

СТЕНД НА АВТОМАТИЗИРАНА СИСТЕМА ЗА МОНТАЖ НА ЛУСТЕР КЛЕМИ

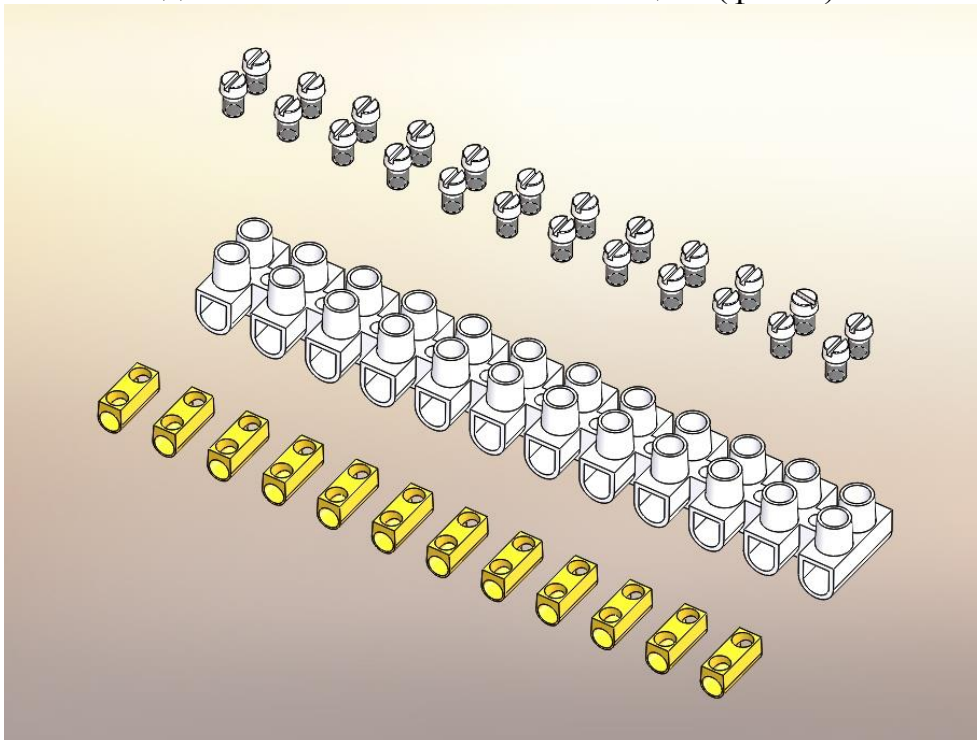
Н. Петров, Р. Димитрова, Д. Чакърски

Резюме: В настоящата статия са разгледани структурата и изпълняваните функции на проектирания стенд на автоматизирана система за монтаж на лустер клеми. Дадени са 3D модели на лустер клемата, на стенда като цяло и на характерните структурни компоненти. Описан е начина на работа. Определени са основните проектни параметри на автоматизираната система. Направени са функционални изследвания и е доказана работоспособността на стенда..

Ключови думи: лустер клема, стенд, автоматизиран монтаж, автоматизирана монтажна система, 3D модел, основни проектни параметри.

1. Въведение

Обект на автоматизация е чупеща се силиконова лустер клема с дванадесет входа и изхода и единадесет монтажни отвора. Съставена е от силиконово тяло, в което се помещават месингови елементи с резби и по два болта към всеки един месингов елемент. Изготвен е триизмерен модел на такава лустер клема, като са показани отделните елементи съставляващи я (фиг. 1).



