



БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО ИНФОРМАЦИОННИ И КОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ
1113 София, ул. „Акад. Г. Бончев“, бл. 2
Телефон: (02) 979 66 11, (02) 870 84 94; Факс: (02) 870 72 73
Електронна поща: iict@bas.bg

ДИСЕРТАЦИЯ

За получаване на образователна и научна степен „ДОКТОР“
на маг. инж. Петър Павлов Панев

ТЕМА:

„Иновативни технологии за повишаване ефективността при
производство на тръбна мебел“

Научна област: 5. Технически науки

Професионално направление: 5.2. „Електротехника, електроника и
автоматика

Научна специалност: 02.21.07. “Автоматизирани системи за
обработка на информация и управление“

Научен ръководител: проф. д-р Димитър Карастоянов

София, 2022 г.

С Ъ Д Ъ Р Ж А Н И Е

УВОД	9
Глава 1	11
ОБЗОР, АНАЛИЗ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ НА ПРОБЛЕМИ И РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВОТО НА ТРЪБНА МЕБЕЛ	11
1.1. Развитие във времето на завод за производство на тръбни мебели и компоненти (ЗПТМК).....	11
1.1.1. <i>Разрастване на застроена площ на ЗПТМК</i>	12
1.1.2. <i>Развитие на компанията.....</i>	12
1.2. Мисията на компания „ИКЕА“.....	13
1.2.1. <i>История.....</i>	13
1.2.2. <i>Мисия на ИКЕА.....</i>	14
1.3. Разпределение на ЗПТМК	14
1.3.1. <i>Пресов цех и заготовителни материали</i>	14
1.3.1.1. <i>Проектиране и производство на шанци.....</i>	15
1.3.1.2. <i>Компоненти за шанци</i>	15
1.3.2. <i>Лазерни технологии</i>	16
1.3.2.1. <i>Машины за лазерно рязане: (Фиг. 1.8).....</i>	16
1.3.2.2. <i>Лазерни заваръчни машини.....</i>	17
1.3.3. <i>Заваръчен цех</i>	17
1.3.4. <i>Цех за прахово боядисване</i>	18
1.3.5. <i>Отъковъчен цех</i>	19
1.3.6. <i>Склад за готова продукция.....</i>	19
1.3.7. <i>Инструментален цех.....</i>	19
1.3.8. <i>Цех по „Автоматизация на производството“</i>	19
1.4. Произвеждани изделия в ЗПТМК.....	20
1.4.1. <i>При стартиране на завода.....</i>	20
1.4.1.1. <i>Разтегателни дивани с клик-клак механизъм</i>	21
1.4.1.2. <i>Разтегателни дивани с заключващ механизъм</i>	22
1.4.1.3. <i>Двуетажни легла</i>	23
1.4.1.4. <i>Походно легло.....</i>	23
1.4.1.5. <i>Крака за маси</i>	23
1.4.2. <i>Съществуващи изделия.....</i>	24
1.4.2.1. <i>Разтегателни дивани с подобрен клик-клак механизъм</i>	24
1.4.2.2. <i>Разтегателни дивани с заключващ механизъм</i>	24
1.4.2.3. <i>Двуетажни легла</i>	25
1.4.2.4. <i>Под легло с подматрачна рамка</i>	25

1.4.2.5.	Крака за маси	25
1.4.2.6.	Маси.....	25
1.4.3.	Производствен обем	25
1.4.3.1.	Произведени легла от 2000-2017 г.	25
1.4.3.2.	Произведени крака 1999÷2017 г.....	26
1.5.	Обзор и анализ на видове материали за опаковане.....	26
1.5.1.	Обзор и анализ на видове фолио за опаковане.....	27
1.5.1.1.	Стреч фолио	27
1.5.1.2.	Термо-свиваемо фолио.....	27
1.5.2.	Обзор и анализ на видове велпане за опаковане.	31
1.5.3.	Обзор и анализ на видове тиксо за опаковъчни процеси	33
1.5.4.	Видове заваряване	35
1.5.4.1.	Ръчно дъгово заваряване с трансформаторни и инверторни електроди	35
1.5.4.2.	Заваряване в газова среда.....	36
1.5.4.3.	Заваряване с волфрамов инертен газ	37
1.5.4.4.	Лазерното заваряване	38
1.6.	Екология	40
1.7.	Заключение.....	41
	Цели и задачи на дисертационния труд.....	42
	<i>Глава 2</i>	<i>43</i>
	СЪЩЕСТВУВАЩИ МЕТОДИ И СРЕДСТВА ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА КОМПОНЕНТИ ЗА ТРЪБНА МЕБЕЛ	43
2.1.	Производство на крак „къри“ 1999 г.....	43
2.1.1.	Входни суровини.....	43
2.1.2.	Технологичен процес.....	44
2.1.2.1.	Накрояване на тръбите.....	44
2.1.2.2.	Щанцоване на детайли пета и чашка.....	44
2.1.2.3.	Заваряване на детайли.....	44
2.1.2.4.	Боядисване	45
2.1.2.5.	Опаковане.....	45
2.2.	Опаковане на изделията	46
2.2.1.	Количествено оценяване пригодността на детайлите за автоматизация на производството	47
2.2.1.1.	Анализ на технологичния процес	47
2.2.1.2.	Съществуващ технологичен процес	47
2.2.1.3.	Изследване на степента на пригодност на детайлите за автоматизационна дружелюбност и монтажопригодност.	48
2.3.	Калкулирана производителност на крак „Къри“.....	52
2.4.	Разработени структурно-компоновъчни варианти	53
2.4.1.	Структурна компоновка на ОАМ.....	54

2.4.2.	Критерии и фактори за избор на вариант.....	56
2.4.3.	Анализ на разработените варианти	56
2.5.	Заклучение.....	58
Глава 3		59
ИНОВАТИВНИ ПОДХОДИ И МЕТОДИКИ ЗА ПОВИШАВАНЕ НА ЕФЕКТИВНОСТТА И ПРОИЗВОДИТЕЛНОСТТА НА АВТОМАТИЧНИ МАШИНИ И ЛИНИИ ЗА КРАКА ЗА МАСИ		59
3.1.	Изисквания към нов дизайн на изделията.....	59
3.2.	Методика за автоматично щанцоване на пета и чашка.....	59
3.3.	Изследване на структурата и методите при процеса на проектиране.....	60
3.4.	Иновативен подход при проектиране на машини чрез софтуер Solid Works.....	62
3.5.	Подход при оформяне на техническата документация при точност на чертане.....	65
3.6.	Подход при осигуряване на безопасност на труда	67
3.6.1.	Осигуряване на безопасни и здравословни условия на труд на персонала.....	67
3.6.2.	Обезопасяване на оборудване при механични опасности	68
3.7.	Методика за технологичния процес при опаковане.....	69
3.8.	Методика за постигане на висока производителност при опаковане.....	70
3.9.	Методика за мехатронно повишаване на производителността на опаковане	71
3.10.	Заклучение.....	72
Глава 4		73
СИСТЕМЕН ПОДХОД ПРИ ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗГРАЖДАНЕ НА ИНОВАТИВНИ АВТОМАТИЧНИ МАШИНИ И ЛИНИИ		73
4.1.	Настъпващи промени в промишления свят	73
4.2.	Желани промени в производството на тръбна мебел	73
4.3.	Трудности при опаковането на продукта/ Входна суровина и подготовка на щанцовани детайли.....	75
4.4.	Определяне на производителността.....	80
4.4.1.	Определяне на теоретичния такт.....	80
4.4.2.	Определяне на действителен такт	81
4.4.3.	Изчисляване на производителността на АТ.....	83
4.5.	Иновативна автоматична монтажна машина 1 (ИАММ1).....	85
4.6.	Иновативна автоматична монтажна машина 2 (ИАММ 2).....	87
4.7.	Иновативна полуавтоматична опаковъчна линия (ИПАОЛ).....	92
4.8.	Структурна компоновка на иновативна автоматична опаковъчна линия.....	100
4.9.	Проектиране и програмиране на машина за автоматично залепване на кашони с готова продукция	102
4.9.1.	Визуализация на машина с (HMI).....	102
4.9.2.	Визуализация на машина с (SCADA).....	102
4.9.3.	Основна използвана апаратура.....	103
4.9.4.	Електрическа схема на основни елементи	104

4.9.5.	Програмен код и диаграма	105
4.9.6.	Архив на данни и сървъри за визуализация.....	107
4.9.6.1.	Архив на данни в “SCADA” (фиг.4.42)	107
4.9.6.2.	Интернет сървър за визуализация.....	108
4.9.7.	Принцип на работа на автоматична машина за залепване на кашон с тиксо	109
Глава 5.....		111
Бъдещи проекти.....		111
5.2.Отдел за шатъл заваряване.....		111
5.3.Заключение.....		112
ЗАКЛЮЧЕНИЕ		113
П Р И Н О С И.....		114
ДЕКЛАРАЦИЯ ЗА ОРИГИНАЛНОСТ		120
Публикации по дисертационната тема		121
Приложение		122

Списък на използвани съкращения

АМ – Автоматични машини
АМЛ – Автоматична модулна машина
АЛ – Автоматични линии
ЗПТМК – Завод за производство на тръбни мебели и компоненти
ЗПТП – Завод за производство на тръби и профили
СВС – Студено валцувана стомана
ГВС – Горещо валцувана стомана
РЕ – Полиетилен или полиетен
РЕ-НD – Полиетилен с висока плътност
Линейно РЕ с ниска плътност- LLDPE (линейна ниска плътност РЕ)
РР – Полипропилен
PVC – Поливинилхлорид
COF – Коефициент на триене
РЕД – Ръчното дъгово заваряване
ВИГ – Волфрамов Инертен Газ
OTR – Кислородна пропускливост
ЕС – Европейски Съюз
ВБЗУ – Вибро бункерно хранващо устройство
БЗУ – Бункерно задвижващо устройство
АОМ – Автоматична опаковъчна машина
АДП – Автоматизация на дискретното производство
ЗБУТ – Здравословни и безопасни условия на труд
АЗУ – Автоматично задвижващо устройство
ИАММ – Иновативна автоматична монтажна машина
ИПАОЛ – Иновативна полуавтоматична опаковъчна линия

Използвани термини [1]:

Опаковъчно средство – бутилки, буркани, кутии и др.

Спомагателно опаковъчно средство – капачки, бандероли, етикети и др.

Опаковане – дейност по приготвяне на продукцията за транспортиране, реализация и потребление с помощта на опаковка.

Опаковъчна единица – изделие, създавано в резултат на съединяването на опаковането на продукта с опаковката.

Опаковъчна техника – обхваща автоматична техника за производство на метали, опаковки, дозиране и т.н.

Тровалене- Предназначени за сваляне на заосенъци (чепаци), заобляне на ръбове, обезмасляване, почистване, матиране, шлифоване, полиране.

Щанцоване- се нарича процес, при който метални материали се формуват чрез метод, наречен пластична деформация.

Възел- продукт, композитни части от които трябва да бъдат свързани помежду си, заваряване, занитване, залепване и др.

БЛАГОДАРНОСТИ

Имах честта да работя под ръководството на проф. д-р Димитър Карастоянов, който ме подкрепяше и помагаше през годините – сърдечно благодаря за помощта му.

Също така искам да благодаря на проф. д-мн Галя Ангелова за възможността да работя с уникална и модерна научно-изследователска апаратура в Smart Lab към ИИКТ-БАН.

Разбира се, бих искал да изкажа благодарности и на доц. д-р Николай Стоименов за методическите указания и насоките, които ми даде.

Благодаря също на проф. д-р Тодор Нешков и на доц. д-р Любен Клочков от катедра АДП към МФ на ТУ-София за подкрепата през всичките години от докторантурата ми.

Сърдечно Благодаря на всички !!!

УВОД

Главната задача през близките години се явява не само съществено увеличение на внедряването в производството средства за автоматизация, но и качествени изменения на дейността в прехода от малки задачи и теми, към комплексни задачи и теми, изпълняващи пълното мехатронно и автоматично производство на изделията и тяхното опаковане. Производството трябва да стане по-прецизно и по-ресурсо спестяващо, както и да носи по-високи икономически ползи.

Чрез четвъртата индустриална революция се обръща внимание на цифровизацията и замяната на по-стари технологии с нови. Целта е да се интегрират така наречените кибер-физични системи в целия процес на работа и да се създават високопроизводителни производствени линии, които работят в динамична среда [2-5].

В резултат на динамичното и ускорено развитие на научно-техническия прогрес, се създават иновативни технологии, непрекъснатото усъвършенстване на опаковането на готовата продукция чрез иновативни опаковки на автоматизиращи основни и спомагателни процеси, както и операции. Непрекъснато нарастващите изисквания към външния вид на произвежданата продукция, качество и дизайн на опаковките, са едни от главните фактори, обуславящи ефективността на опаковъчните автоматични машини (АМ) и линии.

Чрез комплексна автоматизация на дискретното производство на основата на комплексно системния подход, използвайки агрегатно-модулния принцип за изграждане на пренастройваеми и гъвкави автоматични машини, линии и комплекси, се осигурява рязко повишаване на обществената производителност и ръста на производителността на труда и на автоматичната техника.

Чрез проектирането на автоматични компютаризирани машини и използването на иновативни технологии- контролери, захранвания и оптимизиран софтуер се повишава надеждността и производителността на операциите при производство на компоненти и изделия от тръби: подготовка на детайли пета и чашка за крак за маса, заваряване, боядисване и опаковане на готовото тръбно изделие- крак за маса.

Проектирането и конструирането на иновативните машини и линии е съобразено със стандарта за геометрични изисквания към продукта ISO/TC 213, както и изискванията за безопасност при експлоатация. Използвани са специализираните софтуерни продукти за проектиране на инструменти за обработване и симулация на процесите, както и някои интегрирани CAD/CAM/CAE системи.

Настоящата дисертационна работа е структурирана както следва:

В ГЛАВА 1 е направен обзор, анализ и систематизация на завода за производство на тръбни мебели и компоненти; направен е внимателен и задълбочен анализ на съществуващи опаковки и автоматични машини и линии. Необходимо е да се обърне внимание на проблемите, възникващи при използването на опаковъчните материали. Маркетинговите проучвания на различните компоненти за опаковка имат добро влияние върху използваните иновативни технологии, както и самите дискретни процеси и операции при опаковане.

В ГЛАВА 2 са представени съществуващи методи и средства за производство на елементи за тръбна мебел: щанцоване на детайли и тяхното оформяне, заваряване и опаковането на цялостното изделие. Изследвана е степента на пригодност за автоматизационна дружелюбност и монтажопригодност. Изчислена е действителните и

желаните производителност и тактове. Представени са различни структурно-компоновъчни варианти за опаковане на готовата продукция.

В ГЛАВА 3 са съставени методики и подходи, по които се проектират иновативните машини, повишаващи производителността на тръбна мебел - ИАММ (Иновативна автоматична монтажна машина) за заваряване на чашка с болт, ИАММ за лазерно заваряване на тръба към чашка/болт, автоматична модулна машина (АМЛ) за опаковане на всички компоненти за крак за маса „Адилс“ и програмира АМ за автоматично залепване на кашон тиксо. На база на съставените методики се изчислява желаната производителността на АМ; проектират се АМ според изискванията за геометрична точност, нормативните изисквания за обезопасяване на оборудване при механични опасности и софтуерната програма за чертане Solid Works; спазени са всички условия за безопасност при експлоатацията; избрана е апаратура, по която се проектира автоматизирано палетизиране на крака за маси.

В ГЛАВА 4 са изложени постигнатите резултати след конструирането на автоматичните машини за заваряване на чашка с болт, лазерно заваряване на тръба към чашка/болт и опаковане на всички компоненти за крак за маса „Адилс“. Изчисляват се желаната и действителната производителност на АМ и такт на производствения процес.

В ГЛАВА 5 са представени бъдещите проекти за развитие на ЗПТМК.

Глава 1

ОБЗОР, АНАЛИЗ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ НА ПРОБЛЕМИ И РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВОТО НА ТРЪБНА МЕБЕЛ

1.1. Развитие във времето на завод за производство на тръбни мебели и компоненти (ЗПТМК)

През 1998г. се създава „Завод за производство на тръбни мебели и компоненти“ в гр. Ловеч. Започва обсъждания и преговори за разкриване на договорни отношения за съвместната работа с фирма IKEA International Group of Sweden AB. Те са реализирани непосредствено през следващата година 1999г. IKEA е национална фирма, специализирана в сферата на търговията с домашно обзавеждане и през месец януари 2008г. е удостоена като най-голямата в света фирма, търгуваща на дребно с мебели. Дизайна на домакинските продукти и обзавеждането се извършва в Швеция. Артикулите на бранда в повечето случай се произвеждат в различни страни, които осигуряват занижени разходи по производството. Повечето от произвежданите продукти на компанията, сглобяването на елементите на артикулите се осъществяват от крайния потребител.

Основната дейност на ЗПТМК (Фиг. 1.1) е производството на мебели и компоненти за мебелната индустрия, опаковани и разглобени, компактни за транспорт до различни държави със собствени магазини от логистиката на IKEA. Металните изделия за мебелните конструкции са във вид готови за използване от клиентите. Тръби, профили и други вид спомагателни изделия се доставят от под доставчици на IKEA. След окончателните преговори между фирмата и IKEA е договорена дългосрочна съвместна работа.



Фиг. 1.1 Изглед на завод за производство на тръбни мебели и компоненти

За нуждите и развитието на фирмата (ЗПТМК) през 2002 г. е създаден завод за производство на фурнир и дървени федерлайсни, а през 2010 г. стартира проект за изграждане на дъщерен завод на производство на тръби и профили (ЗПТП). На следващата 2011 г. проекта е изпълнен изцяло- „мини валцово производство“, чрез внедряване на иновативни технологии и технологично оборудване, реализирано с вече собствено производство на студено валцувана стомана (СВС) от преработката на горещо валцувани стомани (ГВР). Така вече е затворен цикла на производство на

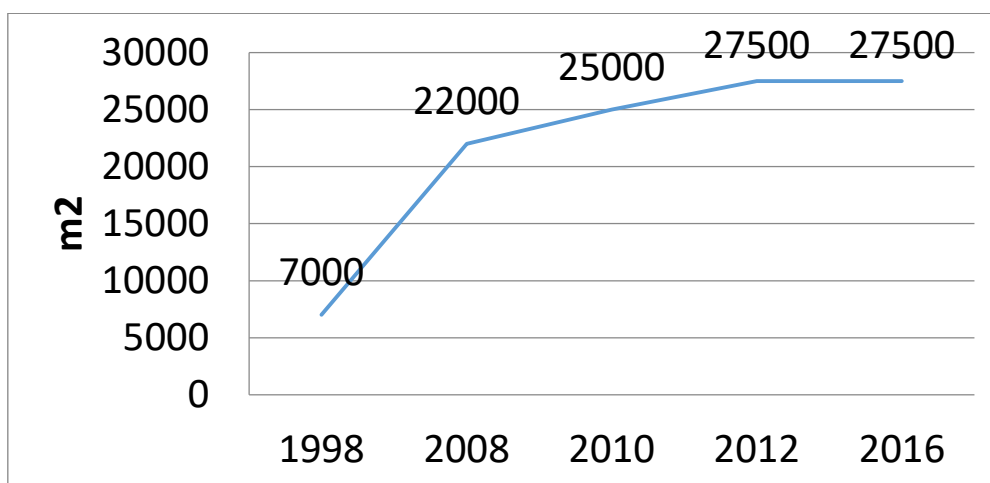
метални мебели и компоненти, като преди всичко са задоволени собствените нужди, а след това за страната и за износ. Трите фирми са с общ административен офис, фиг. 1.2.



Фиг.1.2 Структура на фирмата ЗПТМК

1.1.1. Разрастване на застроена площ на ЗПТМК

През годините на развитие, фирмата увеличава значително обема на своята застроена площ. При създаването, тя е с едва 7000 m² застроена площ. През първите години тя значително започва да увеличава своята площ, като до 2016 г. фирмата достига своя максимум от 27500 m². Данните са представени на Фиг. 1.3.

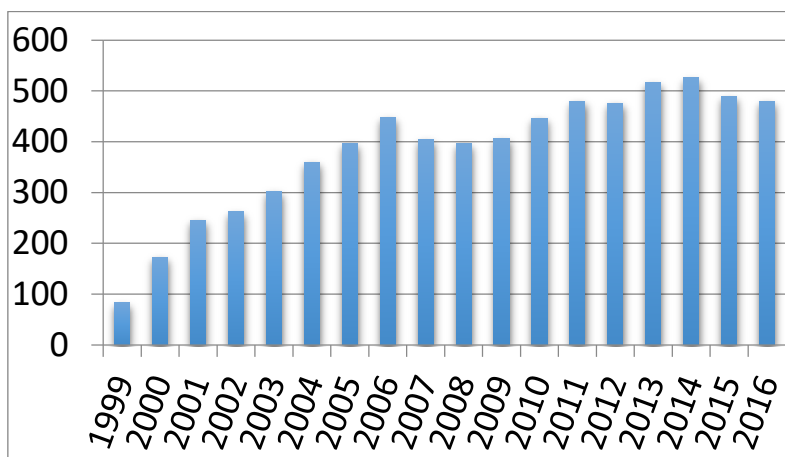


Фиг. 1.3 Застроена площ

1.1.2. Развитие на компанията

➤ Брой служители:

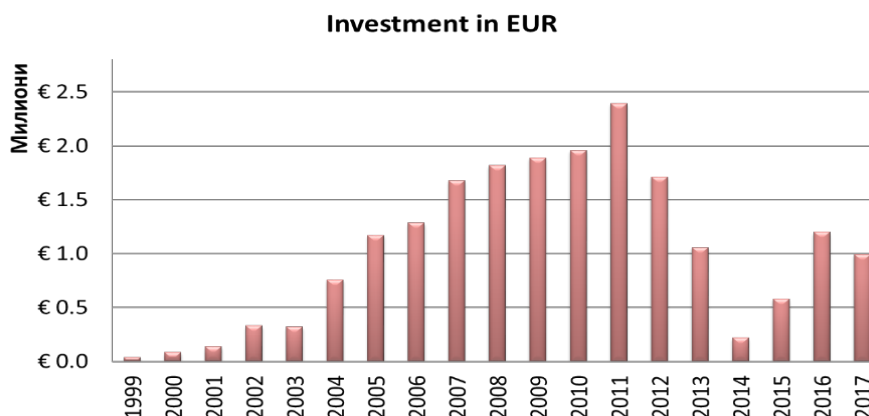
Както повечето фирми при стартирането си и тази започва работа с малък брой служители, а именно 83 броя (Фиг. 1.4). От 2006 г. започва значителното им увеличаване, като през 2014 г. фирмата достига своя максимум от 526 служители и работници. От тази година насам се усеща леко намаляване, поради наложилите се промени в машините за производство- а именно работа в посока автоматизиране на част от машините, при които се изисква по-малък брой работници.



