

СИСТЕМА ЗА АВТОМАТИЧНО ТЕГЛЕНЕ НА МИДИ

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 автоматично теглене на миди в разфасовки от 250 [g], 500 [g], 1 [kg].

Ключови думи: система за теглене, автоматично теглене

I. ВЪВЕДЕНИЕ

В този доклад се разглеждат проблемите на конструирането, проектирането и производството на система за автоматично теглене на миди в разфасовки от 250 [g], 500 [g], 1 [kg]. Изискването за точност е до 5 [g].

Мидите са продукт, който е много деликатен. Поради естеството им (храна), трябва да се използват правилните материали за производство на съоръжението. Допълнително, те съдържат в себе си голямо количество вода, която може да изтече при по-продължителна работа с тях.

Системата за теглене е част от автоматична линия за опаковка на миди. Изискването е да се теглят гореспоменатите разфасовки като накрая се опаковат в мрежа от тип „гаца“, подобно на опаковката на плодове и зеленчуци за целите на големите вериги хипермаркети. Съществена разлика спрямо тези продукти е изискването гацата да е възможно най-стегната и опаковката да е фиксирана. Това се прави с цел противодействие на изтичането и загиването на мидите. Те трябва да оцелеят по-дълго, след което се замразяват и транспортират посредством автомобилен и въздушен транспорт до крайните си пазари, на които се реализират.

При тегленето най-общо е важно да се избере правилният тип тензометричен сензор, който да издържа на необходимото натоварване.

$$m_N > (m_1 + m_2)SF \quad (1)$$

В уравнение (1) е предложен начин на избор на тензометричен сензор. m_1 е масата на най-голямата разфасовка (в случая 1 kg). m_2 е масата на системата (неръждаем контейнер, други участващи детайли). SF е коефициент на безопасност, който следва да се избере със стойност от поне 2. Това е необходимо, защото системата все пак има и динамични натоварвания от падането на мидите върху неръждаемия контейнер. Тези удари водят до моментно, фалшиво повишаване на отчитаната маса, които след това се филтрират от съответните алгоритми. Друг фактор, който е от динамичен характер е наличието на вода в мидите.

По време на тегленето, тя участва в масата, но същевременно изтича извън механичната система.

II. АНАЛИЗ НА ПРОБЛЕМА

При този продукт е изключително нецелесъобразно да се прави оценка на пригодността за автоматична манипулация. Описаният по-горе деликатен характер на „детайла“ не позволява оценката му по известните методики [1,2].

В допълнение, цялостната околна среда е с голямо съдържание на морска вода, която циркулира. Това е неблагоприятно за всички инженерни и в частност конструктивни решения, които трябва да се вземат във връзка с проектираната система.

Високите нива на влажността увреждат детайли от въглеродни стомани, както и някои детайли от по-масово разпространените на пазара неръждаеми стомани, като например AISI304(1.4301).

Част от факторите, които оказват влияние на точността на претегляне са:

- Неясен брой миди, които ще паднат от ръба на ЛВТ, след като се спре сигналът
- Неясно количество вода.
- Залъгването на системата от т.нар impact (удар) от самото падане на мидите.

Всички предпоставки и конструктивни съображения трябва да бъдат поставени под значително съмнение. Това е така, защото продуктът е прекалено деликатен и значително дистанциран от класическите машиностроителни продукти или продукти от популярните области на промишлеността.

Всяко взето решение за избор на материал трябва също да се проверява още веднъж. Цялото мислене на конструктора в проекти като тези се преобръща, защото всички първоначални решения обикновено са „грешни“, т.е. неподходящи за тази работна среда. Това не е класическият случай на мехатронна система за монтаж, която е поставена в промишлена сграда, снабдена с правилните работни условия (температура, наличие на правилна влажност и др.). Наличието на висока влажност на въздуха в резултат от циркулирането на морска вода във ваните, в които се държат мидите преди тяхното опаковане е пагубно за голяма част от материалите. Ето защо трябва да се търсят материали с висока корозионна устойчивост.

Много от стандартните компоненти като например пневматични цилиндри не предлагат толкова богата гама от размери, както обикновените им изпълнения. Всички тези предизвикателства ще окажат влияние върху процеса на проектиране и върху цялостната надеждност на крайното изделие.