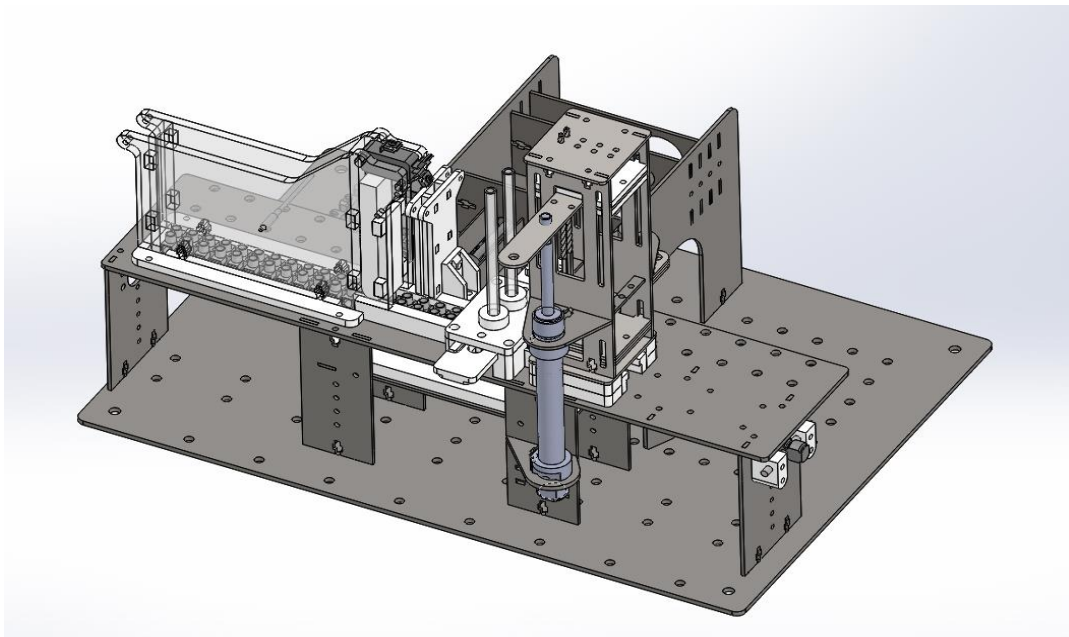
Фиг. 1 Силиконова лустер клема

елемент А - силиконово тяло; елемент Б - месингов детайл;
елемент В - детайл тип "болт";

2. Проектиране и изграждане на стенд на автоматизирана система за монтаж на лустер клеми.

2.1 Структура и съставни елементи на стенда

Проектираният стенд представлява прототип на автоматизирана система за монтаж на лустер клеми. Той може да се използва както в лабораторни условия, така и в производствени за цялостен монтаж на лустер клеми.



Фиг. 2 3D модел на станция за автоматичен монтаж

Стендът на автоматизираната система за монтаж разполага със следните модули (фиг. 2):

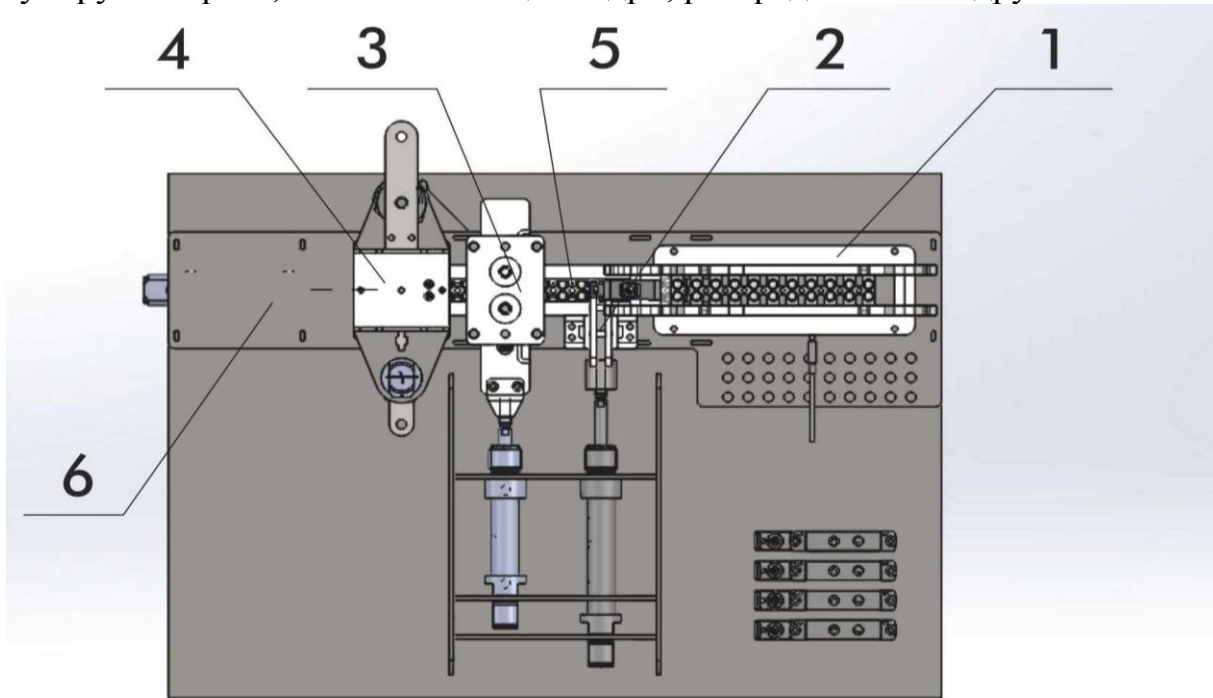
- Магазин - събиратели (МС) за всеки един от трите различни елемента, които се сглобяват в крайно изделия "силиконова лустер клема" - общо десет броя;
- Линеен транспортър (ЛТ), извършващ преместване на елементите между отделните позиции;
- Отсекатели за елемент Б и елемент В (елемент А се отсича от МС чрез ЛТ);
- Модул за извършване на технологична операция (ТЕ) - асемблиране чрез резбово съединение на 6 бр. елементи В към 3 бр. елементи Б на позиция 4.