Фиг.1.4 Брой служители

➤ Инвестиции на компанията

Инвестициите на компанията започват да нарастват след три години на усърдна работа, като те достигат своя пик към средата на периода на анализ, а именно 2008-2012г. (Фиг. 1.5). Новите инвестиции се използват за закупуване на автоматизирана и роботизирана техника, лазерни машини, нови бояджийни линии за прахово боядисване. По този начин се увеличава производителността и качеството на произвежданите изделия.



Фиг.1.5 Инвестиция

1.2. Мисията на компания „ИКЕА“

1.2.1. История

Името на ИКЕА [6, 7] е съчетание от инициалите на основателя Ингвар Кампрад (ИК) и първите букви от наименованията на фермата и селцето, където е отраснал той – Елмтарид и Агунарид (ЕА). Логото на ИКЕА се е запазило почти непокътнато в историята на компанията, като версията от 1967 г. остава постоянен символ на бизнеса на ИКЕА.

В основата на Концепцията на ИКЕА лежи идеята да се предлагат асортимент от мебели и аксесоари за обзавеждане на дома, които да са достъпни за мнозинството от хората, а не само за малцина. Това се постига, като се съчетават функционалност, качество, дизайн и стойност, винаги с отговорно отношение към околната среда.

Концепцията на ИКЕА се прилага във всеки аспект от бизнеса – от дизайна, снабдяването, опаковането и дистрибуцията до бизнес модела.

1.2.2. Мисия на ИКЕА

ИКЕА е създадена преди 75 години с цел да направи всеки ден по-добър за хората. Някои от първоначално създадените продукти, най-емблематични и любими през годините продължават и до ден днес да се произвеждат и харесват от потребителите. Целта при създаването на продуктите на ИКЕА е да бъдат удобни, леки, създадени чрез нови, иновативни технологии и в практична и удобна опаковка.

- *Дизайн.* Уникалното при дизайна на ИКЕА е, че доставчиците играят ключова роля в процеса. Още в началото на етапа на проектиране разработчици и дизайнери работят с разнороден екип от техници, производители и специалисти – често в самия завод. Това необичайно сътрудничество помага да се поддържат цените ниски и да се откриват последните технологии, за да се създават продукти по метода на ИКЕА.

- *Тестване на качеството.* При проектиране се тестват всички материали и продукти. За ИКЕА доброто качество е основано на нуждите на клиентите, начина, по който те използват мебелите, и как живеят в домовете си. В двете тестови лаборатории на ИКЕА в Швеция и в Китай също така се обучават сътрудниците на ИКЕА и доставчиците.

- *Иновативно производство заедно с доставчиците.* Етапът на производство често е моментът, в който се развихря иновативният подход на ИКЕА. Уникалното при него е възможността да се работи рамо до рамо с отделни доставчици в собствената им производствена база. С тяхна помощ се използват най-ефикасните, разходо-ефективни и изобретателни начини да се превърне дизайна в реалност. В този дух на екипност се правят находчиви постижения в дизайна, опаковането и дистрибуцията на продуктите.

- *Суровини- Материали от бъдещето.* За Икеа е важно какви суровини се влагат в продуктите. Затова се работи с устойчиви материали – възобновяеми, такива, които се рециклират или самите те са рециклирани. Стремешт е да се направи повече от по-малко. Като се използват внимателно материалите, се поддържат цените ниски и се оползотворяват ресурсите в максимална степен.

- *Ниски цени.* Част от заслугата за ниските цени на ИКЕА е в партньорството с клиентите. Магазините са организирани по начин, в които клиента сам се обслужва и работният персонал е сведен до минимум. Опаковката на продуктите е пригодена така, че всеки сам да може да сглоби закупената вещ в плоски опаковки, с помощта на подробна инструкция и приложен инструмент за сглабяне на елементите. Предлагат се и разнообразие от услуги за клиентите, които имат нужда от помощ.

1.3.Разпределение на ЗПТМК

Разпределението на завода се състои от няколко звена/цеха, където се подготвят детайлите за цялостните изделия на готовата продукция:

1.3.1.Пресов цех и заготовителни материали

В пресовият цех се извършват операциите по гилотинно рязане, щанцоване, огъване и тровалене (механично зачистване на усенъците на щанцовани детайли). Тук се извършва технологичната подготовка на детайлите, които са неизменна част от общите изделия. Цехът разполага със следното оборудване:

1. Хидравлични преси – 50 бр.

2. Машины за щанцоване – 4 бр.
3. Машины за огъване – 5 бр.
4. Тривал машини- 2 бр.
5. Машины за механизъм- 10 бр.

1.3.1.1. Проектиране и производство на щанци

Проектирането и производството на щанци и матрици представлява значително по важност звено в цялата индустриална верига, тъй като почти всички масово произвеждани детайли се създават именно с помощта на това оборудване. По този начин качеството, разходите и времето за изработката на щанци и матрици влияят върху икономиката на производството на много голям брой компоненти, монтажни възли и агрегати, особено в автомобилната промишленост. Специализираните софтуерни продукти за проектиране на инструменти за обработване на листов материал, както и някои интегрирани CAD/CAM/CAE системи, предлагат богата гама функционалности. Софтуерните продукти и възможността за симулациите могат да намалят разходите за производство, проектиране и асемблиране с до 50%. Системата за инженерно проектиране SolidWorks не разполага с интегриран модул за проектиране на щанци, но има възможност за инсталиране на допълнителни модули, разрешаващи тази функция [8-11].

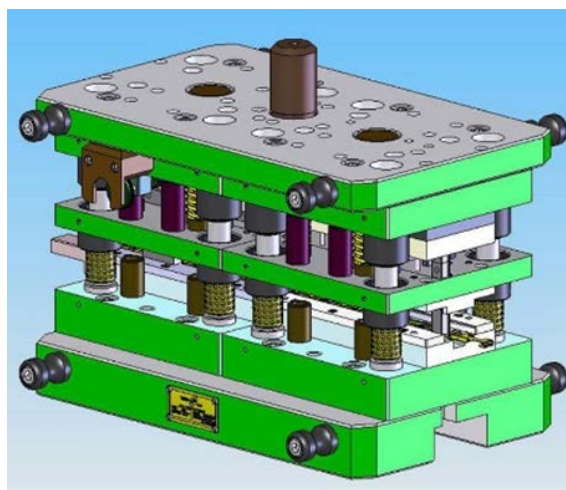
1.3.1.2. Компоненти за щанци

Най-общо казано, обработката на листови материали чрез пластично формуване се осъществява чрез силата на натиск, който се извършва от механични или хидравлични преси за щанцоване (фиг. 1.6). Процесът на формуване започва със създаването на специфична матрица за щанца (фиг. 1.7), според която ще бъде изработен елемента. След завършване на матрицата, която ще бъде използвана в производствения процес, листът материал или лентата се поставят върху матрицата и с помощта на контролирана сила се прилага натиск върху метала. Силата на натиска принуждава листовия материал да се деформира според желаната форма на предварително изработената матрица. Благодарение на перфектното взаимодействие между пресата и матрицата, листовият материал се формува в краен продукт без никакви недостатъци и без да се нуждае от допълнителна обработка [12].

Повечето щанци са конструирани от няколко основни компонента, включващи държачи, каси за матрици, матрични блокове, направляващи щифтове, втулки, подпирани плочи, дистанционни опори и винтове. Щанците също така включват събувачи, притискащи плочи и изтеглящи подложки, както и устройствата, използвани за тяхното закрепване- макари, раменни болтове, държачи, фиксатори и газови, спирални или уретанови пружини. Материалите, от които се изработват щанцовите държачи, касите за матрици и матричните комплекти са стоманени или алуминиеви плочи, които съответстват на размера на матрицата. Те служат като основа за монтиране на работните детайли. Тези компоненти трябва да бъдат обработени – фрезирани или шлифвани така, че да са успоредни и плоски в рамките на критични допуски. Макар, че щанцоването е най-популярно, сега вече е възможно чрез използването на нови дигитални методи и машини да бъде получена фрезирвана повърхност, която е изпълнена с толкова висока точност както е при щанцоването [13].



Фиг. 1.6 Ексцентър преса [14]



Фиг. 1.7 Щанца [15]

Подпорните плочи са специални стоманени блокове, които са прецизно обработени, завинтени, свързани и често заварени към горната и долната подложки на касата. Те са снабдени с износващи се плочи, поемащи всяка странична тяга, която може да бъде генерирана по време на процесите на рязане и формоване. Те са особено важни, ако генерираната сила е еднопосочна.

Твърде много сила, генерирана само от една посока, може да доведе до отклоняване на водещите щифтове, което води до неправилно подравняване на критичните елементи за рязане и формоване.

Едната подпорна плоча има стоманена пластина, а плочата на противоположната подложка има износваща се пластина от алуминиев бронз или някакъв друг различен метал. Процесът на избор на пластини е от съществено значение. Използването на две противоположно разположени пластини, направени от един и същ тип метал, може да доведе до голямо триене, генериране на топлина и евентуална механична повреда или студено заваряване на износващите се повърхности.

Подпорните блокове могат да се използват за стабилизиране на матрицата в една или повече посоки, а набор от опорни плочи често се използва за стабилизиране на щанци във всички посоки [14].

1.3.2. Лазерни технологии

В лазерният цех се извършват операциите по лазерно рязане (Фиг. 1.8) и лазерно заваряване (Фиг. 1.9). Използват се лазери от висок клас от световно известни марки заваръчни апарати за изрязване на отвори или за разкрояване на детайли от тръби и профили. Цехът разполага със следното техническо оборудване:

1.3.2.1. Машини за лазерно рязане: (Фиг. 1.8)

- 7 броя от Италия
- 4 броя проектирани и изработени от фирмата (ЗПТМК)



Фиг. 1.8 Машини за лазерно рязане

1.3.2.2. Лазерни заваръчни машини

- 3 броя проектирани и изработени от ЗПТМК

Използват се за автоматично заваряне (Фиг. 1.9) на изделие крак за маса- заварява се тръбата към щанцован детайл, заварен с болт.



Фиг. 1.9 Машина за лазерно заваряване на щанцован детайл с болт към тръба

Лазерните автоматични машини за рязане и заваряне са конструирани и проектирани в отдел „Автоматизация на производството“ на завода.

1.3.3. Заваръчен цех

Заваръчният цех е отдела, в който с помощта на модерни роботизирани системи CLOOS (Фиг. 1.10) се заварят отделните детайли за мебелните конструкции- рамки, като детайлите се поставят и махат с помощта на работник. Цеха разполага със следното оборудване:

- Заваръчен робот Cloos – 20 станции за заваряване

Механиката на робота Cloos е с шест оси на свобода и шарнирна ръка. Роботът обикновено се монтира върху основа или директно върху позиционер. Роботът има стандартна китка, на която се поставя заваръчния шланг, както и друго работно оборудване с тегло до 15 kg. Интегрирането на взаимозаменяем инструмент на китката позволява използването на няколко процеса с един робот.

Областите на приложение са:

- MIG заваряване
- Плазмено и кислородно рязане

- Лазерно заваряване



Фиг.1.10 Заваръчен робот Cloos

1.3.4. Цех за прахово боядисване

През цеха за прахово боядисване (Фиг. 1.11) преминават всички компоненти от произвежданите изделия- крака, легла и маси. Прилагат се няколко вида цвята- бял, черен, сив, червен, жълт като се редуват след приключване на всяка зададена серия от цвят. Процесът по боядисване преминава през няколко етапа: обезмасляване, боядисване и изпичане.

Отделът разполага със следното технологично оборудване:

- Линии за прахово боядисване GEMA – 3 линии



Фиг. 1.11 Линия за прахово боядисване GEMA

За процеса на боядисване, детайлите преминават през няколко етапа. Това е непрекъснат процес, като скоростта на линията поддържа 7 m/min. Дължината на съоръжението е 500 m.

На линията за прахово боядисване се закачат детайлите чрез фиксатори. След това преминават обезмасляващи струйници, измиване с топла вода, изсушаване,. Кабината за електростатично боядисване е оборудвана с 24 автоматични пистолета. Праховата кабина разпознава закачените детайли по големина и избира подходящата програма.

1.3.5. Опъковъчен цех

В опъковъчен цех се комплектова, опакова, етикетира и пакетира всичката произведена продукция от крака, легла и маси. Опаковката на изделията е много важна за получаването им в добро състояние до крайният клиент. В това звено работата е най-трудоемка и с най-много работна ръка. Поради тази причина се налага да се обърне най-голямо внимание на тази операция, като се подобри автоматизирането при опаковането. В отдела по „Автоматизиране на производството“ са проектирани и конструирани 7 машини за автоматично и полуавтоматично опаковане на крака за маси и легла.

Опаковката на даден продукт изпълнява няколко функции: запазване целостта на продукта; запазване интегритета на продукта при транспортиране и представяне на готовата продукция в подходящ за клиента вид. Интегритетът и целостта на продукта са важни фактори. Следователно използваните технологични процеси и отделните операции при опаковането не трябва да променят продукта.

Отдела разполага със следното оборудване:

1. Опаковъчни машини – 5 бр.
2. Конвейер за опаковане - 3 бр.
3. Спوماгателни прибори - 7бр

1.3.6. Склад за готова продукция

След опаковането на готовата продукция, тя се премества в склада, от където се товарят камионите за захранване на складовете на магазините на ИКЕА в различни държави. Наличностите на склад са от съществено значение, защото при забавяне в товаренето на готовата продукция се плащат неустойки, които влияят негативно върху бюджета на фирмата.

1.3.7. Инструментален цех

В инструменталният цех се изработват и поддържат щанците за подготовка на детайлите за готовите изделия. В това звено също се изработват детайли за нови машини, които се конструират в завода и резервни части за съществуващите.

Инструменталната екипировка се състои от:

1. Универсален струг- 3 бр.
2. Координатни машини- 3 бр.
3. Плосък шлайф- 2 бр.
4. Нишко ерозийна машина- 1 бр.
5. Фрезова машина- 4 бр.

1.3.8. Цех по „Автоматизация на производството“

В този цех се конструират и асемблират нови машини с цел повишаване производителността и качеството на произвежданата продукция. Прави се също автоматизиране на съществуващи машини и линии. Колектива на отдела се състои от 4 човека: 1 механик, 1 електротехник и 2 конструктори. Всички работят заедно в симбиоза, с цел създаване на даденият прототип. След изработването се правят редица от проби и тестове, за да се изчистят възникнали неточности и да се провери получената зададена производителност. За конструирането и начертаването се използват CAD/CAM/CAE и други видове програми. Освен високата производителност и надеждност при

създаването на нови АМ и АЛ, друг важен критерий е създаването на безопасна работа за оператора ѝ.

1.4. Произвеждани изделия в ЗПТМК

1.4.1. При стартиране на завода

При създаването на завода започва производството на легла с клик-клак механизми, с заключващ механизъм, двуетажни детски легла, походно легло и крака за маси. Всички механизми, които се внедряват в леглата се произвеждат в завода. Проекта и чертежите за производството на всички изделия, произвеждани в ЗПТМК се изготвят от проектантите на ИКЕА и се предоставят на конструкторите на завода за изработване и закупуване на машини за тяхното производство. По-голямата част от продукцията, която се произвежда е изработена изцяло от покупна суровина и елементи, доставяни от поддоставчици на фирма ИКЕА. Цялото производство е ръчно, но с усвояване на дискретните технологични процеси и операции- основни и спомагателни и така младите конструктори и технолози започват първите стъпки за механизмирането и автоматизирането им.

Произвежданите продукти са: Разтегателни дивани с клик-клак механизъм, разтегателни дивани с заключващ механизъм, вруетажни легла, походни легла, подматрачни рамки, крака за плотове за маси, механизми, основи за маси и останалите необходими за конструкциите елементи, Таблица 1.1. Всички изработвани изделия периодично се подлагат на тестове в сертифицирани лаборатории по стандарти, разработени от ИКЕА.

Таблица 1.1 Номенклатура на легла крака и компоненти

№ по ред	Наименование	Тип изделие	Старо изделие	Ново изделие	Разработвани
1	Beddinge	Клик-клак диван	√		
2	Flatdal	Походно легло	√		
3	Exarby	Клик-клак диван	√		
4	PS Sofa	Разтегателен диван	√		
5	Lyksele sofa	Разтегателен диван	√	√	
6	Lyksele armchair	Разтегателен фотьойл	√	√	
7	Bed Italiana	легло	√		
8	Undermattress frame	Подматрачна рамка	√		
9	Antisnoring Bed	Легло с регулируеми части	√		
10	CLIC- CLAC Sofa bed 1	Клик-клак диван	√		
11	CLIC- CLAC Sofa bed 2	Клик-клак диван	√		
12	Sofa bed 3	Разтегателен диван	√		
13	Armchair bed	Разтегателен фотьойл	√		
14	CLIC- CLAC Sofa bed 4	Клик-клак диван	√		
15	CLIC- CLAC Sofa bed	Клик-клак диван	√		
16	SP SOFABED	Разтегателен диван	√		

№ по ред	Наименование	Тип изделие	Старо изделие	Ново изделие	Разработвани
17	KARLABY	Клик-клак-нов диван	√		
18	BZ 130	Разтегателен диван	√		
19	NIHAMN	Клик-клак-нов диван		√	
20	T BED	Клик-клак-нов диван	√		
21	GALANT	Крак за плот	√		
22	CURRY, кръгъл и квадратен	Крак за плот	√		
23	BED leg	Крак за плот	√		
24	LEG L 110	Крак за плот	√		
25	LEG Round	Крак за плот	√		
26	VIKA KAJ	Крак за плот	√		
27	KOSKI	Крак за плот	√		
28	ADILS	Крак за плот		√	
29	OLOV	Крак за плот		√	
30	SVARTA Bed 1	Двуетажно легло	√		
31	SVARTA BED 2	Двуетажно легло	√		
32	BABY BED	Двуетажно легло	√		
33	Svarta BUNK Bed	Двуетажно легло		√	
34	Svarta LOFT Bed	Двуетажно легло		√	
35	BUNK Bed „BARI“	Двуетажно легло	√		
36	Grand BUNK	Двуетажно легло	√		
37	Fo Lolling bed	Шезлонг			√
38	Underbed	Под легло		√	
39	Familly Bed	Двуетажно легло	√		
40	BZ 130/ The textile is made by Technoliving	Тапициран диван			√
41	Knock Down Sofa Bed	Тапициран диван			√
42	Clic-Clac mehanism		√		
43	New clic-clac system “PUGLIA”, Technoliving	Нов клик-клак механизъм		√	
44	New clic-clac system with extendable seat, Technoliving	Клик-клак механизъм за разтегателен диван		√	
45	New clic-clac system with wooden armrests, Technoliving	Нова клик-клак система с дървени подлакътници			√
46	TAREND0	Основа за Маса		√	
47	Meltorp 75x75	Основа за Маса		√	
48	Meltorp 125x75	Основа за Маса		√	

1.4.1.1. Разтегателни дивани с клик-клак механизъм

Благодарение на щракващия механизъм клик-клак, този тип дивани лесно и бързо се преобразуват в просторно легло. Разгъването става като се издърпа седалката нагоре,

щраква механизма и се спусне седалката надолу. За целта не се налага да се премахва калъфа на дивана, когато той се превръща от диван в легло и обратно. Проектирано е мястото под седалката да се съчетава с кутии за съхранение, в които могат да се поставят различни вещи. . Металните рамки се изработват и съхраняват в междинен склад на ИКЕА. В дъщерен завод на ЗПТМК се произвеждат фурнири и дървени федерлайсни/ ламели, а различни матраци, разнообразие от калъфи се предоставят на фирми, подизпълнители на ИКЕА.

- Beddinge (Фиг. 1.12)
- Exarby (Фиг. 1.13)



Фиг. 1.12 Легло Beddinge



Фиг. 1.13 Легло Exarby

1.4.1.2. Разтегателни дивани с заключващ механизъм

Този тип дивани са създадени на принципа на разгъването чрез издърпване. Диваните или фотьойлът с едно движение бързо и лесно се превръща в удобно и просторно двуместно и едноместно легло. Разгъването става като се надигне леко седалката, за да се отключи придържащият механизъм и се издърпа напред до пълното разгъване на леглото. Сгъването и разгъването става по-лесно с помощта на добавените колелца в основата на седалката. За целта се налага да се премахне калъфа на дивана, когато той се превръща от диван в легло и обратно. Металната рамка на дивана се доставя до складовете на ИКЕА, а различните матраци и разнообразието от калъфи се предоставят от други фирми подизпълнители.

- PS sofa (Фиг. 1.14)
- Lycksele sofa
- Lycksele armchair/ фотьойл



Фиг. 1.14 Легло PS sofa

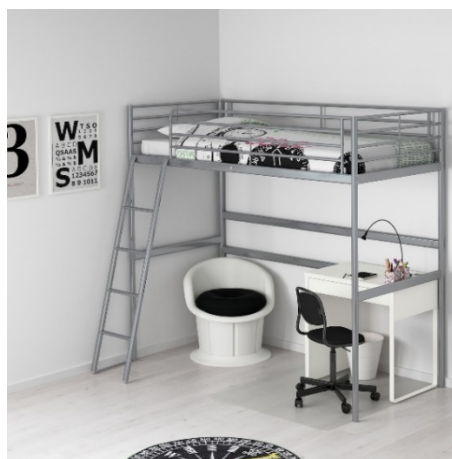
1.4.1.3. Двуетажни легла

Двуетажните легла са създадени изцяло от прахово боядисани стоманени тръби и профили, които са особено подходящи за детски стаи или за тийнерджъри. Единият вид е пригоден за спане на две лица, а другият за едно, като този вид е много подходящ за помещения с малко пространства, заради възможността от поставяне на бюро или други принадлежности.