III. ПРОЕКТИРАНЕ НА СИСТЕМАТА

Системата е проектирана върху рама от неръждаеми профили, които имат регулируеми по височина крака. Много важно за правилната работа на тензометрите (теглещите елементи) е системата да е правилно нивелирана (от механична гледна точка) и правилно заземена електрически. Използват се неръждаеми тензометри, предвид влиянието на морската вода навсякъде.

Предвидени са две линейни вибрационни устройства за грубо дозиране и едно за фино. Всички те делят общ кош, в който се изсипват мидите. На коша са разположени настройваеми шибъри, които позволяват да се увеличава или намалява ефективната височина на отвора (процепа), което регулира индивидуално и подаваното количество миди към теглещите устройства. Това е ефективен начин да се дозира и да се избегне предозирание или падане на миди от едно линейно устройство към друго.

Във връзка с опасната работна среда е проектиран специален пневматичен вибрационен задвижващ елемент, който работи със сгъстен въздух. Това е направено с цел безопасност, защото класическият електромагнит може да не издържи на условията [3].

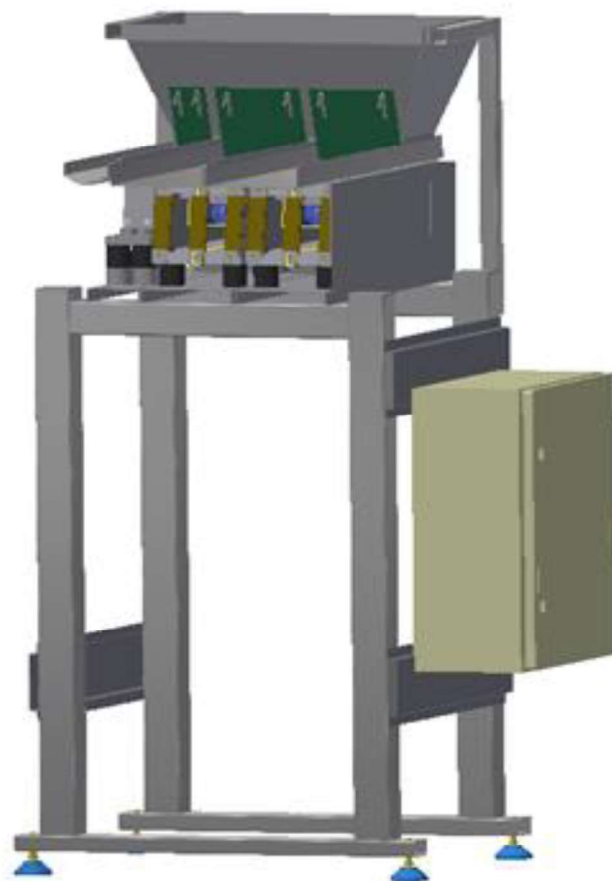
На фиг.1 е показан 3D модел на проектираната система за дозиране.

Устройството за теглене е показано на фиг. 2. То е на самостоятелна конструкция от профили с оглед на това, че не трябва по никакъв начин да има връзка с механичната конструкция на дозиращите устройства, които вибрират и тези вибрации ще се предадат и това ще доведе до грешки в измерването (тегленето). Освен тензометричните сензори, съдържателят е снабден и с клапа, която се отваря с цел да се изсипе съдържанието. Тя се задвижва от пневматичен цилиндър. За тензометричен сензор е избран LAUMAS FCK 5 kg.

За тензометричен сензор е избран FCK 5 kg, производство на италианската фирма LAUMAS Elettronica SRL, като реално се предвижда се използват 2бр такива сензори, по един във всеки от двата края на теглещото устройство. И двата са от тип „на срязване” (от англ „shear beam”).

Основните параметри на сензора са:

- Комбинирана грешка 0,02 [%]
- Неръждаема конструкция
- IP68 клас на защита
- Номинален товар 5 [kg]
- Изходен сигнал 2 [mV/V] $\pm$ 1[%]
- Деформация при номинален товар: 0,4 [mm]
- Дължина на кабела: 3 [m]



Фиг. 1. 3D модел на проектираната система



Фиг. 2. Реално изработена система



Фиг. 3. Тензометричен сензор от тип „на срязване

Управлението на тензометричните сензори е модел W200 на LAUMAS и е показано на фиг. 4.