На фиг.3 е показан структурно-компоновъчен чертеж на стенда.

2.2 Работна позиция за монтажа на елемент В към елемент Б.

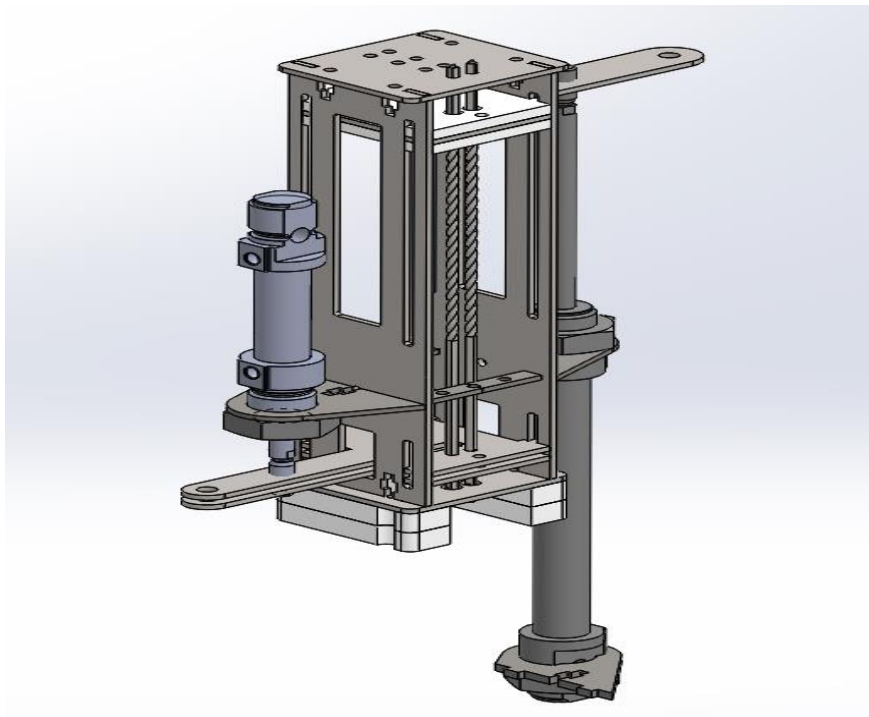
Технологичната единица на работната позиция е изработена от лазерно изрязан прозрачен плексиглас с дебелина от 3.0[mm] и 8.0[mm] и лазерно изрязани елементи от 2.0[mm] неръждаема стомана. Сглобката е осъществена чрез резбови съединения.

За изработката на стенда са използвани главно лазерно изрязани елементи от неръждаема стомана (304) и плексиглас (PMMA). Поради сложността в геометрията си, някои елементи са изработени, използвайки 3D принтер. Също така има и стандартни елементи, използвани в системата, като болтове, гайки, регулируеми крака, пневматични цилиндри, разпределители и други.



Фиг. 3 Структурно-компоновъчен чертеж на стенда за автоматичен монтаж

1 е МС; 2 - МС с отсекател; 3 - Два броя МС с отсекател; 4 - Работна позиция за монтаж на елемент тип "болт" ; 5 - Линеен транспортъор; 6 - Изходна позиция на стенда за автоматичен монтаж.