- Tromso / Svarta bunk bed (Фиг. 1.15)
- Tromso / Svarta loft (Фиг. 1.16)



Фиг. 1.15 Svarta bunk



Фиг. 1.16 Svarta loft

1.4.1.4. Походно легло

Леглото може бързо и лесно да се сгъва и да се прибира в килера или друга част на жилището, за да се спести ценно подово пространство. Металната рамка с прахово покритие е здрава и лесна за почистване, а здравата оребрена основа от дърво осигурява солидна опора. Матракът, който се закупува отделно се сгъва в рамката на леглото, когато не се използва.

- Flatdal

1.4.1.5. Крака за маси

Краката за маси са подходящи за съчетаване с плотове за маса, както пожелае клиента. Като се закупуват отделно, могат да се създадат комбинации с дизайн и размери,

които се побират в свободното пространство. Включени са винтове за закрепяне на краката към плота на масата. Подходящи са за плотове за маси с минимална дебелина 25 мм. Различните видове крака имат регулиращите се крачета, които според вида си се регулират по различен начин. Чрез тази опция масата стои стабилно върху неравни повърхности.

- CURRY кръгъл (Фиг. 1.17) и квадратен крак
- Bedleg
- VIKА Kaj (Фиг. 1.18)
- Galant
- Koski



Фиг. 1.17 Крак CURRY кръгъл



Фиг. 1.18 Крак Vika Kaj

1.4.2. Съществуващи изделия

През годините някои от произвежданите изделия са спрени от производство, а други са с подобрени размери, устойчивост и автоматизиране на технологичният процес или изцяло ново създадени. Едни от най-големите промени претърпяват краката Curry и Vika Kaj. Те освен размери и устойчивост променят и имената си в Adils и Olov. И така в последните години се произвеждат следните изделия:

1.4.2.1. Разтегателни дивани с подобрен клик-клак механизъм

- Nihamn

1.4.2.2. Разтегателни дивани с заключващ механизъм

- Lycksele sofa (Фиг.1.19 а)
- Lycksele armchair/ фотьойл (Фиг.1.19 б)



а) б)
Фиг. 1.19 Lycksele: а) диван; б) фотьойл

1.4.2.3. Двуетажни легла

- Svarta loft
- Bunk bed

1.4.2.4. Под легло с подматрачна рамка

Това е подматрачна рамка с метална конструкция, която може да се съхранява под друго легло и да се издърпва при необходимост.

- Underbed

1.4.2.5. Крака за маси

- Adils (Фиг.1. 20)
- Olov



Фиг. 1.20 Крак Adils

1.4.2.6. Маси

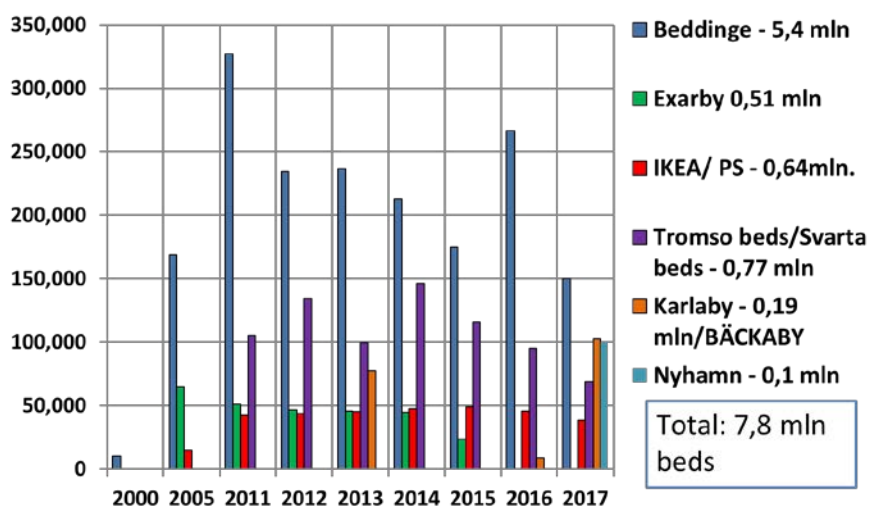
Това са основи за маси с различни размери, които са много здрави благодарение на металната рамка. Те могат да се комбинират с различни цветове на плота.

- Tarendo
- Meltorp 75x75
- Meltorp 125x75

1.4.3. Производствен обем

1.4.3.1. Произведени легла от 2000-2017 г.

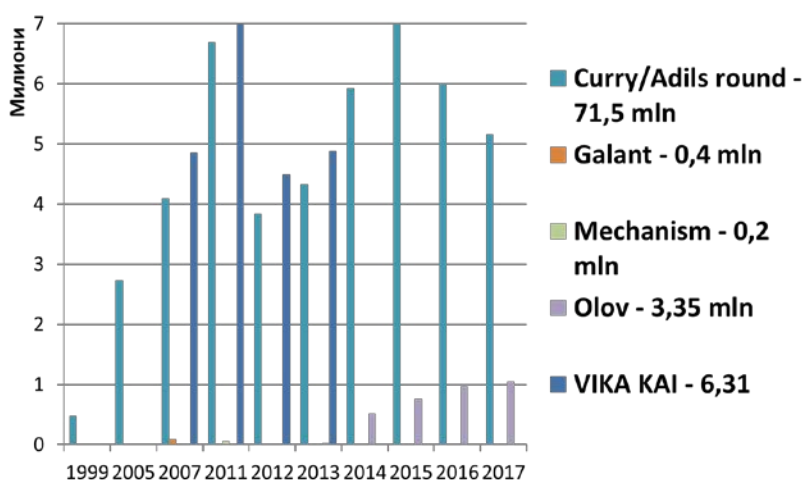
Общият обем на произведените легла е 7,8 млн. бр. до 31.12.2017 г. През годините едно от най-дълго произвежданите легла и с най-голям обем е изделието Beddinge с 5.4 млн. за периода. Дялът им заема 69,2 % от общото производство. Останалите варират в рамките на 0,1 ÷ 0,77 млн. брой произведени легла. Данните са представени на Фиг. 1.21.



Фиг. 1.21 Графика на произведени легла в периода 2000-2017 г.

1.4.3.2. Произведени крака 1999÷2017 г.

Общият обем произведени крака е 81,8 млн. бр. до 31.12.2017 г. От данните на фиг. 1.22 ясно се вижда, че най-дълго и с най-голям обем е производството на крак Curry/ Adils с кръгла форма е 71,5 млн. Това заема 87,4 % от общо произвежданите крака. Останалите изделия са с обем от 0,4÷ 6,31 млн. броя за периода.



Фиг. 1.22 Графика на произведени крака в периода 2000-2017 г.

1.5. Обзор и анализ на видове материали за опаковане

В съвременните индустриално развити страни се обръща голямо внимание на търговския вид на различните видове на опаковъчен материал. Потребителят отделя голямо внимание на външния атрактивен вид на самата опаковка. Търсят се дизайнерски решения на използваните опаковъчни материали, които имат приоритет към дадени опаковъчни продукти или изделия. Не може да се пренебрегнат основните изисквания към опаковъчните материали. Сякаш производителите на опаковъчни материали „дирижират“ кои материали да бъдат приоритет за опаковане през даден период от време. За решително подобряване на опаковките у нас се използват следните материали:

опаковки от картон; опаковки от пластмаси; опаковки от метал; опаковки от стъкло; опаковки от дървесина, смесени и т.н [16, 17, 18, 19].

1.5.1. Обзор и анализ на видове фолио за опаковане

1.5.1.1. Стреч фолио

Стреч филм или стреч фолио е често използвано наименование за многопластово еластично полиетиленово фолио, произведено с помощта на така наречената технология за екструдирание на филми "CAST". Линейният полиетилен с ниска плътност (LLDPE) е основният материал за производство на разтегателен филм-стреч фолио [20, 21].

Благодарение на съвременните производствени линии и най-съвременните технологии, както и използването на суровини, доставени от признати производители, филмът е с много високо качество.

➤ Приложение:

Стреч фолиото се използва предимно за опаковане и защита на продукти, вариращи от товари, пакетирани на палети, до отделни елементи с големи или малки общи размери. Благодарение на малката си дебелина и висока издръжливост, то гарантира стабилността на товара на опаковъчни продукти.

На пазара има различни видове стреч фолио, от различни производители:

A. Машинно - разтегателно стреч фолио

То се използва за опаковане и защита на продукти, вариращи от товари, пакетирани на палети, до отделни елементи с големи общи размери. Предназначено е за опаковане на товари с използване на опаковъчни машини.

B. Super Power и Power стреч фолио

Този тип стреч фолио е проектирано за опаковане и защита на продукти с използване на опаковъчни машини, дебелината на произведеното фолио е от 10 до 35 микрометра.

C. Стандартно разтегателно стреч фолио

Това стреч фолио е предназначено за опаковане и защита на продукти с използване на опаковъчни машини.

D. Предварително разтеглено фолио

Фолиото се произвежда чрез предварително разтягане на фолио тип "stretch" до определена дебелина. Предварително опънато фолио има много предимства в сравнение с традиционното разтегателно фолио:

- това позволява намаляване на консумацията на фолио по време на опаковане на палети и по този начин намаляване на разходите за единица опаковка;
- голямото опъване на предварително опънатото фолио се постига само с едно разтягане, което води до стабилност на натоварването по време на транспортирането;
- необходимо е по-малко усилие за опъване на фолиото, което има положителен ефект върху ефективността на опаковането;
- намаляването на консумацията на фолио има положително въздействие върху околната среда поради намаленото количество отпадъци.

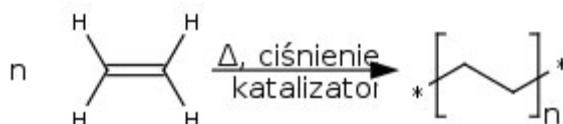
1.5.1.2. Термо-свиваемо фолио

Термо-свиваемите полиолефинови фолио са материали на базата на полиетилен или полипропилен. Полиолефините са полимери, съдържащи само въглерод и водород, в които има дълги -ССС- въглеродни вериги, съставляващи основния скелет на самите вериги на полимерите. Може да се каже, че полиолефините са полимерни въглеводороди. Полиолефините са много важна индустриална група от

полимери. Производството на полиетилен и полипропилен представлява около 80% от масата на всички произведени синтетични полимери. Тези полимери имат много добри полезни свойства, мономерите за тяхното производство се получават директно от суров нефт и тяхната полимеризация не е основен технически проблем.

А. Полиетилен или полиетен - (РЕ)

Полиетиленът е гъвкав, възъчен, прозрачен, термопластичен. Губи еластичност под въздействието на слънчевата светлина и влагата. Полиетиленовият синтез е пример за радикална полимеризация (Фиг. 1.23).



Фиг. 1.23 Полимеризация на полиетилен

РЕ филмите се характеризират с ниска пропускливост на водни пари, не са устойчиви на въглеводороди и техните хлорни производни. Те са устойчиви на киселинни, алкални и солни разтвори, както и на ниски температури.

В. Полиетилен с висока плътност - РЕ-HD (РЕ с висока плътност, РЕ-HD) (Фиг. 1.24)

Получава се при полимеризация на ниско налягане. Той е по-твърд в сравнение с РЕ-LD, има по-висока механична якост, по-висока точка на топене (125 °C), по-висока газова бариера и по-висока химическа устойчивост, показва по-голяма крехкост при по-ниски температури, по-малко прозрачен (млечнобял). Най-популярните търговски сортове РЕ-HD са РЕ 80 и РЕ 100. Плътност - 0,94-0,96 g / cm³.



Фиг. 1.24 Символ на полиетилен с висока плътност

С. Линеино РЕ с ниска плътност- LLDPE (линейна ниска плътност РЕ) (Фиг. 1.25)

Късите, неразклонени вериги се образуват чрез кополимеризация на етен с по-дълги алкени на веригата. Плътност е 0.915-0.935 g / cm³.



Фиг. 1.25 Символ на линейно полиетилен с ниска плътност

Е. Полипропилен

Това е полимер от полиолефиновата група, който е съставен от единиците с формулата: - [CH₂CH (CH₃)] -. Получава се в резултат на полимеризация на пропилен с ниско налягане. Полипропиленът е една от двете най-използвани пластмаси, до

полиетилен. Елементите, изработени от този материал, обикновено са маркирани със символа PP (Фиг. 1.26).



Фиг. 1.26 Символ на полипропилен

Полипропиленът е термопластичен въглеводороден полимер, т.е. той може да се втечнява под въздействието на повишаване на температурата и отново се втвърдява след понижаването му, без да променя химичните свойства.

PP се получава чрез полимеризация на пропен (обикновено известен като пропилен, $\text{CH}_2 = \text{CHCH}_3$), който се получава от петрол. Днес по-голямата част от полипропилен се произвежда в процеса на Циглер-Ната, в газова фаза, като се използват катализатори на органометални съединения, суспендирани на специални субстрати. PP е пластмасов материал с най-ниска плътност сред широко използваните полимери. Той проявява висока химическа устойчивост, особено при стайна температура, при която е почти напълно устойчив на киселини, основи, соли и органични разтворители. При тази температура атакуват само силни окислителни, като изпаряване на сярна или азотна киселина, избелващи основи и неполярни течности (бензен, тетрахлорид на въглерод, метил хлорид). Продължителният контакт с мед също има разрушителен ефект върху PP, поради което месинговите фитинги трябва да се използват за постоянни връзки от PP-мед.

Конкурентен материал за полиолефини за производството на свиващ се филм е поливинилхлорид. Поради големите си по-лоши механични свойства и проблеми с преработката на отпадъците, продажбата на PVC фолио в развитите страни значително намалява.

Г. Поли (винилхлорид), поливинилхлорид, полиетиленхлорид, полихлороетен (PVC, Фиг. 1.27)

Това са пластмаси, получени в резултат на полимеризация на мономера-винилхлорид. Има термопластични свойства, характеризира се с висока механична якост и е устойчив на много разтворители.

Съкращението от PVC, често използвано в Полша, е логично и езиково неправилно. В международната терминология се използва само аббревиатурата PVC- от поли (винилхлорид). На полски аббревиатурата PVC е правилна - от полски поли (винилхлорид). PVC не е валидно съкращение нито на международен, нито на полски.



Фиг. 1.27 Символ на полипропилен

Свиващите се филми могат да бъдат разделени на два вида:

- чеднослоен екструдирани от един или смес от гранули- многослоен, образуван от няколко слоя подобни или различни полимери, за да се получат специални свойства на крайния продукт;

- моноаксиален- свиване, ориентирано в една посока (по дължина или напречно);
- двуосово- ориентирано в двете посоки;

За да се сравнят свойствата на различните материали е прието да се използват стандартизирани методи за изпитване (ASTM).

Оптични свойства:

- яснота (процентът на изкривяване на изображението, гледано през материала, колкото по-висока е стойността, толкова по-чисто е изображението);
- гланц (отражение на светлината от повърхността, колкото по-висока е стойността, толкова по-лъскава е повърхността на филма);
- мъгла (количеството мъгла, гледано през филма на продукта, колкото по-висока е стойността, толкова по-малко се изразява).

Механични свойства:

- гъвкавостта при ниски температури ни информира за възможността за работа на филма (заваряване и свиване) при неблагоприятни условия (студена температура);
- модул- мярка за твърдост на филма (колкото по-голям е модулет, толкова по-голяма е твърдостта; като правило, по-висок модул означава по-добра работа на много бързи опаковъчни машини);
- подхлъзване (студено) (колкото по-голяма, толкова по-малка е възможността за блокиране на опаковъчната машина чрез съпротивлението на плъзгащия се върху машинните елементи филм) и горещо (колкото по-висока е стойността, толкова по-лесно е да поставите последната опаковка в колективното поле, някои продукти изискват обаче филми с ниско плъзгане, за да се избегне изплъзване на опаковките от палети);
- коефициент на триене между два слоя филм (коефициент на триене COF);
- якост на удар (колкото по-висока е стойността, толкова по-голяма е устойчивостта на пробиване, причинена от остър инструмент или падане);
- якостта на опън ни информира за чувствителността на филма към разкъсване (надлъжно и напречно);
- разтягане (удължение) ни информира до каква степен филмът ще се разтегне преди разкъсване;
- якостта на уплътнението е мярка за устойчивостта на разкъсване на заваряването;
- разпространението на разкъсване ни позволява да оценим склонността на материала към разкъсване след разрязване;
- свиването на напрежението е мярка, която ни информира за силата, упражнена от филм по време на свиване върху опакован продукт;
- свободно свиване е процентът на свиване на филма в проценти.

Физикохимични свойства:

- водопропускливост (MVTR)- важна мярка при опаковане на храна, която ни информира за способността на филма да се отърве от вода от опаковката;
- кислородна пропускливост (OTR)- важна мярка в опаковката на храните, която ни информира за способността на фолиото да ограничи доставката на кислород към опаковката.

Полиолефиновите свиващи филми могат да бъдат произведени от чисти гранули или смеси от различни междинни продукти. Добавките позволяват получаване на специфични свойства на фолиото.

И така:

- Полиетилен (PE) дава възможност за заваряване и повишава механичната устойчивост на филма;
- Полипропиленът (PP) осигурява висока твърдост, устойчивост на висока температура и отлични оптични свойства;
- Съполимерът на етилен винилацетат (EVA) укрепва филма, подобрява заваряемостта и свиването;
- Алкохолът етил винил (EVOH) подобрява кислородната бариера;
- Полиамидът (PA) повишава устойчивостта на разкъсване и осигурява газова бариера.

1.5.2. Обзор и анализ на видове велпапе за опаковане.

Структурата на материала на стандартното велпапе се състои от три компонента: лист гофриран материал (или вълна), разположен в средата, поставен между два пласта хартия- външен и вътрешен лайнер. Всяка страна на гофрирания материал е залепена към гладкия лайнер по време на производството. Лепилото фиксира гофрираната част и добавя твърдост и стабилност на материала (Фиг. 1.28) [22].



Фиг. 1.28 Структура на велпапе

➤ Типове хартия:

Един от ключовите фактори, които определят качествата на велпапето са използваните типове хартия. В общи линии има два основни типа хартия, които се използват за лайнера. Те са известни като крафт и тест лайнери.

Крафт хартията се произвежда от дървета с мека дървесина. Тъй като тези фибри не са рециклирани влакна, този тип хартия е по-устойчива и по-подходяща за печат. В резултат, това е най-разпространеният тип лайнер, когато става дума за производство на кутии и опаковки.

Тест хартията всъщност е двуслойна хартия. Тя е рециклирана, заради което не е толкова устойчива като крафт варианта, нито е толкова подходяща за печат. Затова обикновено се използва за вътрешния лайнер. Предимството ѝ е, че е по-евтина.

Всеки тип лайнер е съставен от два слоя. Базовият слой се използва за залепване и устойчивост, а външният, покривен слой осигурява по-добър външен вид и е подпомага печата. Въпреки, че крафт и тест лайнерите са толкова популярни, на пазара има и доста други опции.

Възможните хартии за външен и вътрешен лайнер са:

- KRAFT (K): крафт хартия от неретицилирани фибри;
- TEST 2 (T2): хартия, която съдържа рециклирани фибри;
- TEST 3 (T): изцяло рециклиран лайнер;
- CHIP (C): лайнер, базиран на отпадъчна хартия;
- FULLY BLEACHED WHITE (BW): изцяло избелен крафт лайнер;;
- WHITE TOP (WT): рециклиран лайнер с бяло покритие;
- MOTTLED KRAFT (MK): текстуриран бял крафт;
- OYSTER (OY): текстуриран тест лайнер;
- SEMI CHEM (SC): неретицилирани фибри, базирани на специфичен химически процес;

- WASTE BASED (WB), 100% рециклирани влакна.

Последните два типа се използват най-често за гофрираната част и по-рядко за лайнер.

➤ *Относително тегло:*

Освен използваните типове хартия, друга важна характеристика е относителното тегло. То се измерва в грамове на квадратен метър g/m^2 . Тази характеристика показва масата на един квадратен метър от хартията.

➤ *Слоеве*

Освен различното относително тегло и типове хартия, трябва да се има предвид и типа и броя на вълните. Основният елемент на велпапето е направен от два лайнера и един гофриран пласт. Това се нарича еднослойно велпапе.

Възможно е да бъде добавена допълнителна гофрирана секция и допълнителен лайнер. Това създава двуслоен материал. Това допълнение осигурява допълнителна твърдост и устойчивост и прави велпапето подходящо за опаковки на по-тежки предмети или деликатни и скъпи обекти, които имат нужда от допълнителна защита.

➤ *Вълната*

Последният аспект на велпапето, който оказва влияние на представянето му, е типа вълна. Вълната е гофрираната секция между два лайнера и промяната във височината ѝ води до постигане на различни характеристики. Тя може да варира от много деликатни елементи, обозначени като “Е” за производство на микровелпапе за търговски опаковки до по-груби секции, обозначени с “А” или “В”, използвани за транспортни опаковки.

Разпространените профили или дебелини на вълната са:

A: 5 mm

B: 3 mm

C: 4 mm

E: 1.5 mm

F: 8 mm

BC: двуслойно велпапе (6 mm), съчетание от B + C вълна

EB: двуслойно велпапе (4.5mm), съчетание от E + B вълна

➤ *Вълна и тегло на продукта*

Определянето на подходящият тип велпапе за опаковките зависи от голям брой параметри. Такива са относителното тегло на хартията, типа вълна и броят слоеве. На практика могат да се постигнат сходни характеристики на опаковките с различни типове велпапе.

Типове велпапе:

➤ Е вълна- Дебелината ѝ е 1 - 1.5 mm. Това ѝ дава голяма устойчивост на компресия и пречупване и осигурява повърхност, подходяща за печат с високо качество. В резултат се използва за по-малки опаковки с високи изисквания към качеството на печата и щанцоването. (Фиг. 1.29)



Фиг. 1.29 Вилпапе тип Е

➤ В вълна- В вълната е сред най-често използваните в материали за опаковки. Дебелината ѝ е 3 mm, което я прави изключително гъвкава и подходяща за всички типове довършителни процеси (Фиг. 1.30).



