодността на детайла за автоматично ориентиране.

Ключови думи: система за ориентиране, вибробункер, втулка

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Докладът е посветен на процеса на конструиране, проектиране, пресмятане и експериментално изследване на система за ориентиране и отсичане на метални втулки показани на Фиг.1 Детайлът е от метал, т.е не попада в обхвата на полимерните изделия, за които има редица изисквания към качеството, особено при производство по технология на шприцване [1]. Възможно е да се използва стъпално елеваторно устройство, но разработката му усложнява прекалено конструкцията и използването на вибробункер е по-адекватното решение [2].



Фиг. 1. Втулка

Втулките са показани на фиг. 1. Детайлът е симетричен, което облекчава работата по автоматичното му ориентиране. Задачата се свежда до отстраняване на изправените устойчиви състояния, защото търсената ориентация на изхода е легнали на диаметър $\Phi 16,6\text{mm}$.

Общият процес, в който участва втулката се нарича на английски език "overmoulding", което значи шприцване върху даден детайл. В конкретния случай, втулката се залага в шприцформа и около нея ще бъде шприцвана пластмасата, за да формира крайното изделие. Подобен процес съществува и при сходни изделия, но вместо втулки, при тях се залагат магнити и намират приложение в автомобилната промишленост, за управление на контролните сигнали по лоста за пътепоказателите, дългите светлини и клаксона на автомобила при някои марки.

Обект на доклада е проектирането и изработката на система за ориентиране и отсичане на втулката, след което същата трябва да се вземе с хващач от промишлен робот. Извън обхвата на доклада е цялото изделие, след шприцването. То попада в обхвата на проблемите с качеството на процеса на шприцване, на които трябва да се обърне внимание [1].

II. ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТТА НА ДЕТАЙЛА ЗА АВТОМАТИЧНО ОРИЕНТИРАНЕ

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". Получените резултати от прилагане на метода са показани в Таблица 1.

ТАБЛИЦА 1 ПРИГОДНОСТ НА ДЕТАЙЛА ЗА АВТ. ОРИЕНТИРАНЕ

Степен N	Характеристика	Код
Степен I	Изместен център на тежестта , метални	2 000 000
Степен II	Несвързващи се	000 000
Степен III	Прътови, феромагнитни	10 000
Степен IV	Две и повече манипулационни бази, разположени симетрично	3 000
Степен V	Две равнини на симетрия	500
Степен VI	С централен гладък проходен отвор	20
Степен VII	Без допълнителни признаци	0
Кодов номер на детайла		2 013 520

Общата сума от показателите е равна на 13, което поставя детайла като средно сложен.

В Таблица 2 е показана оценката на детайла спрямо предложена система за кодиране.

ТАБЛИЦА 2 ОЦЕНКА НА ДЕТАЙЛА ПО СИСТЕМА ЗА КОДИРАНЕ

№	Параметър	Стойност	Означение
1	Форма	Цилиндрични	1
2	Разположение	Почти симетрични	2
3	Материал	Метални	М
4	Маса	Нормални	3
5	Брой УС	Брой УС	2
6	Цвят	Едноцветни	М
7	Доп. геомтр. характеристики	Наличие на отвори	2
8	Контролни маркери	Без доп. информация	3
9	Категория детайли	Други	8
10	Индустрия	Автомобилна	3
11	Сложност на ориентирането	Лесни	1
12	Конструктивни мерки във връзка с ориентирането	Отлично конструиран детайл	4
13	Склонност да се заплитат	Незаплитащи се	1
14	Външен дизайн	Неотговорни	1
15	Влияние на електростатика	Без влияние	1
Кодов номер на детайла: 1 2 М 3 2 М 2 3 8 3 1 4 1 1 1			