Фиг. 4 Технологична единица.



2.3. Закупени елементи.

Закупени елементи за стенда са от фирма "ФЕСТО" ЕООД :

- **Пневматични цилиндри :**
 - 3 броя с ход 10 [mm];
 - 1 брой с ход 30 [mm];
 - 1 брой с ход 50 [mm];

Пневматичните цилиндри са двойнодействащи и се използват за изпълнени на всички операции в машината. Транспортирането и едновременното отсичане на елемент А се извършва от цилиндър с ход 10 [mm]. Със същия ход цилиндър се използва за отсичане на 2 броя от елемент В и третият цилиндър от този вид се използва в технологичната единица, където той позиционира отверките до положение за работа. Цилиндър с ход 30 [mm] се използва за отсичане на елемент Б. Цилиндър с ход 50 [mm] се използва за извършване на монтажната операция завиване.

- **Използвани са 5 броя четири пътни дву позиционни електромагнитни разпределителя.**

Те служат за управление на пневматичните цилиндри, като подават пневматичен сигнал в един от двата края на буталото и по този начин то се движи в една от двете посоки.

3. Управление на стенда

За управлението на стенда е използван **контролер** с 12 цифрови входа и 8 цифрови изхода. Той има възможност да управлява самостоятелно цялата автоматизирана система.