Фиг. 1.30 Вилпапе тип В

➤ С вълна- Дебелината между 3.5 mm и 4 mm дава на С вълната по-голяма устойчивост на компресиране от В вълната. Това позволява поставяне на повече опаковки една върху друга. Ако се използва неправилно е податлива на смачкване (Фиг. 1.31).



Фиг. 1.31 Вилпапе тип С

➤ ВС вълна- С дебелина между 6 mm и 7 mm този двустенен материал използва В и С вълна. Това осигурява добро представяне за производство на транспортни опаковки. В общия случай се печата чрез флексографски печат. (Фиг. 1.32)



Фиг. 1.32 Вилпапе тип ВС

➤ ЕВ вълна- Дебелината е от 4 mm до 4.5 mm, съчетанието е от Е и В вълни в двуслоен материал. Съчетанието на много фина (Е) и относително голяма (В) вълна осигурява отлична защита при транспорт, устойчивост и е подходяща за качествен печат. (Фиг. 1.33)



Фиг. 1.33 Вилпапе тип ЕВ

1.5.3. Обзор и анализ на видове тиксо за опаковъчни процеси

За нуждите на опаковките за производство на тръбна мебел, е нужно опаковъчното тиксо да издържа и съхранява продукти в екстремни температурни условия (от -25 °C до 65 °C) и среда с висока влажност . Необходимо е да притежава отлична сила на залепване и много добра първоначална адхезия, дори върху рециклирани кашони [23, 24, 25]].

Тиксото представлява самозалепваща лента, чиято структура се състои от няколко основни слоя. Първият основен слой е носещият (Backing material или carrier). Той може да бъде от различни видове полимерни, като Biaxial Oriented Poly Propylene (BOPP) в превод биаксиално ориентиран полипропилен, Oriented Poly Propylene OPP (еднопосочно ориентиран полипропилен), хартия или дори плат за някои специални тикса. От носещият слой се определя издръжливостта на тиксото към натоварвания. Тоест, колкото по-голяма дебелина има носещият слой, толкова по-тежки товари може да се опаковат със съответното тиксо. Тиксото, което се използва за индустриално и общо приложение най-често е на основата на BOPP.

Другият основен слой в структурата на тиксо е лепилният слой. Лепилата, които се използват в производството на тиксо са много и различни видове и на различна основа.

За нуждите на опаковъчните процеси за опаковане и запечатване на опаковки налага избора на тиксо да бъде с лепило на основата на синтетичен или естествен каучук. Тиксо с синтетичен каучук е с по-висока цена от около 10-20% сравнение с това на водна основа. Често срещан проблем е доставка на завишени цени, неосведоменост за произхода на тиксо, неговото качество и други. Поради тази причина е направена качествена сравнителна характеристика по 9 показателя, показани на таблица 1.1. [25].

Таблица 1.1. Качествени показатели на тиксо.

Критерии	Синтетичен каучук	Естествен каучук
Издръжливост на стайна температура	***	***
Издръжливост на отрицателни температури	***	***
Издръжливост на опън	***	***
Издръжливост на тежки товари	***	***
Сила на залепяне	**	***
Залепяне върху трудни повърхности	**	***
Залепяне върху хартия/кашони	***	**
Залепяне при отрицателни температури	*	***
Цена	**	*

Най-общо може да се подредят в три категории:

- Лепило на основата на синтетичен каучук;
- Лепило на основата на естествен каучук;
- Лепило на водна основа.

Сравнителни характеристики на видове опаковъчно тиксо:

Направена е сравнителна характеристика сред три основни вида опаковъчно тиксо, разпространени на българския пазар.

- Акрилно тиксо.

Акрилните самозалепващи ленти са най-разпространените на българския пазар. Пазарът преобладаващо е от нискокачествени акрилни, внесени от Китай, Индия, Индонезия и/или други азиатски държави. Българските потребители са изправени пред трудности при търсенето на акрилно тиксо, произведено в Европа. Най-същественото предимство на този тип тиксо е конкурентната му ниска цена. Характерните черти за нискокачествено тиксо са ниските цени. Има твърдения, че в България също се произвежда акрилно тиксо, но до момента не се намират на пазара. За производители се смятат компании, които само нарязват тиксо на малки ленти, а суровина е внесена от Азия на големи ролки (Jumbo Rolls). Недостатъци този тип опаковъчни ленти са: слаба адхезия, ниска издръжливост при намокряне, неприятен мирис. Нискокачествените варианти, с намалена дебелина подлежат на лесно скъсване на лентата и трудна адхезия при ниски температури. Използва се при неотговорни приложения, не се препоръчва употребата му за затваряне на кашони и индустриални приложения.

➤ Солвент тиксо.

Разпознава се като втората широко разпространена група самозалепващи ленти на пазара. Характерно за този тип е високо качество, отлични лепилни свойства, голям работен температурен диапазон. Препоръчва се използването му при температурен диапазон $5\div 30$ °С. Техническите характеристики на опаковъчно тиксо солвент са: материал ВОРР с лепило солвент (естествен каучук); Обща дебелина (включително лепилния слой): 44 μm ; Издръжливост на опън: 45 N/cm; Разтегливост: 120%; Цвят: прозрачен. Основен недостатък на този тип тиксо е сравнително високата им цена. Пазарът предлага вариации на солвент тиксо както за леки, така и за тежки товари, за ръчно и машинно ползване. Може да бъде използвано при отговорни приложения, за износ, в индустрията и други.

➤ Хотмелт тиксо.

Това е сравнително нов вид тиксо, което е базирано на изкуствените каучуци. Предлага синергия от балансирани свойства и конкурентноспособни на пазара. Може да бъде приложено при затваряне на малки, до средно тежки кашони, непромазани кашони. Притежава добри лепилни свойства върху хартия. Хотмелт тиксото е на основата на синтетичен каучук. Хотмелт тиксото е желан продукт заради отличните си показатели и балансирана цена. Препоръчително е използването му при стайна температура от порядъка на $15\div 25$ °С. Започва да се разめква при температури над 40 °С, което го прави неподходящо за употреба при дълго слънцегреене и висока температура.

1.5.4. Видове заваряване

Електрическото заваряване е широко използвано и е необходимо във всички сфери на живота и индустриалната промишленост. Електрическото заваряване е технология, която е лесна за научаване. За заваряване се използват всички познати видове енергия. Енергийното въздействие може да се осъществи чрез нагряване (термична активация), чрез еластично-пластична деформация (механична активация), електронно облъчване, както и други видове енергийни въздействия. Именно видът, интензивността на въведената енергия и характерът на нейното преобразуване са главните фактори, определящи заваръчния процес. Според вида на използваната енергия заваръчните процеси се делят на: процеси, използващи топлинна енергия; процеси, използващи механична енергия и процеси, използващи термо-механична енергия [26-29]. Към момента могат да се изброят над 30 вида заваръчни метода, но обикновено се използват основно четири типа заваряване чрез термично заваръчни процеси- ръчно дъгово заваряване (РЕД) с електроди; трансформаторни и инверторни- заваряване в газова среда МИГ/МАГ; заваряване с волфрамов инертен газ и лазерно заваряване. Всеки един от тях е разгледан по-подробно - особеностите, предимствата и недостатъците им.

1.5.4.1. Ръчно дъгово заваряване с трансформаторни и инверторни електроди

Ръчното дъгово заваряване (РЕД) е най-древният метод, който се използва много широко и в наши дни в почти всички промишлени индустрии. То се основава на създаването на електрическа дъга между електрода и детайлите, които трябва да бъдат заварени. Електрическата дъга, която се създава между обмазаните електроди и металните части, които трябва да бъдат съединени ги нагрява до желаната температура на топене, което от своя страна води до взаимната им дифузия.

Предимства на РЕД заваряването:

- опростен метод на обучение;

- сравнително лесен и бърз начин за овладяването на тънкостите на този вид заваряване;
- компактност на апарата, което позволява да бъде работено с него дори и в тесни помещения;
- универсалност.

Недостатъци на РЕД заваряването:

- невъзможността да бъдат заварявани тънки материали (по-малки от 2 mm)
- по-ниската производителност в сравнение с останалите видове заварки;
- вредните вещества, които се отделят по време на заваряване;

Извършването на критични носещи заварки, изисква висок професионализъм отстрана на заварчика, тъй като силата на цялата конструкция зависи от качеството на създадената заварка (Фиг. 1.34).



Фиг. 1.34 Ръчно дъгово заваряване с електроди [31]

1.5.4.2. Заваряване в газова среда

Заваряването в газова среда бива два вида: с инертен газ (МИГ) и заваряването с активен газ (МАГ). Това са газови метални дъгови заварки, които използват топлина, създадена от електрическа дъга с постоянен ток между консумативен телен електрод и детайла, който трябва да бъде заваряван.

Типичните инертни газове, които се използват при МИГ заваряването са аргон или хелий и с тях обикновено се заваряват алуминий или цветни метали.

При МАГ заваряването се използват активни газови смеси като смеси от аргон, въглероден диоксид и кислород като: CO_2 , $\text{Ar} + 2$ до 5% O_2 , $\text{Ar} + 5$ до 25% CO_2 и $\text{Ar} + 10\%$ $\text{CO}_2 + 5\%$ O_2 .

Заваряването с апарати МИГ/МАГ има редица съществени предимства пред заварката с електроди и поради това в много случаи е за предпочитане. Металният електрод е навит на ролка тел с диаметър от 0,6 до 3,2 mm. Големите диаметри от 1,6 mm нагоре се използват предимно за наваряване на износени детайли. Чрез телоподаващо устройство телът преминава през шланг с максимална дължина 4,5 m и така достига до заварявания детайл.

Предимствата на газовото заваряване:

- лесното усвояване на процеса на заваряване;
- възможността с този вид заваряване да се заваряват пространствени конструкции (вертикални и таванни заварки), тънки листови елементи, конструкции от черни и цветни метали и други;
- чист, без примеси заваръчен шев;
- високо производителен процес;
- постигане на минимални термични деформации при обработка на материалите;
- сравнително ниската цена на заваръчните апарати и консумативите за тях.

Недостатъците на МИГ/МАГ заваряването:

- по-малката мобилност на заваръчните апарати;
- по-високата работна температура, която се развива;
- невъзможността да се изпълняват заварки на открито (Фиг. 1.35).

Заваряването в газова среда МИГ/МАГ намира голямо приложение както в домашната работилница, така и в промишлеността и по-специално в отрасли като автомобилостроенето, химическата промишленост, машиностроенето, изграждането на далекопроводи и тръбопроводи и т. н.



Фиг. 1.35 Заваръчен апарат МИГ/МАГ [31]

1.5.4.3. Заваряване с волфрамов инертен газ

Заваряване с волфрамов инертен газ (ВИГ) е не само най-прецизен, но и за да се правят такива заварки от заварчиците се изисква да имат богат професионален опит (Фиг. 1.36).

Технологичният процес е следният: В работната зона се подават нетопим волфрамов електрод и инертен газ (обикновено инертните газове, които се използват при ВИГ заваряването са хелий или аргон). Налягането, създадено от газа измества въздуха, което гарантира, че няма да се появят окислителни процеси или азотиране в работната зона. Добавъчният материал може да се подаде ръчно или със специално устройство, но трябва да има приблизително сходен състав с химическия състав на материала, който трябва да бъде заварен.

Предимства на ВИГ заваряването:

- може да бъде използвано при почти всички видове дебелини на металите. С ВИГ заваряването могат да бъдат заварявани както много тънки материали (0,6 mm), така и дебели материали, което много разширява спектъра на приложение на ВИГ заваръчния процес;
- могат да бъдат извършвани заварки на различни метали като алуминий, легирани стомани, неръждаема стомана, желязо, никел, титан, чугун, магнезиеви и медни сплави, мед и т. н.;
- използва се за фини, висококачествени заварки, които не изискват голямо след заваръчно почистване на шевове.

Недостатъци на ВИГ заваряването:

- Оператор-заварчикът трябва да притежава богат професионален опит;
- високата цена на заваръчния апарат, с който се извършват този вид заварки и по-малката му мобилност.

ВИГ заваряването е предпочитан тип поради чистата, фина и елегантна заварка.



Фиг. 1.36 Заваръчен апарат ВИГ [32]

1.5.4.4. Лазерното заваряване

Лазерното заваряване използва високоенергийни лазерни импулси за локално нагриване на материала в малка площ. Енергията от лазерното лъчение дифундира в материала чрез топлопроводимост, като топенето на материала се формира от специфичен разтопен басейн [33].

Източникът (Фиг. 1.37) на топлина при лазерното заваряване е мощен концентриран светлинен лъч, който се получава в специално устройство – квантов генератор и усилвател (лазер). Лазерният лъч (Фиг. 1.38) е източникът с най-висока концентрация на енергия, използван за заваряване на металите чрез стопяване. Основни характеристики на този лъч са: насоченост, монохроматичност и кохерентност. Това означава, че лазерът генерира тънък кохерентен сноп с постоянна дължина на вълната (еднакъв цвят), постоянна фаза и голяма яркост.

Некохерентните източници излъчват в почти целия електромагнитен спектър и във всички посоки. Благодарение на насочеността енергията на лазерния лъч се концентрира на сравнително малък участък. Поради факта, че се явява монохроматичен – има определена честота и дължина на вълната, лазерният лъч отлично се фокусира чрез оптични лещи.



Фиг. 1.37 Лазерен източник



Фиг. 1.38 Лазерен лъч

Кохерентният му характер определя редица изключително важни свойства на лазерното лъчение като успоредността на лъчите един на друг в един лазерен сноп светлина, възможността за пренос на огромно количество енергия за кратко време и други. Благодарение на тези си свойства, лазерният лъч може да бъде фокусиран върху много малка повърхност от метала и да създаде в тази точка енергия с плътност до около 10^8 W/cm^2 , което е достатъчно за разтопяването му, а оттам и за неговото заваряване.

Приложение на лазерното заваряване:

Лазерното заваряване се използва при производството на заваръчни шевове. Прилага се основно за заваряване на тънки материали и прецизни детайли. Той може да извършва точково заваряване, челно заваряване, заваряване със застъпване и заваряване. Той има високо съотношение, малка широчина на заваръчния шев и малка зона, засегната от топлина. Деформацията е малка, скоростта на заваряване е бърза,

заваръчният шев е гладък и красив и след заваряването не е необходимо обработване. Заваръчният шев е с високо качество без поръзност и може да бъде точно контролиран. Лазерният източник лесно може да се внедри в процеса на автоматизация.

Степента на автоматизация на лазерната заваръчна машина е висока и процесът на заваряване е лесен. Методите за безконтактна работа могат да постигнат чисти, екологични изисквания. Използването на лазерна заваръчна машина за обработка на детайла може да подобри ефективността на работа по време на процеса на производство на заваръчни шевове. Лазерна заваръчна машина се използва широко в обработката на зъбни протези, заваряване на клавиатурата, заваряване на ламарина от силициева стомана, заваряване на сензори, заваряване на капачки за запечатване на акумулатори и т.н.

Предимствата на лазерното заваряване:

- Необходимото количество топлинна мощност може да се сведе до минимум. Малката зона, засегната от топлината, ще помогне да се намали деформацията, дължаща се на топлинната проводимост;
- Не се използват електроди, което води до екологична среда. Износването на машината и деформацията могат да бъдат сведени до минимум, поради липсата на контактно заваряване;
- Лазерният лъч е лесен за фокусиране, подравняване и насочване от оптичния инструмент. Той може да бъде поставен на подходящо разстояние от обработвания детайл и да бъде направляван между инструментите или препятствията около детайла. Други методи за заваряване не могат да се използват поради ограничения на пространството;
- Диапазонът от заваряеми материали е голям и могат да бъдат свързвани разнородни материали;
- Не се влияе от магнитното поле (дъгова заварка и заваряване с електронен лъч лесно се повлиява от магнитното поле);
- При перфорирано заваряване съотношението дълбочина към ширината на заваръчния шев може да достигне 10 : 1;
- При заваряване на тънки материали или такива с малък диаметър, няма да бъдат засегнати от проблеми при пренаточване като дъговата заварка.

Видове лазери:

В зависимост от начина на обработка на материала лазерите биват твърдотелни, газови, течни и полупроводникови. От тях в промишлеността за лазерно заваряване се използват предимно твърдотелните и газовите лазери. От твърдотелните лазери, които биват импулсни и непрекъснати, за момента най-широко използвани са твърдотелните лазери, при които лазерният лъч се генерира в кристална пръчка от нитриево-алуминиев гранат, активиран с ниодим.

Дължината на вълната на лъча обикновено е от 1 до 3 микрона. Лъчът се характеризира с много къс импулс и повторение на специфична честота. Твърдотелните лазери се считат за подходящи за заваряване на детайли със сравнително малки размери и дебелина. Често намират приложение в микроелектрониката. Възможно е извършването и на точково заваряване на изделия от фолио с диаметър на точките от около 0,5 - 0,9 mm.

Сред най-широко използваните газови лазери са CO₂ лазерите, при които лазерният лъч се генерира във вакуум, съдържащ CO₂ газ. Дължината на вълната на лъча е около 10 микрона. Основно предимство на газа като активна среда се явява високата оптическа

еднородност. Ето защо за научни и технически приложения, за които се изисква много добра насоченост и монохроматичност на излъчването, газът е предпочитан.

1.6. Екология

За решително подобряване на опаковките у нас се използват следните материали: опаковки от материали и картон; опаковки от пластмаси; опаковки от метал; опаковки от стъкло; опаковки от дървесина, смесени и т.н [34-36].

Много експерти от Европейският Съюз (ЕС) са решително против повторната употреба на опаковките. Нарушава се безупречното хигиенно състояние на стоката. Повторно употребяваните опаковки влошават вида на стоката и не стимулират продажбите поради замърсяване и стареене на опаковката. Многооборотните опаковки създават редица трудности като: изискват площ за съхранение, необходимост от сортиране и почистване, извозване на празни опаковки, което е икономически неизгодно и др.

Еднократните опаковки не създават допълнителни грижи. Те се налагат на пазара преди всичко по икономически път, усвояване на ефективни опаковки и използване на иновативна автоматична техника.

Все по-важен става проблемът за събиране и ликвидиране на използваните вече опаковки. При еднородните опаковъчни материали, решението по този проблем е лесно постижимо.

Дървесинните и хартиените опаковки се разполагат в почвата, но стъклените, металните и пластмасовите отпадъци са много вредни от екологична гледна точка. Ето защо се налага да се търсят нови ефективни начини за тяхното по възможност разделно събиране и преработка.

Изискванията на Европейският Съюз (ЕС) относно рециклирането на опаковъчните материали подканва правителствата да работят в тясна колаборация с производители, търговията на дребно, за да помогнат да се справят със строгите правила.

➤ *Иновативни идеи*

Идеята на Икеа е да създава продукти, които да са от естествени материали- като бамбука и естествения памук, а също така и самата опаковка. Залага се на материали, които могат да се рециклират и да се произвеждат с най-малко количество въглеродни емисии, за да не се замърсява природата. Също така поради намалелите ресурси на планетата е време да се започне да се използват разумно, казва Анна Гранат, специалист продуктово развитие ИКЕА [6].

➤ *Рециклиране*

В основата на философията на ИКЕА е ограничаването и разточителството, както и използването на минимум ресурси, за да постигаме максимума. За да се постигне тази цел - икономисването на ресурси, са необходими малки крачки всеки ден. От август 2015 година всички мебели на ИКЕА, включително кашоните, са направени от възобновяеми, подлежащи на рециклиране или рециклирани материали. Рециклирането спестява природни ресурси. Природните ресурси са богатства вежливо предоставени от майката-природа. Природните ресурси включват земя, растения, минерали и вода. Като използваме материалите повече от веднъж, ние запазваме природните ресурси. В случая с хартията, рециклирането запазва дървета и вода. Правенето на хартия от рециклиран материал спасява до 17 дървета и използва 50% по-малко вода. Рециклирането може да намали замърсяването на въздуха и водите. Използването на алуминиев скрап вместо

боксит за направата на нови алуминиеви продукти намалява замърсяването на въздуха и водата с 95%.

Поради тази причина до 2030 г. ИКЕА цели всички материали използвани в продуктите да са рециклирани, възобновяеми и добити чрез отговорни начини.

1.7. Заключение

Направен е подробен обзор и анализ на завод за производство на тръбна мебел от стартирането му през 1998 г. до наши дни. Представени са видовете изделия, които се произвеждат и технологичната апаратура, с която разполага завода.

Направени са обзор и анализ на видовете опаковки от фолио и велпапе, видовете тиксо и видовете заваръчните апарати. Залага се на материали, които могат да се рециклират и да се произвеждат с най-малко количество въглеродни емисии, което ще допринесе до намаляване на замърсяването на природата. Всички анализи са съобразени с налагането на иновативните изделия, които ще се произвеждат. Направен е избор на прилагане на иновативни технологии, с което ще се постигне високо качество, намаляване на разхода на материал, намаляване на операциите и увеличаване на качество.

Като най-подходящи материали са избрани следните:

1. Най-подходящото фолио е термосвиваемото при висока температура- PE-HD. Избраният тип фолио е полиолефин, което е избрано поради качествата му като: ниското тегло, ниска цена и гъвкавост.

2. За опаковане на мебелен крак е използвана крафт хартия, която се произвежда от дървета с мека дървесина. Тя е избрана тъй като тези фибри не са рециклирани влакна, този тип хартия е по-устойчива и по-подходяща за печат, който трябва да се приложи върху опаковката. Най-подходящ е профил Е с дебелина на вълната 1.5 mm, поради полесното му автоматизиране и сгъва от машината по беговката.

3. За нуждите на опаковане и запечатване на опаковки се използват и двата вида тиксо, в зависимост от околната температура. Тиксо Солвент се използва при по-високи температури, а тиксо Хотмелт се използва през по-студените месеци. Този начин на подбор е икономически по-изгоден за производството. Двата вида тиксо са предпочитани поради липса на характерната за акрилните ленти неприятна миризма. Солвент тиксото е по-добро при залепяне върху трудни повърхности и при по-отговорни приложения.