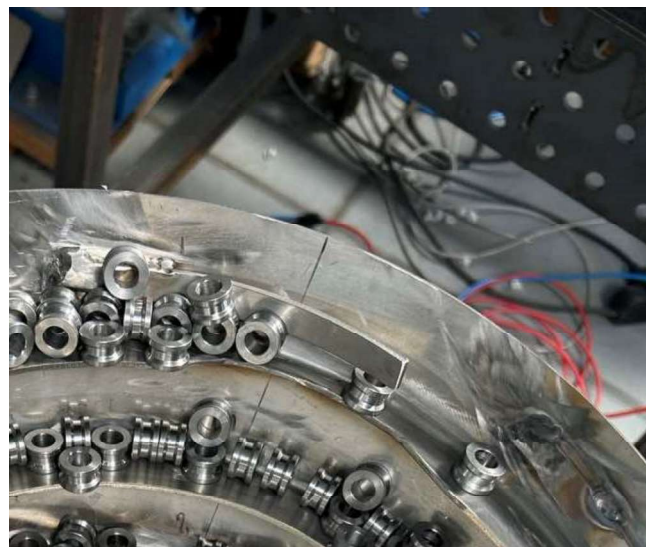
На база резултатите от Таблица 2 могат да се изведат следните твърдения за основните предимства на детайла:

- Детайлът е симетричен
- Устойчивите състояния са само две
- Не се заплита
- Неотговорен е

III. ПРОЕКТИРАНЕ НА СИСТЕМАТА

Системата е базирана върху виброзадвигване Ф250 mm с посока „по часовниковата стрелка“ (ПЧС) и конусна чиния Ф420 mm, изработена от неръждаема стомана. Отчита се масата на втулките, всеки детайл тежи 9 грама. При зареждане на 200-300 втулки едновременно, това води до съответно 1,8 kg и 2,7 kg разлика в масата на горната маса на вибробункера (включваща и чинията). Това обстоятелство може да се компенсира чрез стандартен метод с обратна връзка към управлението на вибробункера, но необходимостта от това ще се изследва по време на експерименталните изследвания. Първата стъпка е да се проектират ориентиращи елементи, които да осигуряват правилната ориентация на детайлите. Търсената производителност е 20 детайла / мин. Използва се огъната пластина, по която изправените детайли загубват баланс и падат обратно към чашата на вибробункера. На това място пътеката е стеснена, за да се улесни падането.

Теоретично е възможно да се търсят решения за оформяне на пластината по такъв начин, че тя да е играе ролята на активно ориентиращо устройство, т.е да преориентира изправените втулки до легнало състояние. Това не е лесна задача и е взето решение да не се прави, защото е предвидено, че производителността ще надхвърли многократно изискванията, дори без това активно ориентиране.



Фиг. 2. Чаша на вибробункера

Чашата на вибробункера е показана на фиг.2. Ориентиращият елемент от тип пластина е дублиран още веднъж, за да се осигури, че няма да има пропуснати детайли. Това обстоятелство е показано на фиг. 3. Теоретично е направена преценка, че първият ориентиращ елемент позволява малка част от детайлите да го прескочат и да се завъртят, като продължат движението си в изправено състояние. Благоприятното е, че се движат поединично и вторият ориентиращ елемент гарантирано ги филтрира [3,4,5].



Фиг. 3. Допълнителен ориентиращ елемент от тип пластина

Следващият етап е да се оформи изход. Направена е преценка той да е с дължина около 100 mm и да му се направи страничен борд. Изходът е наклонен под общ ъгъл 10° и е показан на фиг. 4.

Предвиден е този наклон, който по-късно ще се използва за механичното присъединяване и предаване на детайлите към линейен вибрационен транспортър (ЛВТ). Наклонът ще спомогне влизането на детайлите в отсекача и ще осигури правилната работа на устройството.