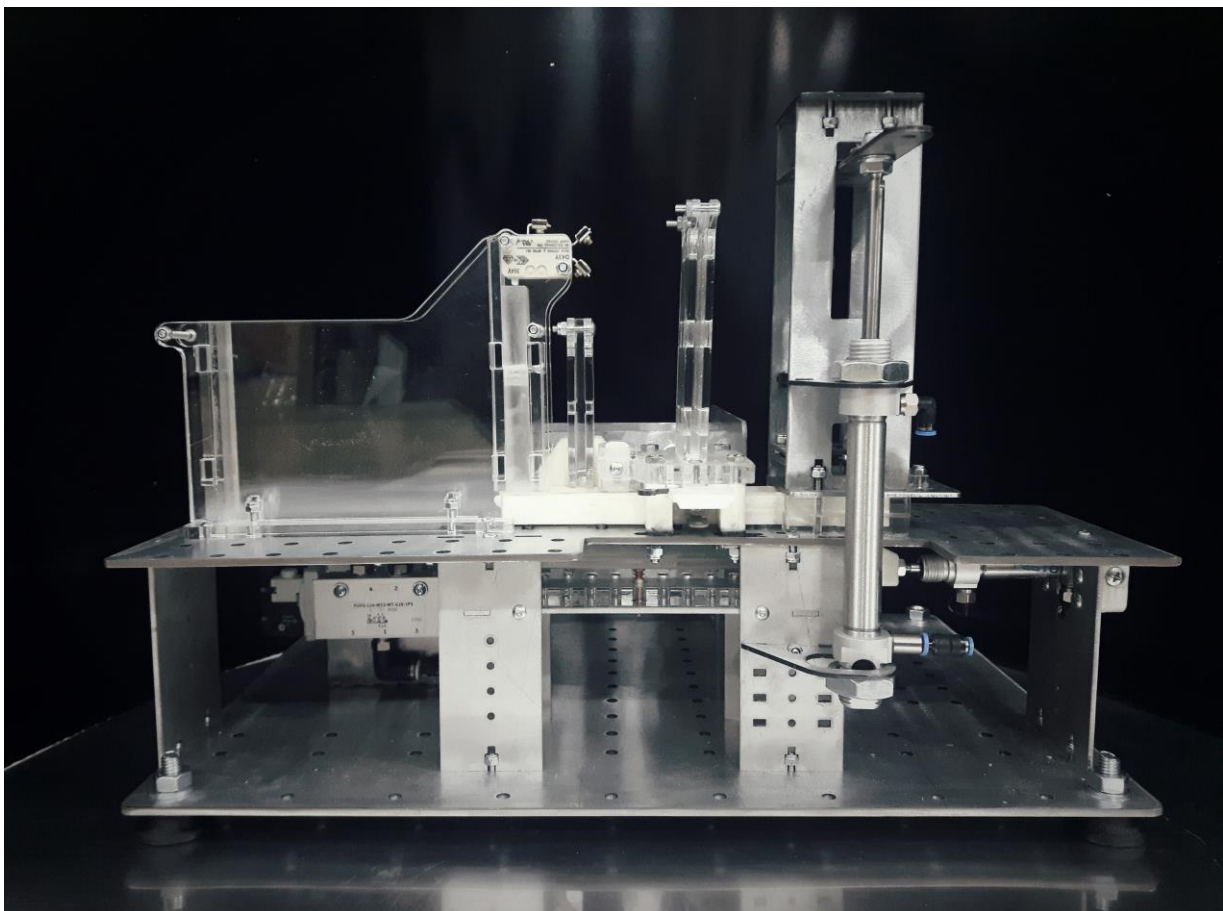
Фиг. 5 Контролер

- **На “Touch screen” дисплей** се визуализира изпълняваната програма и чрез докосване се управлява работата на стенда. Използваният дисплей е с големина от 4.3 инча в диагонал и разделителна способност 480x272 пиксела. Матрицата му е TFT тип с 64000 цвята.



Фиг. 6 "Touch screen" дисплей

- *Датчици и сензори* се използват се за отчитане на наличност на елементи в различните магазин-събиратели, отброяване на направените стъпки на транспортно-манипулационната система и проверка за позиция на пневматичните цилиндри. Датчиците и сензорите са няколко различни вида - капацитивни, оптични и тактилни, като всеки вид е подбран в зависимост от предназначението му и вида елемент, върху който ще бъде приложен.



Фиг. 7 Стенд на автоматизирана система за монтаж на лустър клеми



4. Определяне на проектните параметри на автоматизираната монтажна сисема.

Проведени са експериментални изследвания и са определени основните параметри на автоматизираната монтажна система: циклова производителност; технологична производителност; коефициент на производителност; коефициент на готовност; степен на автоматизация [1, 4].

Таблица 1. Циклограма на работа на стенда за автоматичен монтаж

№	Операция	Циклограма на автоматична станция за асемблиране											
11	Транспортиране на сглобена единица АБВ на поц. 5												t _{сп.н4-2}
10	Проверка за наличност на Елем. АБВ на поз. 4											t _{сп.н4-1}	
9	РП4 - Сглобяване чрез резсобово съединение										t _{м4}		
8	Транспортиране на Елем. АБВ на поз. 4										t _{сп.н3-2}		
7	Проверка за наличност на Елем. АБ на поз. 3										t _{сп.н3-1}		
6	РП3 - Отсичане на ббр. Елем. В на поз. 3									t _{м3}			
5	Транспортиране на Елем. АБ на поз. 3									t _{сп.н2-2}			
4	Проверка за наличност на Елем. А на поз. 2									t _{сп.н2-1}			
3	РП2 - Отсичане и позициониране на Збр. Елем. Б на поз. 2									t _{м2}			
2	Проверка за наличност на Елем. А на поз. 1									t _{сп.н1}			
1	РП1 - Отсичане и преместване на Елем. А на поз. 2									t _{м1}			
	Времена на отделните операции [s]	1,4	0,1	2,0	0,1	1,4	2,0	0,1	1,4	2,5	0,1	1,4	
	Циклови времена (t _м +t _{сп.н.} =t _ц) [s]	t _{ц1} =1,5		t _{ц2} =3,5			t _{ц3} =3,5			t _{ц4} =4,0			
<i>Легенда : елем. А - керамично тяло; елем. Б - месингов елемент; елем. В - елемент тип "болт";</i>													

• **Производителност :**

t_м = 2,5 [s]. - технологично време;

t_{сп.н} = t_{сп.н1-1} + t_{сп.н1-2} = 1,4 + 0,1 = 1,5 [S]. - спомагателно неприпокрито време;

Най-продължителното циклово време е това на монтажната работна позиция, т.е. операцията с t_{ц1} = 4.0 [s]. Използва се само това циклово време защото е най-продължително и в случая всички работни позиции са синхронизирани да извършват работа едновременно.