4. Като най-подходящи типове заваряване са МИГ/МАГ заваряването и лазерното заваряване, което е най-пригодно за автоматизиране на процеси.

Цели и задачи на дисертационния труд

В предоставения дисертационен труд се разглеждат проблеми, свързани с производството на тръбни мебели и компоненти, а именно щанцоване, заваряване и опаковане. Поставената цел в този труд е да се изследва напредъка и да се инициира внедряването на нови технологии за повишаване ефективността и производителността на тръбна мебел посредством модерни изследователски методи и иновативни производствени средства.

Отчитайки извършения анализ и поставената цел са формулирани следните задачи:

1. След детайлен обзор да се анализират различните методи и средства за щанцоване, заваряване и опаковане на тръбни мебели и компоненти.
2. Да се изследват съществуващи методи и средства за производство на тръбна мебел.
3. Да се проектират автоматични машини, които да повишат производителността и качеството на изделия за тръбна мебел.
4. На база на проектите, да се конструират автоматични машини, които да повишат производителността на автоматични машини за крака за маси.
5. Да се предложат подходи и методики за повишаване на ефективността и производителността на автоматични машини за крака за маси.
6. Да се проведат експерименти и симулации на различни методики за проектиране и конструиране в индустриална среда.
7. Получените резултати да бъдат анализирани и апробирани.

Глава 2

СЪЩЕСТВУВАЩИ МЕТОДИ И СРЕДСТВА ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА КОМПОНЕНТИ ЗА ТРЪБНА МЕБЕЛ

Поради високите производствени обеми на крака за маси, разгледани в Глава 1 и по-малкият брой компоненти в готовото изделие, (даващи по-добра възможност за автоматизация) в сравнение с разгъваемите легла ще се фокусираме именно към тях, с цел проследяване на процесите при производството му и тяхната производителност и оценяване на възможността за повишаване производителността на крака с иновативни методи и средства.

2.1. Производство на крак „къри“ 1999 г.

2.1.1. Входни суровини

Входната суровина за производството на крак „Къри“ са тръби, доставяни на пачки по 64 тръби всяка и листи ламарина с размери: 1,5x1000x2000 mm, 1,5x1250x2000 mm, 2x1000x2000 mm и 2x1250x2000 mm. Доставените суровини се разтоварват посредством кран. От доставените суровини се произвеждат крака от тръбата и се щанцова чашка и пета от листите ламарина. За да се окомплектоват всички необходими части от крака се закупува и болт М8х20, чрез който се монтира към петата. В таблица 2.1 са показани входните суровини и детайлите, които се получават от тях, както и разходната норма.

Таблица 2.1. Входни суровини и получени детайли

Вид материал,mm	Разходна норма, бр.	детайл	Тегло/ бр.
Тръба ф50х1х5500L	1 пачка тръба = 64 тръби	Крак L- 686 mm	0,830 kg
	512 детайла		
	1 тръба =8 детайла		
Ламарина 1,5x1000x2000	512 дет. от лист	Чашка Ф 48 mm	0,046 kg
Ламарина 1,5x1250x2000	800 детайла от лист		
Ламарина 2x1000x2000	162 детайла от лист	Пета Ф 109 mm	0,200 kg
Ламарина 2x1250x2000	198 детайла от лист		
Болт М8х20	Покупни елементи		
Винчета 5 бр. в плик			
Тапа			
Инструкция			
Етикети			
Фолио			
Велпапе			
Лепило- С200			
Тиксо			

2.1.2. Технологичен процес

2.1.2.1. Накрояване на тръбите

Изрязването на тръба $\phi 50 \times 1$ mm става ръчно на лентоотрезна машина (Фиг. 2.1) с автоматично подаване на размер 686 mm. Подават се 15 броя тръби от пачка едновременно- 3 реда по 5 броя. След накрояването, получените усенъци се зачистват на шмиргел с телени четки, доставяни от фирма „Чико“ Пещера.



Фиг. 2.1. Автоматична лентоотрезна машина

2.1.2.2. Щанцоване на детайли пета и чашка

Щанцоване на петата и чашката се осъществява на щанцова машина RASKIN RT 85 (Фиг. 2.2). Листите ламарина първо се разделят на две части чрез хидравлично гилотинно рязане на размер 500×2000 mm и 625×2000 mm. Тази операция се извършва с цел олекотяване на листа, поради ръчното му залагане от операторите в щанцовата машина. Едновременно с щанцоването на чашите се пробива централен отвор с диаметър $\phi 8,2$ mm, а на петите централен отвор $\phi 6,5$ mm и 5 броя $\phi 5,5$ mm за монтиране на винчетата към плота на масата. При петите е необходима допълнителна операция- провлачване на централния отвор и резбоване с отвор M8 на пробивна настолна машина ПН 161 (Фиг. 2.3). Щанцоват се средно по 2500-3000 броя на ден.



Фиг. 2.2. Автоматична щанцова машина Raskin RT



Фиг. 2.3. Настолна бормашина

Готовите щанцовани детайли преминават през операция сухо барабанене. Чрез нея се почистват усенъците, получени при изрязване на детайлите.

2.1.2.3. Заваряване на детайли

А. Чашка с болт

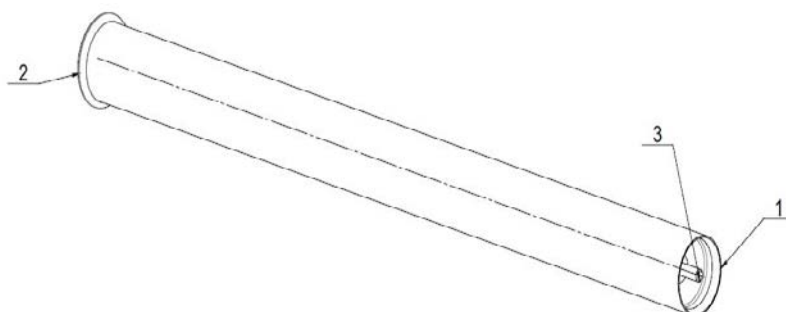
Заваряването на чашката с болта става на прибор. Слагат се в редица 20 бр. чашки върху медни дорници с отвор, в който се поставя болт М8х20 mm. Болтовете се притискат с медни остри щифтове, с цел по-добра електропроводимост и се заваряват ръчно с електродръгово заваръчно устройство МАГ с CO_2 на две места.

В. Тръба към чашка/болт

Заваряването на тръба към чашка/болт става чрез подреждане на готовите запресовани тръби с чашки в кош с болтовете нагоре. Заваряват се ръчно с електродръгово устройство МАГ с CO_2 на четири места през 45° на всеки крак, фиг. 2.4. На Фиг. 2.5 е показан изглед на сглобения крак: 1) Тръба $\phi 50 \times 1 \text{ mm}$; 2) Тапа- пластмасова; 3) Чашка с заварен болт.



Фиг. 2.4 Заварена тръба с чашка/болт



Фиг. 2.5 Крак „Къри“

Разходната норма на заваръчна тел $\phi 0,8 \text{ mm}$ за заваряване на чашка с болт е 0,001008 kg, а на тръба с чашка е 0,001548 kg или общо необходима тел за заваряване на 1 крак е 0.0026 kg.

2.1.2.4.Боядисване

Преди да се боядисат подготвените детайли, те трябва да преминат през обезмасляване. Готови заварени тръби се закачат на стойки, които се потапят във вана с разтвор за обезмасляване. Щанцованите пети също се обезмасляват като се поставят в кош с отвори, през който да се изцежда течността. Поради наличие на остатъчна мръсотия, детайлите се забърсват с памучна кърпа до пълното им почистване и се свалят от стойките.

Кабината, конвейра и изпичащата камера за боядисване са проектирани и конструирани от екип на фирмата. Подготвените детайли се закачат на стойки на стъпков конвейр. След зареждане на всички стойки кабината за боядисване, дълга 5 m се премества на закачените детайли и започва процеса по прахово боядисване, с помощта на оператор с ръчен пистолет. Вече боядисаните детайли се преместват в изпичащата камера, където времето и температурата се определят от параметрите на праховата боя. Средно цикълът протича за около 20 min при температура 190°C . С помощта на оператори, готовите детайли се свалят от стойките и се транспортират до следващата операция по опаковане.

2.1.2.5.Опаковане

Опаковането на крак „Къри“ е ставало в 5- пластно велпапе опаковка. Доставената опаковка е във вид на разгънат бегован лист, които се сгъва по време на опаковането и се трансформира в кашон. В горната част на кашона се поставят 4 броя крака един до друг, отделени помежду им с нагънат лист хартия, за да не се надраскват един друг [37]. В долната част се поставя прегънат картон, в които се поставят 4 броя пети, опаковани в плик от РЕ, с плътност 40 μ , инструкция, опаковани 20 броя винтчета и 4 броя тапи. След поставяне на всички елементи, необходими за монтирането им към плот за маса, велпапето се сгъва от двама работника. За запечатване на кашона отгоре по средата се залепва тиксо, с ширина 50 mm с цвета на велпапето. За залепването е необходим 1 m тиксо. Опаковката е индивидуална само за тези 4 бр. крака, като при закупуване от магазина не могат да се разделят. Подреждат се на дървено Евро пале, предоставено от ИКЕА с размер 800x1200 mm. На едно пале се подреждат по 102 кашона/ 408 крака. Капацитетът на опаковане е 2000 бр./смяна.

2.2. Опаковане на изделията

Поради високи изисквания опакованите продукти да достигнат до потребителя без каквито и да е счупвания, повреди, заливания и т.н. се налага нов дизайн на опаковката на краката за маси. Те трябва да могат да бъдат транспортирани по земя, въздух и море. За да е сигурно, че е избрана подходяща опаковка за даден продукт, се препоръчва да се влезе в контакт със съответната институция, отговаряща за транспорта. Необходимо е да се направи консултация относно всички подробности и текущи изисквания, засягащи транспортирането на дадена стока.

Целта на маркетинга е да има много добре изразено влияние върху външния вид на опаковката. По този начин се оказва влияние и върху прилаганите нови и принципно нови технологични процеси и операции при опаковането.

Необходимо е опаковъчните процеси и операции в съвременното производство да се анализират. Каква е ролята на опаковката; как влияе нейното потребление и влияние при продажбата на цялото изделие; какви въпроси могат да се решат с помощта на опаковката; в каква стойност тя би могла да съдейства за повишаване на нейната производителност и надеждност в отделните отрасли на промишлеността.

Необходимо е да се следят различни свойства на опаковъчния продукт или изделие с цел оптимален избор на начина на пакетиране, а именно: плътност, тегливост, хигроскопичност, видове материали за опаковане на продукта или изделието и други. Особено внимание се обръща на използваните рециклирани материали за еднократни опаковки.

Ежедневния избор на хората зависи от начините, по които са проектирани опаковките, произведени и представени на пазара. Бързо развиващото се потребителско общество принуждава производителите на опаковки да отговарят на растящите изисквания за качество и удобство. Освен потребителските изисквания, съществуват множество други фактори, влияещи върху начините, по които производителите на стоки, продукти, опаковки осъществяват своите текущи бизнес практики и бъдещи проекти.

Един от основните проблеми, въздействащи върху бъдещата визия на европейското опаковане, е нарастващият натиск за предоставяне на опаковъчни решения от екологични материали. В комбинацията от заталящото се европейско законодателство, климатичните промени и увеличаващата се екологична осъзнатост на потребителя, същият се превръща в главна движеща сила за опаковъчната индустрия. Изискванията на Европейският Съюз (ЕС) относно рециклирането на опаковъчните материали

подканва правителствата да работят в тясна колаборация с производители, търговията на дребно, за да помогнат да се справят със строгите правила [38-42].

Поради невъзможността да се закупи само един артикул крак „Къри“ от търговската мрежа, компания ИКЕА разработва нови варианти за опаковане на изделията, при които продуктът да е със самостоятелна опаковка, която да се постига чрез автоматизирани машини и линии.

При направеният маркетинг се установява, че трябва да се повиши качеството на продукта, да се намали себестойността им, да се намали разхода на метал, електроенергия, броят на производствения персонал, спомагателните материали и т.н. Налага се усъвършенстване на производството с автоматизиране на дискретните производствени процеси и операции, основни и спомагателни. Започнало се е с постепенно разработване на варианти от една страна за конструиране и изработване на АТ и от друга подобряване на произвежданата и усъвършенстване на нови мебели, изградени от тръбна мебел.

2.2.1. Количествено оценяване пригодността на детайлите за автоматизация на производството

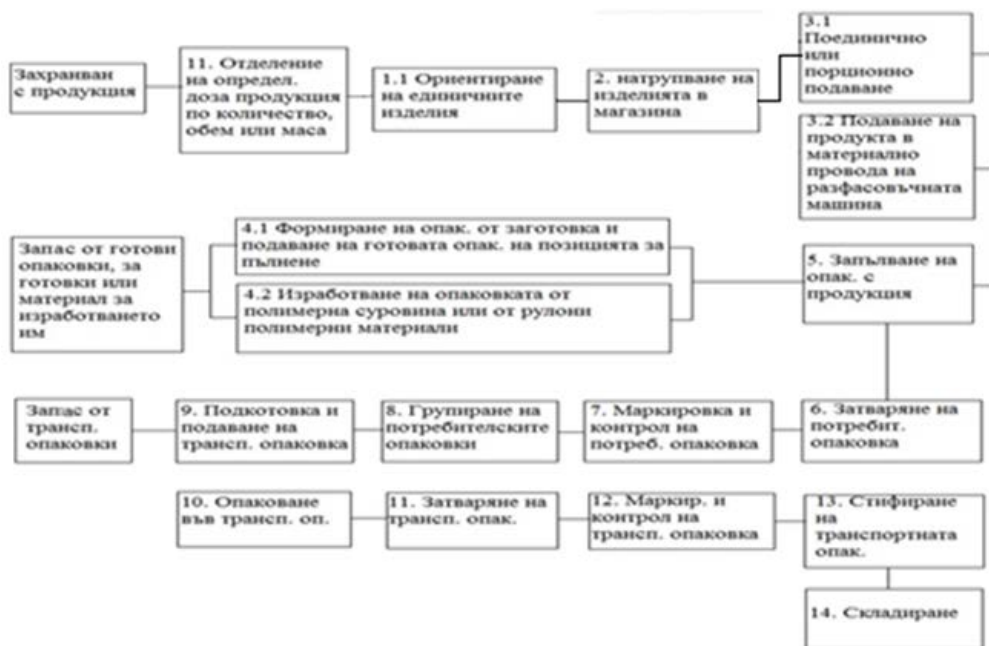
2.2.1.1. Анализ на технологичния процес

При проектирането на АЛ за пълнене и опаковане от съществено значение за успешната ѝ работа е внимателният и задълбочен анализ на продукта и опаковъчния материал с цел оптимален избор на методи и средства за пълнене и опаковане. Класификацията на опаковъчните материали не само, че улеснява този процес, но е задължително условие при правилния избор на опаковъчен материал [43-45].

2.2.1.2. Съществуващ технологичен процес

Независимо от вида на опакованата продукция, вида на опаковката и начина на нейното изработване, технологичният процес при опаковането се състои от следните основни операции показани на фиг.2.6.

Необходимо е да се разработи нов технологичен процес, който да осигури създаването на варианти, на структурни компоновки за опаковъчни АМ или АЛ, спазващи спецификациите описващи правилата на фирмата производител и инструкциите за дизайн на решенията при опаковане [46-49].



Фиг. 2.6 Блок схема на опаковане

2.2.1.3.Изследване на степента на пригодност на детайлите за автоматизационна дружелюбност и монтажопригодност.

Преди да се пристъпи към създаването и разработването на вариантите при проектирането на автоматичната техника е необходимо да се провери степента на пригодност на детайлите за автоматично опаковъчно производство. „Автоматизационно дружелюбността и монтажопригодността им ще се изследва по методиката на катедра АДП“ [50].

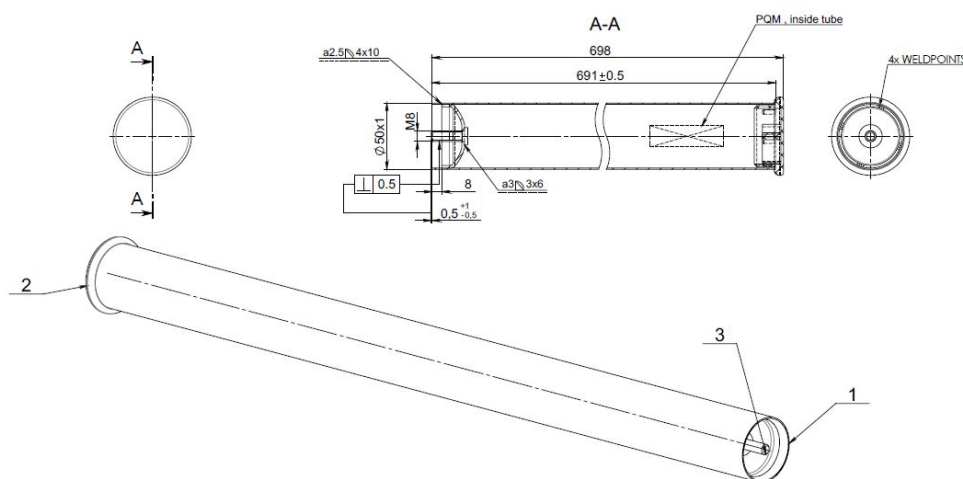
Освен функционалната производителност към конструкцията на изделията и изискванията за технологичност са особено важни за масовото и свръх масовото мобилно производство. Технологичността на конструкцията на изделията е комплексно понятие, включващо технологичност от гледна точка на изработка на изделията и сглобяването на възлите им и технологичност от гледна точка на техническото обслужване и ремонт на изделията [51].

На фиг. 2.7 и фиг. 2.8 са показани детайлите участващи в автоматизирания технологичен процес за опаковане на крак „Къри“. Тези детайли са от различни материали и са: пета от стомана; метални винтове 5 бр. в полиетиленов плик; инструкция за извършване на монтаж от хартия; тънкостенна тръба от стомана; тапи от пластмаса и цялостна опаковка от полиетилен на крак „Къри“. С оглед на технологичния процес са обосновани основните технологични операции. За изпълнението на възможните автоматизирани дискретни операции са разгледани в следната последователност: време за преориентиране, транспортиране със съхраняване на ориентацията, подаване в работната зона, базиране, манипулиране на фолиото, сглобяване, запояване, поставяне на етикет, отрязване, разтоварване, подреждане в кашона за експедиция, анализът по степен на пригодност на разнообразните детайли се извършва във връзка с технологичния процес на опаковане, при което те се характеризират с различни показатели на сложност.

Параметрите за оценка са последователно разделени в седем степени.



Фиг.2.7 Детайли участващи в опаковъчния процес



Фиг. 2.8 Крак за опаковане

От таблицата за „характеристики на категориите на сложност за автоматизация“ [4, табл. 22, стр. 11] са установени четири категории на сложност за автоматизация. След получените суми на баловете за всеки конкретен детайл са определени K_i и $K_{ср}$. Получените данни са нанесени в таблица 2.2.

Плик с 5 бр. винтове е от категория на сложност три. Той е с висока сложност на автоматизация. Проблема е, че те са покупни изделия. Отчитайки сложността на

технологичния процес е необходимо да се създадат средства за автоматизация, което изисква провеждането на технико-икономически анализ за целесъобразност.

Следващият детайл е инструкция за монтаж с категория на сложност 4. Тазя инструкция за монтаж е проблемна, защото е от хартия лист А4, която се оформя от четири сгъвания във формат с размери 100x75x1 mm. В този си вид не е подходяща за автоматично захранване.

При готови, цялостна самостоятелна опаковка на: пета, плик с 5 бр. винтове и инструкция за монтаж ($b_4=52$) и самостоятелна опаковка на крак „Къри“ – тръба и тапа ($b_7=52$) категорията на сложност е $K=4$ (четвърта категория на сложност). Автоматизацията за съвместна опаковка не е целесъобразна: поради сложността за автоматичната опаковка, поради сложността за автоматично захранване, детайлите се опаковат заедно ръчно.

Ако се постъпи към съвместно автоматично опаковане като на първите три детайла средният сумарен бал ще бъде $V_{ср1}=35$, а категорията на сложност пак ще си остане 4. Като, че ли най-благоприятно ще бъде по-отделното захранване на всички участващи детайли в автоматично опаковане, където средният сумарен бал е $V_{ср}=34$ с категория на сложност $K=4$.

Таблица 2.2 Количествено оценяване пригодността на детайлите.

	Поелементен анализ в степени	детайли участващи в опаковката								крак 1	
		пета	плик с 5бр.винтове	инструкции за монтаж	цялостна опаковка		самостоятелна опаковка			сумарна опаковка	самостоятелен
					сумарна	самостоятелна	тръба	тапи	сумарна		
1	I Асиметрия	1000000	2000000	7000000	10000000	9000000	1000000	2000000	3000000	13000000	9000000
2	II Сцепляемост	600000	600000	600000	1800000	600000	600000	600000	1200000	3000000	500000
3	III Свойства на формата	40000	10000	50000	100000	50000	10000	20000	30000	130000	90000
4	IV Свойства на формата	2000	2000	8000	12000	6000	2000	2000	4000	16000	8000
5	V Свойства на повърхнината	100	100	400	600	600	100	100	200	800	600
6	VI Външна форма	20	60	10	90	60	20	30	50	140	60
7	VII Допълнителни признаци	3	3	0	6	3	3	4	7	13	9
8	Кодов номер	1642123	2612163	7658410	11912696	9656663	1612123	2622134	4234257	16146953	9598669
9	Сумарен бал Σb_i	$\Sigma b_1=19$	$\Sigma b_2=22$	$\Sigma b_3=31$	-	$\Sigma b_4=41$	$\Sigma b_5=16$	$\Sigma b_6=20$	-	-	$\Sigma b_7=52$
10	Сумарен бал B_{cp}	-	-	-	$B_{cp1}=35$	-	-	-	$B_{cp2}=27$	$B_{cp3}=34$	-
11	Категория на сложност K_i	$K_1=2$	$K_2=3$	$K_3=4$	-	$K_4=4$	$K_5=2$	$K_6=2$	-	-	$K_7=4$
12	Категория на сложност K_{cp}	-	-	-	$K_{cp1}=4$	-	-	-	$K_{cp2}=4$	$K_{cp3}=4$	-

2.3. Калкулирана производителност на крак „Къри“

От направените маркетингови проучвания на международните пазари, тенденцията е нарастване производството на крак „Къри“. Това оформя една желана производителност за около $Q_{гж} = 7,5\text{млн./год}$. На тази база се оформя технико-икономическо задание с производителност на ОАЛ $Q = 1200\text{ бр./с}$.