Фиг. 4. Оформяне на изход на вибробункера

На фиг. 5 е показан преходът между изхода на вибробункера и линейния вибрационен транспортър (ЛВТ). Той играе ролята на технологичен задел с готови ориентирани детайли. В края на линейния участък е поставен сензор от тип „вилница”, който служи за сензор за максимум. Когато сигналът се задържи повече от 2 [s], вибробункерът се спира.



Фиг. 5. Преход между вибробункер и ЛВТ

Линейният участък е проектиран от неръждаеми детайли, които са прецизно изрязани посредством технология на лазерно рязане, след което детайлите са заварени. Поставен е капак, който ограничава възможността за надскачане между детайлите. Целият линейен вибрационен транспортър е наклонен под ъгъл 10°, същият ъгъл, под който е наклонен и изходният линейен участък на вибробункера. На фиг. 6 е показан и предният край на ЛВТ. Първите две втулки се избутват от напора в специалното гнездо на отсекача. Общо технологичният задел по цялата дължина на шината е около 25 бр. На всеки цикъл се взимат по 2бр, а цикловото време е около 5 сек.



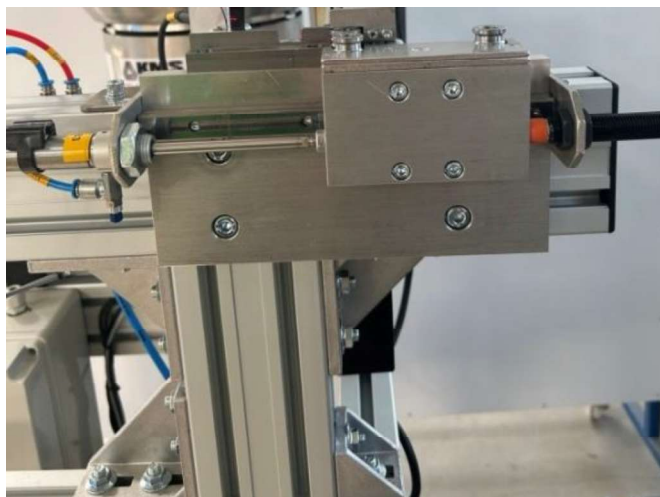
Фиг. 6. Оформление на ЛВТ отпред

На фиг. 7 е показан и отсекачелят на системата. Той е изграден от пневматичен цилиндър, чийто ход е ограничен от демпфер. Това позволява настройка на точната позиция. Междусовото разстояние между двете гнезда е съобразено с изискване на клиента, защото втулките трябва да се вземат от промишлен робот с готов, изработен предварително за целта хващач.

На пневматичния цилиндър са поставени 2 бр магнитни сензори за отчитане на позицията на буталото.

Освен това е инсталиран и лазерен оптичен сензор, чрез който се определя събитието на влязла в гнездото втулка, което е сигнал за готовност за отсичане.

На фиг. 8 са показани електронните управления за вибрациите на двете вибрационни устройства – ВБЗУ и ЛВТ. Настройката е безстепенна и отразява подаваното напрежение към системата.



Фиг. 7. Отсекател



Фиг. 9. Финализиран вид на системата



Фиг. 8. Електронни управления за ВБЗУ и ЛВТ

Цялостната система в завършен вид е показана на фиг. 9. Системата работи с електрическо захранване 230 [VAC], 1ф и пневматично захранване с входен диаметър на тръбопровода – $\Phi 8$ [mm].

IV. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ

При направеното първоначално експериментално изследване на производителността е отчетена стойност: 36 [бр. Детайли] / 20 [sec]. Това означава теоретична производителност около 108 [бр. / min] [6].

ТАБЛИЦА 3 РЕЗУЛТАТИ ОТ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ

Опит №	Брой ориентирани детайли
1	100
2	110
3	105
4	92
5	104
	Средно: 102 [бр. / min]

Експерименталното изследване потвърждава, че има излишък от производителност, което изключва нуждата от по-сложна форма на ориентиращите елементи от тип „пластина“.