$$Q_{ц1} = \frac{60}{(t_{м1} + t_{сп.н1-1} + t_{сп.н1-2})} = \frac{60}{(2.5 + 1.4 + 0.1)} = 15 [\text{бр./ мин.}] \quad - \quad \text{циклова}$$

производителност;

• **Технологична производителност**

$$Q_{техн1} = \frac{1}{t_{м1}} = \frac{1}{2.5} = 0.4 [\text{бр./ сек.}]$$

• **Коефициент на производителност**

$$\eta_1 = \frac{1}{1 + t_{сп.н.} * Q_{техн}} = \frac{1}{1 + 1.5 * 0.4} = 0.625$$

• **Коефициент на готовност:**

T_p = 480 минути - времето за нормална работа;



$T_B = 20$ минути - средното време за възстановяване на работоспособността на автоматизиращата техника ;

$T_o = 500$ минути - общото време за работа;

$$K_{c1} = \frac{T_{P1}}{T_{P1} + T_{B1}} = \frac{480}{500} = 0.96$$

• **Коефициент на автоматизация :**

T_a - времето за автоматична работа;

$T_{p\text{ръч}}$ - времето за ръчна работа;

Приема се, че от керамичния елемент има 200 броя, заредени в бункерно захранващо устройство. При циклово време от 48 секунди, времето за автоматична работа ще бъде :

$$T_a = 200 [\text{броя}] * 4 [\text{секунди}] = 800 [\text{секунди}];$$

Взема се времето за ръчно зареждане на бункерите с детайли и стартирането на станцията за 3 минути.

$$K_{a1} = \frac{T_{a1}}{T_{a1} + T_{p\text{ръч}1}} = \frac{800[s]}{800[s] + 180[s]} = 0.816$$

K_a се определя като съотношение на математическото очакване на времето за автоматична работа към сумата от математическите очаквания от времето за автоматична работа и времето за ръчна работа.

• **Степен на автоматизация:**

A - степен на автоматизация в проценти [%];

$$A_1 = K_{a1} * 100 = 0.816 * 100 = 81,6[\%]$$

4. Изводи

- Проектиран и е изграден стенд на автоматизирана система за монтаж на лустер клеми.
- Описана е структурата и структурните компоненти, изграждащи стенда.
- Определени са проектните параметри на автоматизираната система.
- Извършени са функционални и технологични изследвания, като е доказана работоспособността на стенда.

Литература:

1. Чакърски, Д., Г. Хаджикосев. Автоматизация на дискретното производство. Издателство на ТУ - София, 2008.
2. Чакърски, Д, Т. Вакарелска. Инженерни изследвания, ИК на ТУ - София, 2008.
3. Петров. Н. Автоматична станция за асемблиране на керамични лустер клеми. Научни известия на НТС по машиностроене. Година XXIII Брой 9/172, 2015 (299-304).



4. Димитрова Р. Типови ефективни решения за автоматизиране на потока на малки детайли. Дисертация, 2009.

Благодарности:

Настоящата научна статия е финансирана от НИС при ТУ-София по проект 152ПД0044-06/2015 г. „Типови ефективни решения за автоматизация на монтажа на възли от електронното производство”

SIMULATION MODELING OF AUTOMATION COMPLEXES IN DISCRETE PRODUCTION ENGINEERING

N. Petrov, R. Dimitrova, D. Tchakarsky

***Abstract:** In this paper examined the structure and the functions of the projected stand of automated assembly luster terminals. They are given 3D models luster terminal on the stand as a whole and the characteristic structural components. Described is a method of work. Certain main design parameters of the automated system. Made functional studies and proven performance of the bench.*

Данни за авторите:

Николай Николов Петров, маг. инженер, редовен докторант към катедра "АДП" при МФ, Технически Университет – София, Р. България, София, бул. “Кл. Охридски” № 8, тел. 965 27-55, e-mail: khollegh@abv.bg

Ренета Красиминова Димитрова, доцент доктор инж., катедра „АДП” при МФ, Технически Университет – София, Р. България, София, бул. “Кл. Охридски” № 8, тел. 965 27-55, e-mail: rkd@tu-sofia.bg

Димчо Стоилков Чакърски, професор доктор инж., катедра „АДП” при МФ, Технически Университет – София, Р. България, София, бул. “Кл. Охридски” № 8, тел.: 965 27-55, e-mail: dimost@tu-sofia.bg