Фиг. 4. Управление за тензометрични сензори

Основните параметри са:

- Свързване на до 4бр теглилки успоредно
- 3 входни (IN) и 3 изходни (OUT) релета, които са свободно програмируеми на база достигната стойност на претегляното количество;
- RS232 / RS485 интерфейси за комуникация;
- Захранващо напрежение 24VDC;
- Възможност за извършване на цикли по зареждане и разреждане без необходимост от външен програмируем контролер.
- (Опционално) Други комуникационни протоколи като PROFINET на SIEMENS и Ethernet/IP.
- Клас на защита: IP67

IV. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ

ТАБЛИЦА 1 Точност на теглене

Опит №	Претеглено количество [g]:	Време за претегляне [s]:
1	499	3,0
2	505	2,5
3	510	2,7
4	502	2,5
5	503	2,4

Резултатите от експериментите са показани в Таблица 1. Номиналното претегляно количество е 500 [g] Целта е да се постигне дефинираната в ТЗ точност от 1 [g] Основното предизвикателство в тази разработка е настройката на теглещата система и по-конкретно на контролния ѝ блок. Участват множество параметри, които трябва да се оптимизират, за да се постигне точността [4,5]. Проведени са множество експерименти, които са довели до резултати за точните стойности на старт и стоп на всяка от виброшините за грубо и фино дозиране, така че да има повтораемост на процеса.

Принципът на работа на устройството може да бъде разгледан на следната страница:

<https://www.youtube.com/watch?v=H8-A1t1kMeY>.

ТАБЛИЦА 2 Точни моменти на спиране на устройствата

Доза	Шина 1 - грубо	Шина 2 - грубо	Шина 3 - фино
250 [g]	100	190	250
500 [g]	400	450	500
1 [kg]	800	950	1000

В Таблица 2 са представени стойностите на окончателните настройки в управлението на тензометричните датчици. Тези стойности се задават по комуникация RS485 от програмируемия контролер на цялата линия, във връзка с избраната доза в текущия момент. В правилната настройка участват множество параметри. Трябва да се отбележи, че един от основните е разстоянието между ръба откъдето падат мидите, до дъното на контейнера, на който са поставени тензометричните сензори. Това е така, защото времето за падане също трябва да се отчете, както и внезапният „удар“, който повишава стойността на претегленото количество моментно, след което тя се успокоява.

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подходите при проектирането на посочената система са универсално приложими за проектиране на други системи за автоматизирано теглене – на крепежи, на пластмасови детайли, на други елементи. Автоматичното теглене е процес, при който могат да се извършват няколко функции:

- дозиране на компоненти – позволява бързо дозиране на компоненти за по-нататъчна обработка като например опаковка
- контролна функция – ако детайлите са отделени по друг начин, например чрез броене, контролирането на тяхната маса е начин за проверка на процеса

Изборът на тензометрични сензори зависи от типа приложение. Освен „на срязване“ има и така наречените „единичен товар“, които използват един сензор, който е в центъра на товара. Това понижава точността и е възможно да доведе до грешки. Дори класическите кантари за хора използват по няколко тензометрични сензора, свързани паралелно.

Тегленето е процес, при който детайлите падат от дадено зареждащо устройство към най-общо съдържател, който е снабден с тензометрични сензори. Участващи параметри са времето за падане, реализираният механичен удар, конструкцията на клапата за затваряне/отваряне (т.е. изсипване на съдържанието) и др.

При отворено състояние на клапата, показанията за претеглената маса са неточни. Това е така, защото системата се калибрира (тарира) при затворено състояние. Добра практика е след всяко затваряне на клапата (при възможност), да се извършва тариране. Това гарантира точни резултати и невъзможност да се натрупа допълнителна грешка с течение на работата.

При „детайли“ от типа на мидите има наличие на вода, която участва по време на тегленето, но в последствие изтича. Следва да се предвидят алгоритмични компенсации, които да отстраняват този проблем и да подобряват точността на претегляните дози / опаковки.

БЛАГОДАРНОСТИ

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

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Mitev V., Ivo 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] Totev D., Reneta Dimitrova, Slav 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>
- [4] 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
- [5] 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.
- [6] Ogunbiyi, Olalekan & Mohammed, Oloruntoba & Adesina, Lambe. (2023). Development of an Automated Estimating Electronic Weighing Scale. ABUAD Journal of Engineering Research and Development (AJERD). 6. 59-66. 10.53982/ajer.2023.0601.08-j.

SYSTEM FOR AUTOMATIC WEIGHING OF CLAMS

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 system for automatic weighing of clams in packages of 250 [g], 500 [g], 1 [kg].

Key words: weighing system, automatic weighing