Допълнително е направено изследване на влиянието на количеството заредени детайли в чинията предвид металния им характер. Действително, при зареждане на допълнителни 200-300 бр, масата се увеличава с описаните в глава „Проектиране на системата“ стойности и амплитудата намалява.

След известен период на работа, втулките намаляват и амплитудата отново се повишава, без да се променят никакви настройки по електронните управления. В конкретния случай това не е от значение, защото ориентирването е сравнително опростено и работи и с по-големи колебания в амплитудата, което не налага необходимостта от поставяне на сензор за обратна връзка, който да компенсира този тип разлики.

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подходите при проектирането на посочената система са универсално приложими за други типове детайли, които трябва да се ориентират автоматично [7,8].

Конструкцията на детайла е от изключително значение за работата на системите за автоматично ориентирание и хранване. В конкретния случай детайлът е симетричен и лесен за ориентирание. Налице е висока производителност и системата надвишава потребностите на автоматичния процес. По практическо правило, системата за ориентирание следва да е поне 20% по-бърза от основния процес.

При детайли от метал влиянието върху горната маса при пълен и празен вибробункер са значителни и при поделикатни детайли това може да създаде затруднения. В тези случаи се препоръчва използване на сензор за обратна връзка на амплитудата.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторът изказва благодарност на фирма КМС ИНЖЕНЕРИНГ ООД за предоставената техническа и логистична подкрепа.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Mitev V., I. Malakov; Analysis of the quality of polymer parts for automatic assembly. AIP Conf. Proc. 21 February 2024; 3063 (1): 060012. <https://doi.org/10.1063/5.0195873>
- [2] Mitev P., I. Malakov; Development of a system for automatic feeding and orientation of cylindrical parts. AIP Conf. Proc. 21 February 2024; 3063 (1): 060017. <https://doi.org/10.1063/5.0195879>
- [3] Boothroyd G., Assembly Automation and Product Design ISBN 1-57444-643-6
- [4] Hesse S., Rationalisation of small workpiece feeding. Orientating, sorting, checking and feeding. 2000 by Festo AG & Co
- [5] Boothroyd G., C.R. Poli, L.E Murch (1978) Handbook of Feeding and Orienting Techniques for small parts
- [6] Totev D., R. Dimitrova, S. Dimitrov; Main steps in the process of upgrade of existing systems for automation and control of industrial and manufacturing processes in order to fulfill the requirements of the concept "industry 4.0". AIP Conf. Proc. 21 February 2024; 3063 (1): 060007. <https://doi.org/10.1063/5.0195885>
- [7] Malakov I., V. Zaharinov. Choosing an Optimal Size Range of the Product "Pipe Clamp". (Book Chapter). In: Matoušek R., Kúdela J. (eds) Recent Advances in Soft Computing and Cybernetics., ISSN: 14349922, Springer, Cham., Volume 403, 2021, Pages 197-213, DOI: 10.1007/978-3-030-61659-5_17
- [8] Malakov I., V. Zaharinov. Interactive Software System for Multicriteria Choosing of the Structural Variant of Complex Technical Systems. Annals of DAAAM for 2012 & Proceedings of the 23rd International DAAAM Symposium, ISBN 978-3-901509-91-9, ISSN 2304-1382, Editor B[ranko] Katalinic, Published by DAAAM International, Vienna, Austria 2012, pp. 0199-0204.

DEVELOPMENT OF A FEEDING SYSTEM FOR METAL SLEEVES

Penko Mitev
Technical University of Sofia
branch Plovdiv
Plovdiv, Bulgaria
e-mail: penkomitev@tu-plovdiv.bg

Abstract: This paper is dedicated to the process of design, calculations, production and integration of a feeding system for metal sleeves using a vibratory bowl feeder. Reviewed are the challenges related to the orientation, also made is an analysis of the suitability of the parts for automatic feeding.

Key words: feeding system, vibratory bowl feeder, sleeves