За предпочитане е да се използва производителността в по-ниския диапазон за работа, за да има възможност от един резерв, осигуряващ повишаване на производителността вследствие нарастване търсенето на крак „Къри“ [53, 54, 55].

Предвид сложната икономическа ситуация на международните пазари в момента се налагат да се направят изчисления за една по малка теоретична производителност ($Q=800\text{ бр./с}$). Конкурентната ОАЛ, взета за база има по-малък теоретичен такт, таблица 2.3.

Таблица 2.3 Теоретична производителност.

произв. показатели	Дгг	Ксм	прип	8x3600	Σφ	Qгг.и	Qгг.ч	Qгг.р	ΣQг.ж	$\tau^T = \Phi / Q_{г.ж}$
бр/с	бр.	бр.		[s]	[s]	бр./год.	бр./год.	бр./год.	бр./год.	s /бр.
Q=800	1	1	0,7	8x3600	2520	800	80	1,6	881,6	2,86
Q=1200	1	1	0,7	8x3600	2520	1200	120	2,4	1322,4	1,9

Ще трябва да се търси оптимален такт за условията в Република България. От така пресметнатите теоретични тактове са направени изчисления за определен период от време, каква ще бъде желаната производителност (таблица 2.4).

Таблица 2.4 Желана производителност.

№ по ред	Време	При теоретичен такт $\tau^T=2,86[s/\text{бр.}]$	Работни смени			При теоретичен такт $\tau=1,91[s/\text{бр.}]$	Работни смени		
			1	2	3		1	2	3
			8h бр	16 h бр	24 h бр		8h бр	16 h бр	24 h бр
1	1 час	800 желана	6 400	12 800	19 200	1280 желана	9 600	19 200	28 800
2	1 седмица		32 000	64 000	96 000		48 000	96 000	144 000
3	1 месец		128 000	256 000	384 000		192 000	384 000	576 000
4	3 месеца		384 000	768 000	1 152 000		576 000	1 152 000	1 728 000
5	1 година		1 536 000	3 072 000	4 608 000		2 304 000	4 608 000	6 912 000

Ако очакваното натоварване на проектираната опаковъчна автоматична машина ще бъде с безупречна надеждност, тогава действителния такт при две различни $\tau_{рл}$, е показано в таблица 2.5.

Таблица 2.5 Действителен такт.

произв.	$\tau_{рл}$	$\tau_{пр.х}$	Σc_u	$t_{обр}$	$t_{ор.т}$	$t_{пр}$	$t_{бр}$	$t_{т.р}$	$t_{ппр}$	$\Sigma \tau^D$
бр/с	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	бр./с
Q=800	1.7	1	0.01	0.01	0.01	0.005	0.005	0.01	0.01	2.76
Q=1200	4.71	1	0.01	0.01	0.01	0.005	0.005	0.01	0.01	5.76

Получените действителни тактове за опаковъчна автоматичната машина са изчислени при работни технологични лимитиращи времена $t_{pl1} = 1,7$ [s] и $t_{pl2} = 4,71$ [s]. Действителните тактове, разпределени по месец и година са показани в таблица 2.6.

Таблица 2.6. Действителна производителност.

№ по ред	Време	При действителен такт $\tau^d = 5,76$ [s/бр.]	Работни смени			При действителен такт $\tau^d = 2,76$ [s/бр.]	Работни смени		
			1	2	3		1	2	3
			8h бр	16 h бр	24 h бр		8h бр	16 h бр	24 h бр
1	1 час	800 (437,5)	3 500	7 000	10 500	1200 (910)	7 304	14 608	21 912
2	1 седмица		17 500	35 000	52 500		58 432	73 040	109 560
3	1 месец		70 000	140 000	210 000		233 728	292 160	438 240
4	3 месеца		210 000	420 000	630 000		701 184	876 480	1 314 720
5	1 година		840 000	1 680 000	2 520 000		2 804 736	3 505 920	5 258 880

Получените цифрови данни, отразени в таблица 2.6 не удовлетворяват желаната производителност, предоставена в технико-икономическото задание. Затова се налага да се направят експериментални опити - изследвания относно времето за залепване на PVC опаковъчен материал. Получава се за $t_{pl} = 4,36$ [s].

При получените t_{pl} са направени нови изчисления за производителностите и са представени в таблица 2.7.

Таблица 2.7. Желана експериментална производителност.

№ по ред	Време	При действителен такт $\tau^d = 5,41$ [s]	Работни смени			При действителен такт $\tau^d = 2,7$ [s/бр.]	Работни смени		
			1	2	3		1	2	3
			8h / бр	16 h / бр	24 h / бр		8h / бр	16 h / бр	24 h / бр
1	1 час	~ 466	3 728	7 456	11 184	~ 933	7 464	14 928	22 392
2	1 седмица		18 640	37 280	55 920		37 320	74 640	111 960
3	1 месец		74 560	149 120	223 680		149 280	298 560	447 840
4	3 месеца		223 680	447 360	671 040		447 840	895 680	1 343 520
5	1 година		894 720	1 789 440	2 684 160		1 791 360	3 582 720	5 374 080

Ще бъде целесъобразно да се произведат ОАМ за фолиране на пета, винтове и инструкция и ОАМ за фолиране на крак (тръба и тапа). От направените изчисления и получените данни ОАМ пета $t_{pl} = 5,41$ [s/бр.] и АОМ крак $t_{pl} = 2,7$ [s/бр.]. При една желана производителност от 7 500 000 бр./год. ще бъдат необходими за фолиране на пета 3бр. ОАМ, а за фолиране на тръба 2 бр. ОАМ. След усвояване на производството може да се мисли за една съвместна автоматична фолираща машина за готовия крак „Къри“ – пета и тръба заедно.

От направения анализ за „автоматизационно дружелюбност“ както и монтажопригодност се установи, че автоматизацията за опаковане е доста труден процес. Затова трябва да се разработят конкурентноспособни варианти, съобразени с условията на фирмата.

2.4. Разработени структурно-компоновъчни варианти

Пакета се оформя от опаковъчен материал тип „Флексосийл- PE-HD“ и носещ наименованието тип крак „Къри“.

Всеки разгледан вариант на опаковъчната автоматична машина представлява структурна компоновка от няколко позиции, изградени на агрегатно модулен принцип: автоматични модули, автоматични захранващи устройства, ВБЗУ, БЗУ, отсекатели, транспортни системи, промишлени манипулатори, приспособления носачи и др. Тези

варианти ще бъдат пренастройваеми, съобразени с различните типоразмери крака за опаковане. Разработваните варианти ще бъдат от синхронен тип [56-59].

Изграждането се извършва на базата на системния подход, като се използват елементи произведени от фирми доказали висока надеждност, това са „FESTO” „Bosch Group-Rexroth” „SMC” „Siemens” и др.

2.4.1. Структурна компоновка на ОАМ

На фиг.2.10 А) е показана структурната компоновка на ОАМ за опаковка на пета, пакет 5 бр. винтове и инструкция за монтаж. Принципа на действие е следния: в клетъчния верижен транспортър са монтирани кошници, в които операторът поставя пета и пакет с 5бр. винтовете. В същия момент чрез яка се оформя ръкав от фолио, предварително залепен от вертикално лепящо устройство и хоризонтално лепящо устройство. В така образувания пакет, фиг. 2.9 се изсипват петата, пакета с винтове и от АЗУ се подава инструкция за монтаж. Посредством вертикална рамка, задвижвана от пневматични цилиндри, пълния пакет се издърпва една стъпка надолу, следва хоризонтално запояване, отрязване и готовия пакет попада в палета. Едновременно с отрязването става и последващото захранване на друг пакет.



Фиг. 2.9 Опаковка на пета, пакет 5 бр. винтове и инструкция за монтаж

Съществува и втора ОАМ (фиг.2.10 Б), която е направена за опаковане на тръба с пета. Тръбите се захранват с магазинно устройство, тапите се ориентират в БЗУ и се монтира в тръбата чрез пневматичен отсекател. Тръбата се придвижва посредством стъпков транспортър и чрез яка се образува фолиото, което се придвижва на една стъпка, спира се движението, залепва се хоризонтално и вертикално и следва отрязване. След това опакованата тръба се придвижва с лентов транспортър, като преминава през етикираща позиция.

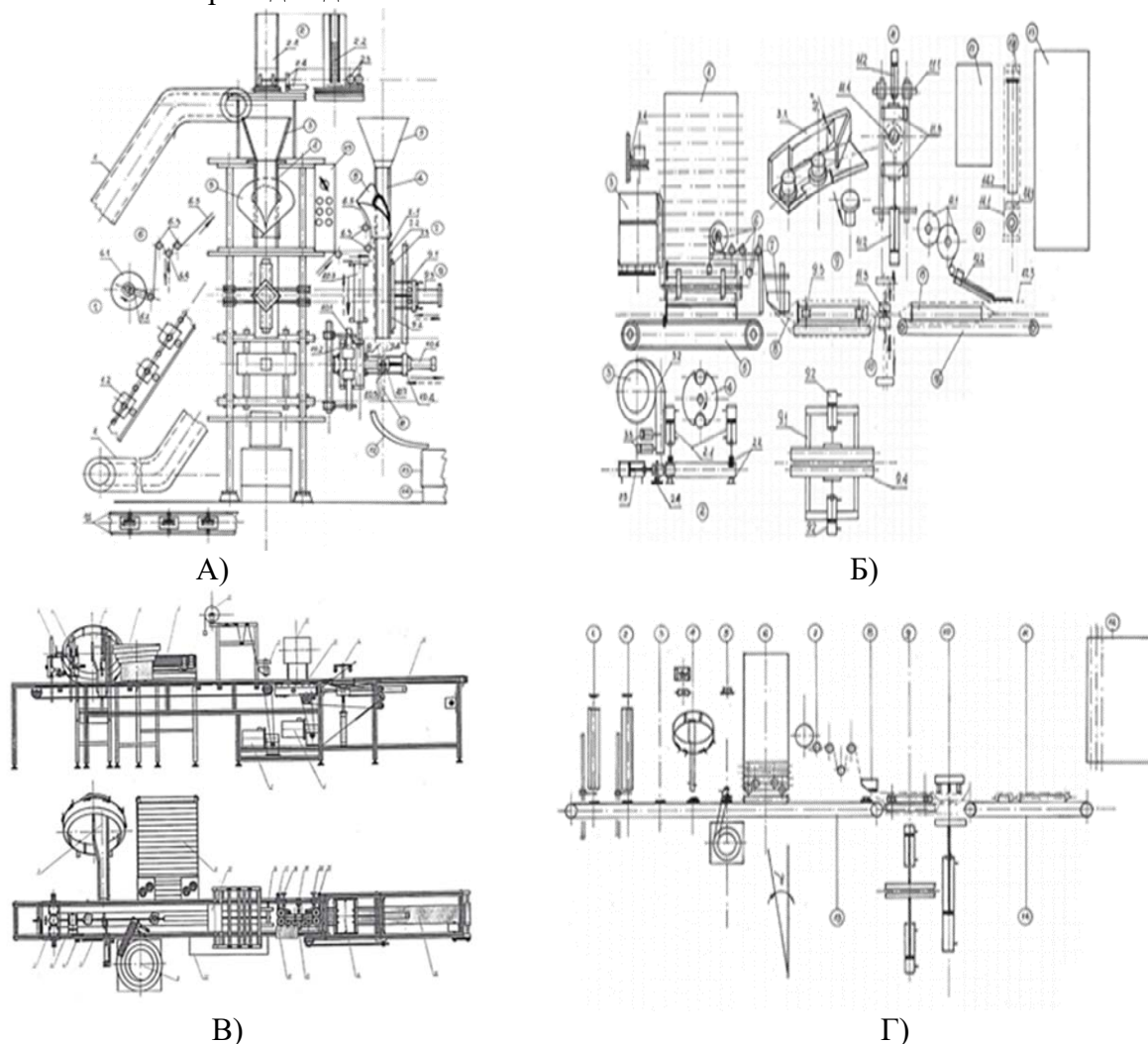
За да се получи необходимата производителност работят едновременно три ОАМ за пета – с такт $t_d = 5,41[s]$ и две ОАМ за тръба с такт $t_d = 2,7[s]$. Тези 5 машини се обслужват от пет оператора. Следва ръчна операция залепване на опаковката с петата и опаковката на тръбата с тиксо. Така получения пакет се поставя в кашон по 10 реда x 26 броя = 260 броя. Тази ръчна операция се извършва от два оператора. На една евро палета се поставят два кашона. За една работна смяна – 12 часа се произвеждат 12 палета.

Съобразени с направените варианти от Оценяване степента на пригодност на детайлите за автоматичното им опаковане се пристъпва към разработване на трети вариант с автоматично опаковане на първите три детайла и вторите два детайла в съвместна опаковка, показан на фиг. 2.10 В). Принципа на действие е следния: придвижването на детайлите се осъществява от стъпков транспортър, който в първа позиция се захранва чрез магазин и отсекател; следва придвижване на една стъпка; на втора позиция върху петата се подава инструкция за монтаж; отново следва придвижване на една стъпка; на третата позиция с помощта на БЗУ чрез улей и отсекател се подава опаковка с винтове. В четвърта позиция от магазин чрез отсекател тръбата се подава на приспособление за застопоряване, а от БЗУ с помощта на улей и отсекател се подава

тапата, която се монтира в тръбата, посредством отсекател. Готовото изделие се подава на транспортъора, подава се фолио, придвижва се напред и чрез яката се образува обща опаковка, спира стъпковия транспортър, запоява се хоризонтално и се запоява вертикално в единия край между тръбата и петата, а в другия край се запоява и отрязва готовата опаковка, постъпваща в лентовия транспортър и преминаваща през позицията за залепване на етикета. Готовата опаковка се поема от оператор и се нарежда в кашона. Тук такта е 3 min за цялата опаковка, но се срещат големи затруднения при ориентирането на винтовете, защото не е надеждно тяхното прихващане от магнита. Помалки са проблемите със захранването на инструкцията. Получаваните откази не могат да задоволят действителната производителност.

Горепосоченият проблем налага да се разработи нов вариант, показан на фиг. 2.10Г). Този вариант е от синхронен тип, линейно изпълнение от 10 позиции. Всичките детайли: пета, инструкция за монтаж, покупен плик с 5 бр. метални винтове, пластмасова тапа и кръгла метална тънкостенна тръба се опаковат в един съвместен пакет.

Необходимо е да се отбележи, че пазарните изисквания непрекъснато нарастват и в последно време фирмата производител се налага да потърси друг вид материал за опаковане. Предлага се използването на мрежест материал, с което ще се намали разхода на опаковка. Това ще съдейства за повишаване на производителността, намаляване разхода за опаковане и теглото на цялата опаковка, което е минимално за една опаковка но за 7 500 000 бр./год. е доста.



Фигура 2.10. Структурни компоновъчни варианти

Операцията по опаковане на изделия от тръбна мебел за транспорт и складиране на легла в кашони и палета се е осъществявала ръчно. Служител опакова велпапето посредством опаковъчно тиксо. Тиксото се поставя на велпапето от горна и долна страна. Тази операция осигурява надеждното транспортиране и съхранение, без да се наруши цялостният вид на изделието. Процесът е бавен изискващ прецизност, и човекочасове.

2.4.2. Критерии и фактори за избор на вариант

Трудно да се определят критериите, факторите и параметрите, по които се осъществява изборът на вариант. При съставянето на предлаганите структурно-компоновъчни варианти, фирмата се е ръководила от решенията на нискостойностната автоматизация и използване на наличната елементна база [60].

Целта на фирмата е да си помогне както на нея, така и на своите клиенти, като се работи по-ефективно и по-успешно. Обръща се внимание на три фактора:

1. Спестяване на енергия. От редица наблюдения и изчисления, енергийните разходи могат да достигнат до 90% от общите разходи на дадена внедрена и експлоатирана инсталация. По принцип между 5 и 10% от инвестиционните разходи, могат да се считат за разходи по време на експлоатация на дадена ОАМ. Тъй като автоматизацията се осъществява чрез различни задвижвания, а те използват различен вид енергия (пневматично, хидравлично, електрическо), необходимо е да се търсят пътища за оптимизиране на разходите им.

Направените изследвания показват 62,3% икономия на енергия, 17% спестено време, съкращаване на работния цикъл с 8% и значително подобряване на точност и повтораемост при производството на детайли, а оттам и намаляване на брака.

2. Спестяване на пространството. Като пример може да се посочи да се използват най-компактни сервозадвижвания. Решаващ фактор при тях е така наречената плътност на мощността (мощност в единица обем).

Освен намаляване на размерите при една и съща мощност се подобрява коефициента на ОАМ.

3. Съхраняване на времето. Повишаването на ефективността включва оптимално използване на работното време: програмиране, параметризация, задаване на задание, оптимизация, дистанционна поддръжка и диагностика – дейности, които отнемат време и капацитет на производствените автоматични машини и линии.

2.4.3. Анализ на разработените варианти

При избора на вариант се изхожда от таблица 2.8, а също така и от най-важните критерии, фактори и параметри: производителност, качество на произвежданата продукция, себестойност на произвежданото изделие, конкурентоспособност, пазари, пренастройка на ОАМ и т.н.

1. Фирма „КАР“:

От таблица 2.8 е очевидно, че ОАМ произведена от фирма „КАР“ – Германия няма данни. Част от необходимите данни за получаването на всички посочени критерий, фактори и параметри не са дадени от фирмата, която експлоатира съществуващото оборудване.

2. Вариант 1+2:

От таблицата е очевидно, че действителния такт от ОАМ – 1 и ОАМ – 2 е:
 $t_d = 5,41 + 2,7 = 8,11 \text{ s.}$

Таблица 2.8. Избор на вариант.

№ по ред	Наименование	Дименсия	Варианти				
			Ф „КАР“ Германия	1	2	3	4
1	Qh – желано	бр/ч	1200	1200	1200	1200	1200
2	τ^T теоретичен такт	с/бр	3	2,86	1,91	1,91	-
3	Qh – теоретично	бр/ч	1200	881,6	1322,4	1322,4	1200
4	τ^D – действителен такт	с/ бр	3	5,41	2,7	2,7	3
5	Qh – действителен	бр/ч	1200	~466	~933	~933	1200
5	P – потоци	бр	-	1	1	1	1
6	Участия	бр	-	1	1	1	1
7	Работно натоварване	[ват]	6	6	6	6	6
8	Разход на състен въздух	l/min	-	1500	1500	2000	1800
9	Заемаща площ	m ²	-	6	8	12	12
10	Управление		siemens	siemens	siemens	siemens	siemens
11	Материал за опаковка			ФЛЕКСОСИЛ HDPE			
	–ширина		280	280	280	2.0	2.0
	–дебелина		0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
12	Работници	бр/см	2	2	4	2	2
13	НГЕ	%	-	14,45	13,45	18,20	25
14	Елементна база	%	-	100% внос			
15	Материали		-	Ал.профити- Bosch БР"Техника"			
16	Срок на откупуване	месец	-	8	8	8	8
17	Заводска цена 1бр.	лева		2,50	2,50	2,50	2,50
18	Цена на машината	лева	-	40 000	40 000	50 000	50000
19	Годишна програма	бр/год.	-	7 500 000			

Следователно ще са необходими три ОАМ – 1. Ще се обслужват от трима оператори и двама общи работници. За трите броя ОАМ са необходими 3+2 = 5 бр. обслужващ персонал. За обслужването на ОАМ 2 броят на операторите е 2 и 1 общ работник, общия обслужващ персонал е 3. За обслужването на петте ОАМ обслужващия персонал нараства на 8 души, от които общо 5 оператора и 3 общи работника.

След експлоатация и направени замервания се установи, че машината не е рентабилна и това наложи да се конструира и изработи една нова ОАМ, с която да се отстранят нежеланите недостатъци, както и лепенето на двата пакета. Това създава доста трудности в търговската мрежа. Така както са поставени в кашоните от производителя, така се предоставят в моловете. Разкрива се кашона и така клиента си взема пакета. Този недостатък при новата АОМ вече е избегнат.

3. Вариант 3:

Проектираната нова ОАМ с такт $\tau_d=3$ [s]. Тя задоволява действителната производителност. При тази производителност се постига $Q_g=7500000$ бр/год. пакета крака, за седмица производителността е $Q=150000$ бр/сед. Обслужващия персонал е 4 души. ОАМ е пренастройваема. Новият пакет на крак „кърп“ е със заводска цена 2.50 лв. и улеснява продажбата в търговската мрежа.

4. Вариант 4:

Стойността на новата ОАМ е 50000 лв., която ще се изплати за по-малко от 8 месеца. Опаковането става в общ пакет, което улесняван значително процеса.

Вариант 3 и 4 са с еднакви параметри и са внедрени в производството.

2.5. Заключение

След подробно представяне на съществуващите методи и средства за производство на крак за плотове за маси, включващо доставената суровина, технологичния процес на подготовка на детайли, заваряването на отделните компоненти и начинът на опаковане са установени следните изводи:

- По методиката на катедра „АДП” са направени експериментални изследвания за автоматично хранене, придружено с автоматично ориентиране и съхранение на ориентирането изделие $K = 4$ (четвърта категория на сложност);
- От направените пресмятания за производителност е установено $Q_h = 1200$ бр/ч;
- Разработени са конкурентно способни варианти за автоматично опаковане и монтаж, осигуряващи необходимата технико-икономическа ефективност;
- Направен е анализ на критериите, факторите и параметрите, по които се избира най-конкурентния вариант;
- От направените изчисления относно теоретичния и действителния такт е установено, че вариант 1 и 2 не постигат желаните резултати за производителност и се увеличават разходите за енергия, сгъстен въздух и др. Вариантите 3 и 4 удовлетворяват търсената производителност и опаковането е по-компактно- от 2 пакета се опаковат в 1.

В заключение може да се каже, че пазара желае нови продукти, нови опаковки, икономия на материали, енергия и време. Следователно, започнато е ново проучване на пазарите и изискванията на клиентите, което ще доведе много скоро до проектирането на нова ОАМ, която да прерасне в АЛ с производителност $Q_h = 1200$ бр/ч.

Глава 3

ИНОВАТИВНИ ПОДХОДИ И МЕТОДИКИ ЗА ПОВИШАВАНЕ НА ЕФЕКТИВНОСТТА И ПРОИЗВОДИТЕЛНОСТТА НА АВТОМАТИЧНИ МАШИНИ И ЛИНИИ ЗА КРАКА ЗА МАСИ

3.1. Изисквания към нов дизайн на изделията

След подробния обзор и анализ на съществуващият процес за производство и опаковане на крака за маси се установи, че голяма част от технологичния процес се извършва ръчно или полуавтоматично, което затруднява осъществяването на високата производителност, която изисква пазарът на ИКЕА.

Освен това с времето част от изделията се спират от продажби, други стартират производството, а трети си променят спецификациите на параметрите за размер на съставлящите ги компонентите или се установяват нови изисквания за опаковка (Глава 1). Това се случва и с разглежданото изделие крак за маси в Глава 2- крак „Къри“.

От съвместните разговори между компания ИКЕА и фирмата след направен маркетинг в световен мащаб се установява промяна на опаковката размерите и намаляване на размерите [60, 61].

Техническата реализация на това изделие е цялостна- както в габаритните размери, така и във вида опаковка и се случва в следната последователност: новият крак за маси вече е с ново име „Адилс“ и с диаметър на тръбата $\phi 40 \times 0,85 \text{ mm}$, а дължината става $L=686 \text{ mm}$. Изискването на дизайнерите за опаковка е следната: всяка пета за крака трябва да бъде обвита с велпапе, в което са позиционирани също 5-те броя винтчета, опаковани в плик и инструкцията за монтаж, която е с размери $75 \times 105 \text{ mm}$; в специално получило се гнездо се позиционира тръбата с вече заварените към нея чашка/болт и набитата тапа; вече получилият се комплект от всички елементи на изделието се фолира с термосвиваемо фолио; етикетира се и се подрежда в кашон.

За проектирането и конструирането на автоматични машини и линии за цялостно производство на крак „Адилс“ е необходимо да се създадат няколко методики и подходи във връзка с детайли изработени от метал и детайли, които са покупни (микровелпапе, термосвиваемо фолио, раздвижни тапи, винтове, хартиена инструкция и др.) да принудят производителите на тези детайли да бъдат монтажно пригодни. които да се следват за да изгради конкурентно съобразна, ефективна и високо производителна техника. За тази цел по-надолу са описани стъпките, по които се създават автоматична машина, които да повишат качеството им на съединяване и опаковане.

3.2. Методика за автоматично щанцоване на пета и чашка

Непрестанното търсена на пазара на крак „Адилс“, налага повишаване на производителността. За да бъде завода конкурентноспособен и да отговаря на изискванията на клиентите се налага автоматизирането на процеса с цел увеличаване на производителността и намаляване на операциите. За да се избегне първоначалното ръчно подаване на листовия материал се пристъпва към компоноване на нова автоматична машина с внедряване на иновативни елементи [62,63].

За създаването на методика за автоматично щанцоване на метални детайли, участващи в конструкцията на крак за маси „Адилс“ са създадени следните стъпки:

1. Запознаване с чертежите и размерите на желаният детайл;

2. Избор на автоматична ексцентрик преса, съоръжена с размотаващо устройство, изправящо устройство и автоматично подаващо устройство;

3. Конструирание на матрица за щанца, според изискването на детайла. За пета: едновременно с щанцоването на диаметъра, да се пробиват 5-те отвора за монтаж към плота и един централен отвор и вдлъбването му, с цел монтиране на крака. При щанцоването на чашката също се използват няколко операции едновременно- изрязване на диаметъра, пробиване на централен отвор и придаване на плоския детайл форма на чашка;

4. Определяне параметрите на доставната суровина- шрипс от ЗПТП: вид материал, марка стомана, дебелина, ширина и тегло на шрипса.;

5. Позициониране на шрипса от оператор на размотаващото устройство и стартиране на процеса;

6. Чрез монтиран брояч да се определи дневното производство на щанцована чашка и пета;

7. Поради възникване на усенъци, в следствие на щанцоването да се избере тровал машина за тяхното почистване;

8. Детайл „пета“ се предава за следваща операция- резбоване на централен отвор;

9. Детайл „чашка“ се предава за операция заваряване на болт M8x20 mm.

3.3. Изследване на структурата и методите при процеса на проектиране

Изследването на структурата и методите на процеса на проектиране е да има представа за инвариантните концепции на процеса на проектиране, да се познават етапите и методите за проектиране, включително итерации и оптимизация. Получаване на практически умения, дизайн на техническите системи (ТС) от областта на машиностроенето, независима работа за създаване на проект за механично устройство. Основните производствени и технологични процеси се извършват с машини или автоматични линии [64].

В резултат на това изследване трябва да се спазват следните насоки:

- Методически, регулаторни и насоки относно извършената работа;
- Основи на проектиране на технически обекти;
- Проблеми на създаването на машини от различни видове, дискове, принцип на работа, спецификации;
- Конструктивни функции разработени и използвани технически средства;
- Източници на научна и техническа информация (включително интернет сайтове) за проектиране на части, възли, задвижвания и машини с общо предназначение;
- Да се прилагат теоретичните основи за осъществяване на работа в областта на научните и техническите дейности за проектиране;
- Да се прилагат методите за всеобхватния технически и икономически анализ в машиностроенето за разумно вземане на решения;
- Самостоятелно разбират нормативните методи за изчисление и ги приемат за решаване на задачата;
- Избиране на структурни материали за производството на общи подробности в зависимост от условията на труд;
- Търсене и анализ на научна и техническа информация;
- Умения за рационализиране на професионалните дейности, за да се гарантира безопасността и защитната атмосфера;
- Дискусионни умения по професионални теми;

- Терминология при проектирането на машинни части и продукти с общо предназначение;
- Търсене на умения за информация за свойствата на структурните материали;
- Информация за технически параметри, оборудване за използване при проектиране;
- Умения за моделиране, извършване на структурни произведения и дизайн, предавателни механизми, вземане под внимание на мачове с заданието;
- Умения за прилагане на получена информация при проектиране на машинни части и общи продукти.

➤ Основни изисквания за проектиране на машинни части.

Съвършенството на дизайнерските данни се оценява от нейната надеждност и икономичност. Под надеждност, се разбира свойството на продукта, за да спести работата си. Ефективността определя стойността на материала, разходите за производство и експлоатация.

Основните критерии за изпълнение и изчисляване на машинните части са здравина, твърдост, устойчивост на износване, устойчивост на корозия, топлоустойчивост, съпротивление на вибрациите.

➤ Характеристики на изчисляването на машинните части.

За да се компилира математическо описание на обекта за изчисление и, ако е възможно просто решаване на задачата, в инженерните изчисления, реалните проекти се заменят с идеализирани модели или изчислени схеми.

В инженерната практика има два вида изчисление: проект и проверка. Изчисляване на проекта - Предварително, опростено изчисление, извършено в процеса на проектиране на дизайна (възел), за да се определи неговия размер и материал. Проверете изчислението - Изчислено изчисляване на известния дизайн, който се извършва, за да се провери своята сила или определяне на стандартите за натоварване.

➤ Очаквано натоварване.

При изчисляване на части от машини се отличава изчисленото и номинално натоварване.

➤ Избор на материали

За части от машините е отговорният етап на дизайна. Правилно избрани материал голяма степен определя качеството на частта и машината като цяло. Избор на материала, отчитат главно следните фактори: съответствието на свойствата на материала. Основният критерий за здраве (сила, съпротивление на износване и др.); Изисквания за масата и размерите на частта и машината като цяло; Други изисквания, свързани с целта на частта и условията на нейната експлоатация (антикорозионна резистентност, фрикционни свойства, електрически изолационни свойства и др.); Съответствие на технологичните свойства на материала на структурната форма и планирания метод за обработка на частта (печат, заваряемост, леене на свойства, преработваемост на рязане и др.); Разходите и дефицит на материала.

Всяка машина, механизъм или уред се състои от отделни части, комбинирани в монтажни единици.

Съвършенството на дизайна на машинните части се оценява от тяхното представяне и икономичност. Изпълнението съчетава такива изисквания като сила, твърдост, износване и устойчивост на топлина. Ефективността се определя от стойността на машината или от отделни части и оперативни разходи. Следователно, основните изисквания за ефективност са минимална маса, простота на проектиране, висока експлоатация, прилагане на недостатъци, висока механична ефективност и съответствие със стандартите.

Изборът на материали зависи от целта на машината, назначаването на части, методите за тяхното производство и редица други фактори. Правилният избор на материал е до голяма степен засегнат от качеството на частта и машината като цяло. Връзките на частите в машините са разделени на две основни групи - мобилни и фиксирани. Мобилните връзки служат за осигуряване на относително ротационно, прогресивно или сложно движение на части. Фиксираните връзки са предназначени за твърди закрепващи части между себе си. Свързващи съединения (болтове, ключодържатели, зъбни колела и др.) Разрешава се множество монтаж и демонтаж, без да се унищожават свързващи части. Ниските връзки (нит, заварени, лепило и др.) могат да бъдат разглобени само чрез унищожаване на свързващи елементи - нитове, заварен шев и др.

Поради възможността от пренапрежение на машината, трябва да се въведат автоматични регулатори, устройства за безопасност и лимит, елиминирание на възможността за работа на машината върху опасни режими.

Основните етапи на процеса на проектиране.

1. Информираността на обществената необходимост от развитието на продукта.
2. Техническа задача за проектиране (основно описание).
3. Анализ на съществуващите технически решения.
4. Разработване на функционална схема.
5. Разработване на структурна схема.
6. Метричен синтез на механизма (синтез на кинематичната схема).
7. Изчисляване на статично захранване.
8. Скицен проект.
9. Изчисляване на мощността.
10. Изчисляване на мощността, основано на триене.
11. Технически проект.
12. Работен проект (разработване на работни чертежи на части, производствени и монтажни технологии).
13. Производство на прототипи.
14. Изпитвания на прототипи.

Изисквания за машини:

1. Висока производителност;
2. изплащане на разходите за проектиране и производство;
3. висока ефективност;
4. Надеждност и издръжливост;
5. Лесно управление и поддръжка;
6. транспортируемост;
7. малки измерения;
8. сигурност в работата;

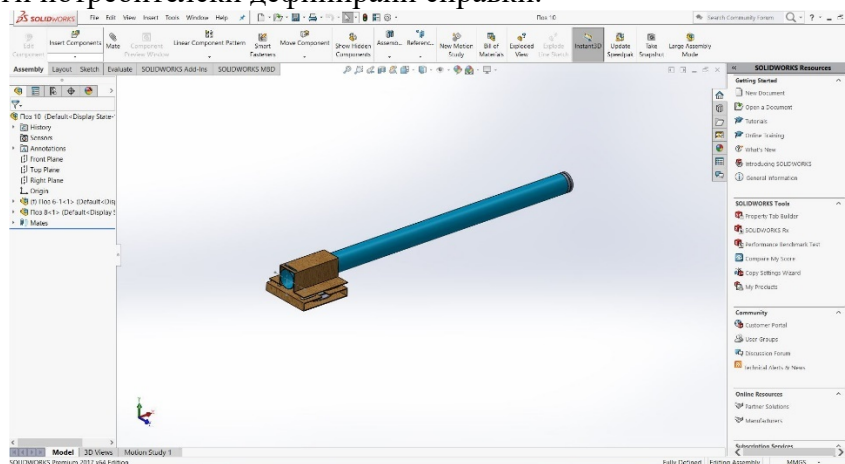
3.4. Иновативен подход при проектиране на машини чрез софтуер Solid Works

SolidWorks е софтуер, подпомагащ лесното създаване на 2D и 3D модели бързо и по най-ефективния начин. Той е най-разпространеният CAD продукт в средния клас, предлагащ широк набор от специализирани инструменти за дизайн и моделиране. SolidWorks е 3D CAD софтуер за инженерно проектиране в областта на

машиностроенето, индустриалното оборудване, потребителските продукти, Фиг. 3.1 [65].

Основните предимства Чрез прилагането на софтуерната програма Solid Works, програмен продукт, който се базира на технологията хибридно параметрично моделиране и широк спектър от специализирани модули се дава възможност за проектиране и визуализация на начертаната конструкция посредством интуитивни инструменти за бързо създаване на документация за производството:

1. 2D сборни и детайлни чертежи;
2. 3D работни инструкции за производството (PMI) ;
3. Между-операционни състояния;
4. Разгърнат монтажен ред;
5. Спецификации на материалите (BOM)
6. Спецификация на монтажни операции (BOP)
7. Други потребителски дефинирани справки.



Фиг. 3.1 Solid Works

Чрез използването му се намаля нуждата от специализирани технически автори или външни услуги и се създават вътрешни документи с най-високо качество, осигуряващи повишение на производителността и опростяване на използването на програмата. Премахва се нуждата от конвертиране на CAD файлове в друг формат. Вече създадени детайли се съхраняват в базата данни. При започване на нова работа резултатът е повече занимание с проектирането на нови изделия и загуба на минимум време при търсене на вече създадени файлове и детайли. Осигурява се съответствие при стандартните чертежи, приети в организацията. Ползена функция е и автоматичното коригиране и способността за „обучение“ на базата завършени чертежи.

За да се създаде иновативният подход за проектиране и визуализация на иновативни монтажни машини (ИММ) за производство на крака за плотове за маси са използвани следните стъпки:

1. SolidWorks 3D дизайн

Параметрично се моделират отделните детайли, базирани върху градивни елементи. Всички размери и геометрични зависимости, които се създават в модела, се съхраняват в програмата. Тоест, в модела се съхранява историята на построенията. Това дава възможност в последствие да се правят бързи и лесни корекции по него. Подробно се разглеждат отделните инструменти за скициране и добавяне на геометрични връзки и размери в скиците.

2. SolidWorks Model Based Definition (MBD)

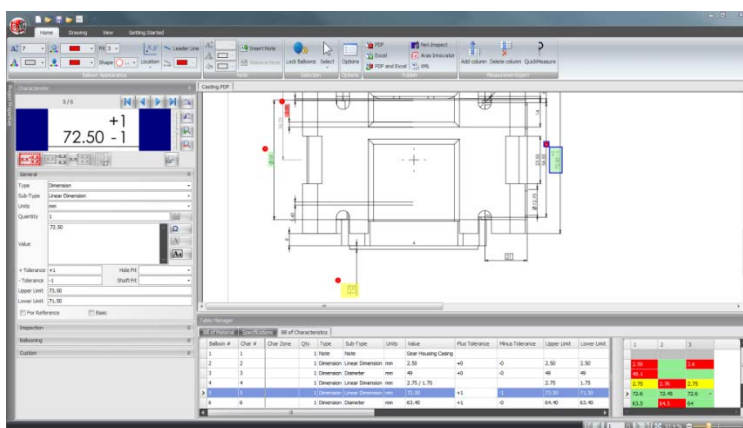
3D моделите могат да се конвертират данните в стандартните файлови индустриални формати, като 3D PDF и eDrawings.

3. SolidWorks Inspection (Фиг. 3.2)

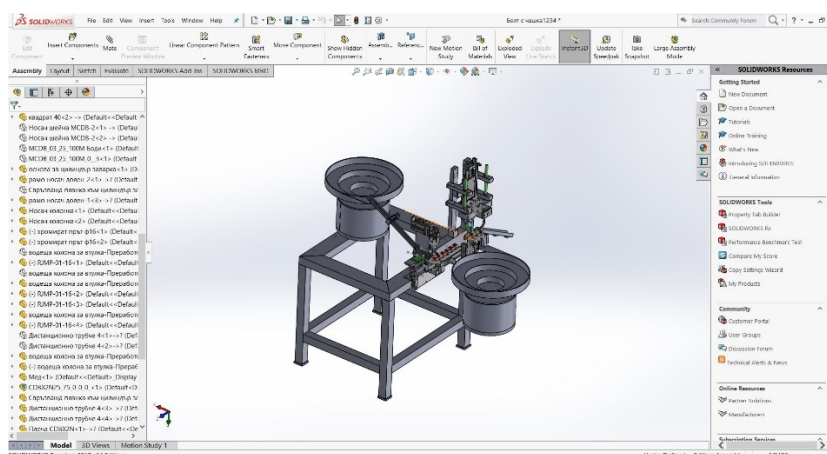
Рационализира и се автоматизира създаването на чертежи за инспекция и доклади. Това е приложение, което може да намали времето, необходимо, за да се създаде документация, с до 90 процента и помага за подобряване на качеството и намаляването на времето за достигане до пазара.

4. SolidWorks Assembly (Фиг. 3.3)

Използва се за изготвяне на висококачествени илюстрации, фотореалистични изображения и интерактивни анимации директно от 3D CAD данните. Помага на техническите специалисти ефективно да използват съществуващата 3D CAD информация за създаване на графично съдържание. Създава се графична информация за широк кръг документи за техническа комуникация като: инструкции за сглобяване, продуктови описания, учебни помагала, маркетингови материали. Крайният продукт се състои от съвкупност от много детайли и компоненти.



Фиг. 3.2 SolidWorks Inspection

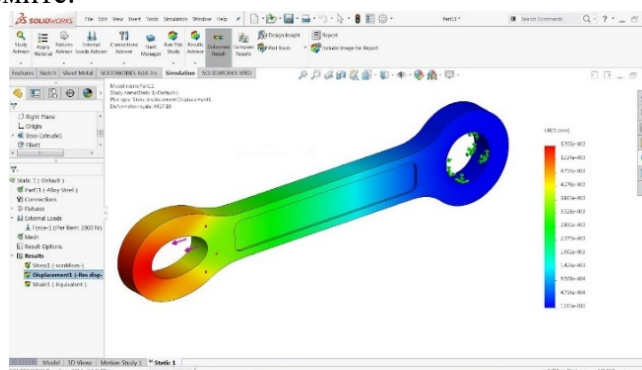


Фиг. 3.3 SolidWorks Assembly

5. SolidWorks Simulation (Фиг.3.4)

Чрез инструментите за симулация и тестване на проектите се спомага за вземането на важни решения по отношение на технология и подобряване на качеството. Сглобените единици не са просто тримерен модел- те се ползват, за да

се изследват интерференции, хлабини и оснот на детайлите в тях. Симулира се движение в механизмите.

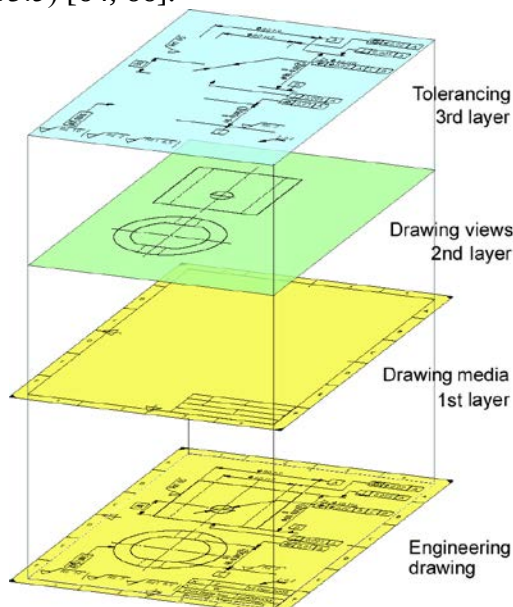


Фиг. 3.4 Solid Works Simulation

Чрез програмата се автоматизира рутинната работа, като попълване на спецификации, основни таблици в чертежите и други. Благодарение на визуализацията и симулацията на идеите в SolidWorks, конструираният модел може да се изследва за грешки преди да се пусне в производство и да се създаде нужната производствена документация.

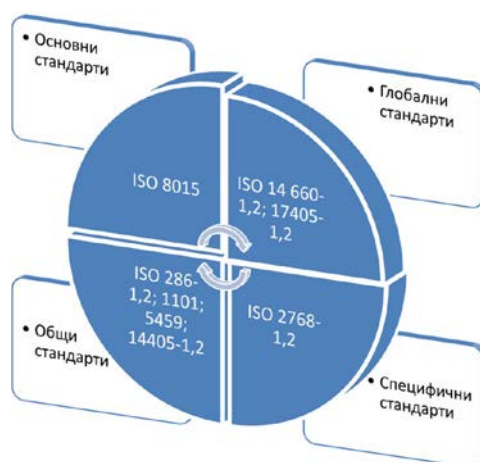
3.5. Подход при оформяне на техническата документация при точност на чертане

След подготовката на 3Д дизайна, асемблирането и симулирането на конструираните ИММ, чертежите се оформят според изискванията за точност на геометричните характеристики на всеки детайл, според ISO/TC 10- Техническа документация на продуктите и ISO/TC 213- Размерни и геометрични спецификации на продукта и проверка (Фиг3.5) [64, 66].



Фиг. 3.5 Елементи на инженерните чертежи

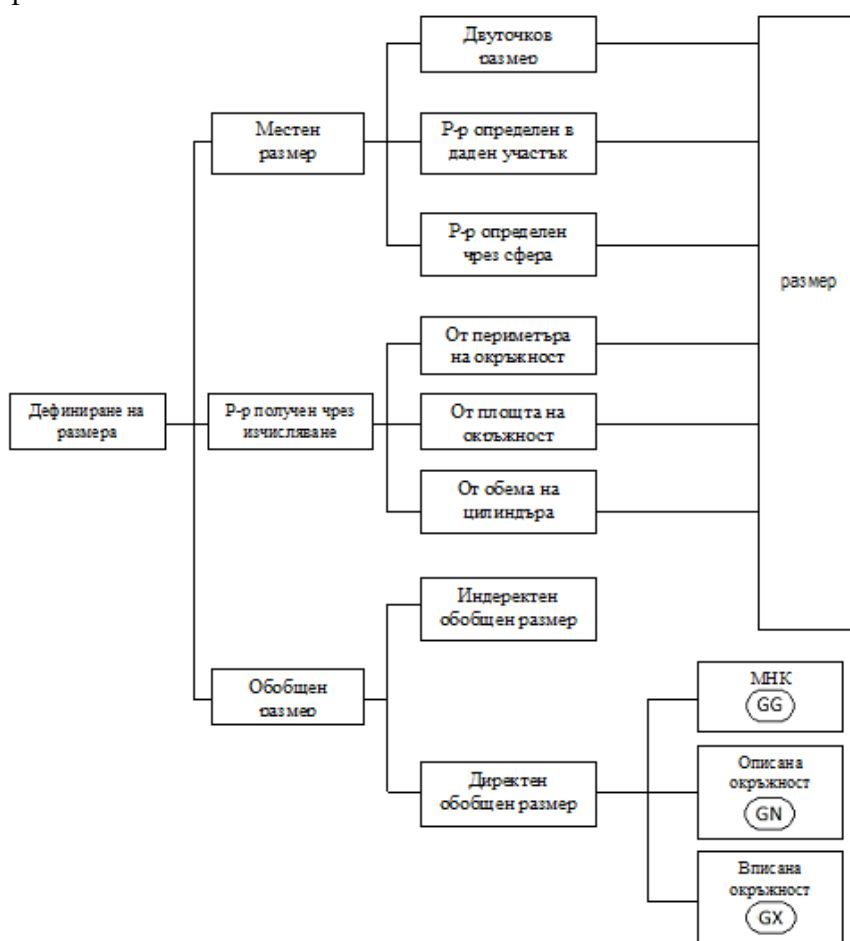
Ползите при спазване на стандартите за геометрична точност и принципите на прилагане, показани на Фиг. 3.6, се постигат следните резултати:



Фиг. 3.6 Стандарти за геометрична точност

- Ефективна комуникация (дизайнер - производител - конструктор)
- Подобряване на качеството на продукта;
- Оптимално използване на ресурсите.
- Съкращаване на сроковете за подготовка и поевтиняване на производството на изделия по технологична документация;

За да се определят размерите на детайлите се прилага първият стандарт, в който се дават начините на дефиниране на размерите- БДС ISO 14405-1 и се спазват следните изисквания, фиг. 3.7:



Фиг.3.7 Дефиниране на размер

- Всяко изискване към размер или геометрия, дадено в чертежа, трябва да бъде разглеждано като независимо, освен ако не е посочена някаква определена връзка;
- Когато се изисква връзка между размер и форма, размер и ориентация или разположение, това трябва да бъде отразено в чертежа;
- Действителен местен размер е разстоянието между две срещулежащи точки на повърхнината;
- Допускът на линейните размери ограничава само действителните местни размери;

Т.е. критерият за годност е: $D_{min} \leq D_e \leq D_{max}$

- Допускът на ъгловия размер, определен в ъглови единици, ограничава само общата ориентация на линиите или линейните елементи на повърхнините, но не и техните отклонения на формата;
- Геометричните допуски ограничават отклоненията на формата или ориентацията или разположението, на елемента без да се вземат предвид размерите му.

След детайлната подготовка на всички чертежи и изготвен списък с покупни елементи се предават се изработка и покупка. При точни чертежи, изработка им става в максимално кратки срокове с оптимално използване на ресурсите. Следващият технологичен процес е действителното сглобяване на всички детайли и получаване на конструкцията на готовата иновативна машина, на която предстои окабеляване и програмиране.

3.6. Подход при осигуряване на безопасност на труда

Безопасните и здравословни условия на труд са свързани с материалните условия на производството- дейността в стопанската единица (сгради, машини, съоръжения), които предотвратяват и отстраняват вредното въздействие на работната среда при полагането на труд. Безопасни и здравословни условия на труд са такива условия на труд, свързани предимно с машините и съоръженията, апаратите които не водят до злополука при работа и създават предпоставки за добро физическо, психическо и социално положение на работещите лица [67, 68].

3.6.1. Осигуряване на безопасни и здравословни условия на труд на персонала

Основната цел за осигуряването и поддържането на безопасни и здравословни условия на труд е:

- да се съхрани здравето и трудоспособността на служителите в завода;
- да се предпазят от неблагоприятните въздействия и рискове, свързани с условията на производство и с изпълнението на трудовите им задължения [69].

За предпазването от неблагоприятните въздействия върху здравето и работоспособността на хората в трудовия процес през определено време трябва да се следят следните критерии:

- вибрации;
- шум;
- електромагнитни
- лъчения;
- запрашеност;

- наличие на токсични вещества и др.

В следствие на използване на ИММ за заваряване и опаковане да се предвиди всяко възникнало въздействие, за да може да се премахне, да се намали и да достигне допустими размери или да се изолира чрез подходящи средства.

Осигуряването на безопасни и здравословни условия на труд изисква:

- предотвратяване на риска за живота и здравето;
- оценка на риска, който не може да бъде предотвратен;
- борба с риска при източника на възникването му;
- приспособяване на работните места, на работното оборудване и технологии към индивида, за да се избегне отрицателният ефект на трудовата дейност върху здравето;
- адаптиране на технологичните процеси, машини и съоръжения към съответното равнище на техническия прогрес;
- замяна на опасните производства, работно оборудване, инструменти, работни места, вещества и материали с безопасни или по-малко опасни;
- разработване на политика и стратегия за изследване, контрол, превантивност и действия, осигуряващи безопасни и здравословни условия на труд и обхващащи технологията, работните места, условията на труд, стопанската единица на производството и социалните отношения;
- предоставяне на необходимата информация на работещите и другите заинтересовани лица и институции във връзка с осигуряването на безопасни и здравословни условия на труд;
- означаване на съществуващите опасности и източници на вредни за безопасността и здравето фактори.

За тази цел ръководството на завода следва да:

- а) осъществи системно наблюдение и анализ на условията на труд и трудовата среда;
- б) разработи програми и мерки за предпазване, намаляване и/или отстраняване на вредното въздействие на материалните фактори и средата върху здравето и работоспособността на заетите лица;
- в) контролира условията на труд, състоянието на трудовата среда и реализацията на политиката, програмите и мерките за безопасни и здравословни условия на труд.

3.6.2. Обезопасяване на оборудване при механични опасности

За да бъде едно оборудване безопасно според наредбата за предпазване от механични рискове, движещите се части се проектират и изработват така, че да се избегне рискът от контакт, който би могъл да доведе до злополуки, или когато този риск не може да бъде напълно предотвратен, частите да се комплектуват с предпазни устройства или защитни прегради, фиг. 3.8 [70, 71, 72].

Трябва да се предвидят защитни прегради и предпазни устройства срещу опасностите, създадени от движещите се части, които участват пряко в работния процес:

- неподвижни защитни прегради – такива, които могат да се отварят или демонтират само с помощта на инструменти.

➤ подвижни защитни прегради с блокировка – прегради, които не позволяват задействането на опасните функции на машината, докато преградите бъдат затворени и подават команда за спиране след отварянето им.



Фиг. 3.8 здравословни и безопасни условия на труд

- предпазни устройства – предотвратяват задействането на движещите се части, докато операторът има достъп до тях или движещите се части не са достъпни, когато се движат.
- възможно е прилагане на комбинация от предходните.

Освен механични опасности, една машина може да предизвика и други рискове:

- рискове, породени от електрозахранването или друга енергия, различна от електрическата;
- рискове от нараняване при допир или близост до машинни части или материали с високи или ниски температури;
- рискове от пожар или прегряване и др.

Производителят носи пълната отговорност за удостоверяване на съответствието на техните машини с разпоредбите на директивата. Методика за технологичния процес при опаковане.

3.7. Методика за технологичния процес при опаковане

Готовата продукция от всякакъв вид трябва да бъде съхранена количествено и качествено по пътя от производителя до потребителя. Това съхранение се обезпечава от опаковката. Тя трябва да създава условия за минимална механизация и автоматизация на дискретните опаковъчни процеси и операции така и на товарно/разтоварните операции. Опаковката трябва да свързва началната и крайна операции при производителя и потребителя на продукта с минимални трудови и материални загуби.

Често ефективната опаковка води до определени изменения в технологията на производството на продукцията. Опаковката постепенно загубва функцията си на пасивна опаковка на готовата продукция и опаковането става част от целия технологичен процес на производството и потреблението на продукта [73-78].

Независимо от вида на опакованата продукция, вида на опаковката и начина на нейното изработване, технологичния процес при опаковане се състои от следните основни операции:

1. Определяне на количеството бройки или дози продукцията за опаковане и натрупването и в магазините.
2. Поединично или порционнно подаване на изделията или опаковката за опаковане.
3. Подготовка и подаване на опаковката на позицията за пълнене при следните разновидности: формиране на опаковката и изработване на единична или многослойна опаковка.
4. Запълване на опаковката с продукцията.
5. Затваряне на запълнената опаковка (завинтване, запечатване, зашиване, запояване и т.н.).
6. Нанасяне на маркировка върху опаковката или етикетирание.
7. Контрол.
8. Групиране на опаковъчните изделия.
9. Подготовка и подаване на груповата или транспортна опаковка.
10. Поставяне на изделията в груповата или транспортна опаковка.
11. Затваряне на опаковката.
12. Нанасяне на маркировката.
13. Палетизиране на групови и на транспортни опаковки.
14. Транспортиране на пълните палети до склада за готова продукция.

3.8. Методика за постигане на висока производителност при опаковане

Опаковката е част от общата верига, която е свързана с производствените и транспортните в това число натоварвания, разтоварвания и пласмент. Тази обща зависимост между производство, транспорт и пласмент е продиктувана от опаковката, изразяваща се в следното:

1. Постигане на висока производителност при производството на опаковъчния материал и видовете опаковки с възможност за най-ниска себестойност на продукцията при желана потребителска стойност.
2. Пълно използване на опаковъчния материал и по възможност недопускане на отпадъци при неговото разкрояване.
3. Постигане на висока производителност при пълния процес, недопускане на разпиляване и повреждане на продукцията, подлежаща на опаковане.
4. Постигане на оптимални резултати при съхранения на стоките и минимална време трайност на продукта при съответни климатични условия.
5. Максимално използване на складовите помещения и транспортните средства.
6. Оптимално състояние на тарата към нето продукта. Това не трябва да става за сметка на повреждане на подлежащото за опаковане изделие.
7. Създаване на най-подходящи условия за издръжливост на опаковката и на опакованата продукция при транспорт с възможност за механизизиране, роботизиране и автоматизиране на товаро-разтоварните дейности.
8. Създаване на възможност за най-висока производителност на труда, както при опаковъчния процес, така и в търговските обекти.
9. Осигуряване на рентабилност при повторна употреба на опаковката там, където това е възможно и допустимо, а в останалите случаи преработка/ рециклиране на опаковъчния материал.
10. Художествено оформление на опаковката в максимална степен да съдейства за реализацията на продукта и същевременно да осигурява естетическа култура на опаковката за широките маси.

11. Запознаване на продукта посредством начина от имитация, подмяна и изменението на някои качествени и количествени показатели.

3.9. Методика за мехатронно повишаване на производителността на опаковане

Разработването на мехатронни системи включва използването на множество дисциплини, от машинно инженерство до електроника и компютърни науки, както и изпълнението на качествени комплексни задачи и теми, изпълняващи пълното мехатронно и автоматично производство на изделията и тяхното опаковане. Изискват се нови техники за проекти, които подкрепят проектирането на такива системи. На етапа на проектиране е изключително важно да се повиши нивото на абстракция на по ранни етапи от разработването на продукта, за да се справят по ефикасен начин с такава сложност. [79-83].

За целта е приложен софтуер SCADA, чрез който се извършва наблюдение, контрол и събиране на данни (Supervisory Control And Data Acquisition) [85]. Той е съвкупност от контролери, средства за визуализация и програмни среди, даващи възможност за анализ и управление на параметрите на технологичния процес от човека. „SCADA“ е част от автоматизирана система, която обработва и преобразува получената информация от обекта на управление и формира управляващи команди.

Основна функция на SCADA системите е програмното осигуряване на средствата за визуализация в процесната и дискретната автоматизация. Съвременните SCADA платформи позволяват още комплексен мониторинг, събиране и обработка на данни в реално време, показване на графики, извличане на събития, движение на картинки за придобиване на реална представа за процеса, както и запис на събития под формата на логове. SCADA системите могат директно да комуникират и взаимодействат с различни устройства като контролери, тъч панели, отдалечена периферия, сензори и актори. Основния и голям плюс на системите е, че позволява да се събират данни за месеци назад и да се извлича нужните познания за предотвратяване на предстоящи проблеми [74,75].

Области на приложение:

- Дискретна автоматизация.
- Процесна автоматизация.
- Енергетика.
- Металургия.
- Химическа промишленост.
- Военно дело.

Целта е чрез използване на подходящата апаратура и оптимизиран софтуер да се повиши надеждността и производителността на операция за опаковане на тръбни мебели чрез интегриране на автоматична машина.

За да се изпълни тази задача е необходимо да се изпълнят следните стъпки:

- Да се направи обзор и анализ на контролери и да се избере най- подходящият;
- Да се направи обзор и анализ на импулсно захранващо устройство и да се избере най- подходящото;
- Да се направи обзор и анализ на управление(драйвър/инвертор) за двигател и да се избере най- подходящото;
- Да се създаде програма за управление на машина за лепене на тиксо;
- Да се създаде SCADA система за визуализация и контрол на машина за лепене на тиксо;
- Да се създаде HMI система за управление на основните процеси на машината;

- Да се представи комуникация на различни устройства по индустриална мрежа;
- Да се създаде среда за архивиране на данни на различни процеси;
- Да се избере “web server” за отдалечен контрол на машина

3.10. Заключение

В Глава 3 са представени изискванията за нов дизайн на анализираният продукт – крака за плотове на маси според изискванията на компания ИКЕА. Представени са методики и подходи за автоматична подготовка на компоненти за крайният продукт:

- методики и подходи за иновативно проектиране, оразмеряване и осигуряване на безопасни условия на труд, както за персонала, така и за обезопасяване на оборудването;
- методики за технологичен процес на опаковане и осигуряване на висока производителност; методика за мехатронно повишаване на производителността при опаковане.

Използваните методики и подходи са в помощ на проектирането на иновативна автоматична техника, осигуряваща високо качество и висока производителност.

Глава 4

СИСТЕМЕН ПОДХОД ПРИ ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗГРАЖДАНЕ НА ИНОВАТИВНИ АВТОМАТИЧНИ МАШИНИ И ЛИНИИ

4.1. Настъпващи промени в промишления свят

Дигитализацията на промишленото производство променя с много бързи темпове промишления свят. Появяват се нови световни предизвикателства и иновативни решения от една страна на ръководители на фирми, клъстери, цели компании, а от друга на проектантите, конструктори, инженери, обслужващи оператори, изработване, внедряване, експлоатация възможности за увеличаване производителността на автоматичните машини и линии, за съществено намаляване разходите за експлоатация и поддръжка, особено важно за намиране на сигурни инвестиции.

Търсят се решения за постигане на възможна оптимална производителност. Осигуряване, надеждността на производствените процеси с използване и прилагане на нови иновативни, принципно нови технологии, нови материали, автоматизация и роботизация на модерни индустриални елементи и компоненти, техники прилагани при решаване на проблемите в индустрията.

Развитие и усъвършенстване на цифровизацията, на технологиите, автоматизацията, роботизацията на елементната база много бързо стават ключови промишлени стратегически фактори за напредък. Интернетът на нещата свързва автоматичните машини и линии, докато големите данни в Big Data предлагат нови погледи към производителността им и възможности за повишаване на ефективността и снижаване на себестойността на произвежданите изделия.

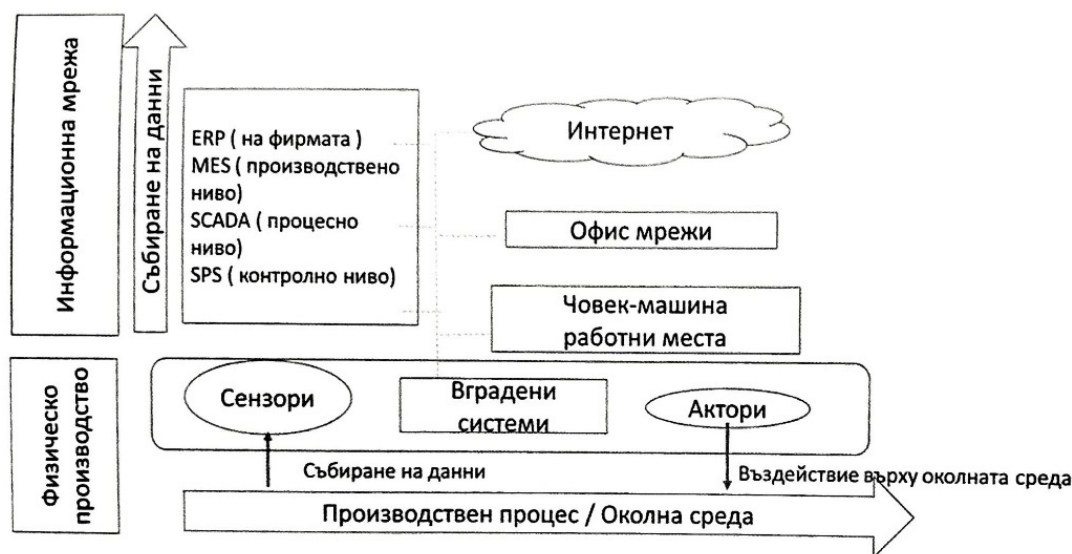
4.2. Желани промени в производството на тръбна мебел

Новите реалности по отношение на крайният цикъл на производството на продукта, е свързано с автоматизация на непрекъснатите и дискретни процеси и управление в разгледаните страни отрасли на индустрията. Основният проблем, който трябва да се отчете е факторът на време, чието значение в света на бизнеса е все по-голям придружен с другият фактор инвестиционни решения. Това определя дали ще бъде пълна автоматизацията или постепенна. На останалите редица промени в динамичното развитие на промишлеността интелигентните информационните технологии, индустриалния интернет, интелигентни машиностроителни материали и технологии и др. са свързани с развитието на „индустрията 4“ и „индустрия 5“ [86].

Според Bauernhansl [87], производството трябва да стане по-прецизно и по-ресурсо спестяващо, както и да носи по-високи икономически ползи. Чрез тази четвърта революция се обръща внимание на цифровизацията и замяната на по-стари технологии с нови. Целта е да се интегрират така наречените кибер-физични системи в целия процес на работа и да се създават високопроизводителни производствени линии, които работят в динамична среда. Вместо „производството на склад“ в миналото, сега се залага на организирано производство по заявка.

Внедряването на интелигентна фабрика е бъдещето на индустриалното производство чрез сливане на виртуалните и физическите светове посредством кибер-

физичните системи. Това представлява производствена революция по отношение на разходи и икономия на време. Вграждането на кибер-физични системи в производството за изграждането на интелигентна фабрика е показано на фиг. 4.1 според Roth [85].



Фиг. 4.1. Вграждане на кибер-физична производствена система в интелигентна фабрика [86]

Прилагането на стегнатото производство [87] цели повишаване на цялостната стойност на продукта за купувача (клиента) чрез намаляване на производствените загуби, които биват седем вида: транспорт, наличност (инвентар), движение, време за изчакване, свръхпродукция, производствените процеси, дефектни продукти. Чрез премахването на тези загуби, качеството се подобрява, а времето и разходите по производството спадат.

Възникнала е нова ИДЕОЛОГИЯ, създаването продукт от ИКЕА да бъдат удобни, леки, създадени чрез нови иновативни технологии в практична и удобна опаковка.

Уникалното в дизайна на ИКЕА е комбинацията визия, функционалност, качество, устойчивост и достъпна цена. Усъвършенстване на производството е възприетия иновативен подход на ИКЕА е в духа на екипност доставчиците т.е. иновативно производство за едно с доставчиците. Следващия етап е тестване на качеството както в процеса на изработване така и на готовата продукция. Не са подминава и качеството на вложените суровини в произвежданите продукти.

Подържаните ниски цени от ИКЕА свързва в партньорството с клиентите, обслужване в магазините от обслужващите и работния персонал. ИКЕА обръща внимание на производствените продукти, опаковани, с инструкция и приложен инструмент за сглобяване на елементите.

Идеологията налага създаването продукти да се оценяват технологичността на конструкцията, степента на пригодност на изделията за автоматично и монтажено производство.

Въпреки, че реалностите при проектиране на автоматичните машини и линии се променят непрекъснато, няколко фактора си остават постоянни, казва директорът „Robert A.Luciano & Associates“ водеща консултантска фирма в Италия. Той смята, че четири са аспектите, които предопределят проектирането на АМ и АЛ:

- Вид на произвежданата продукция.

- Вид на опаковката
- Обем на продукцията, качество на продукцията ниска себестойност
- Наличното пространство

Той споделя „Всичко в една автоматична машина или автоматична линия е отражение на продукта и опаковката“

Заложена е нова идеология за повишаване производителността, качеството и монтажопригодност на съвместените чашка/болт и тръба/чашка/болт, участващи в компановката на автоматичната опаковъчна линия. Тази идеология наложи да се разработят иновативни автоматични машини и линии възникващи.

4.3.Трудности при опаковането на продукта/ Входна суровина и подготовка на щанцовани детайли

Във връзка с улесняването на пазарните условия на избор и покупка на продукт от клиенти, който IKEA непрекъснато поддържа контакт се налага да се разработят иновативни автоматични опаковъчни линии на цяла произвеждана и предлагана продукция на пазара. Това налага да се изходи от изисквания на пазара за опаковане на IKEA Specification ISO-P0010/2010.11.12; Version AA-171373-8. Тази спецификация описва правила и инструкциите за дизайн на решенията за опаковка, подбора и качеството на опаковъчния материал, маркировката и етиктирането на опаковката, както и маркетинга на продуктите без опаковката, тази опаковка също така определя стандартните размери за товарна единица, фиксиране до опаковането по море или самолет и кутийките [7] .

Същността на опаковката е да предпазва каквото продава и да продава каквото предпазва чрез:

- Предпазвайки от увреждания на различните степени на процеси на обработване от доставка до дома на потребителя
- Правейки продукта лесен за обработка и рентабилен при физическото му разпространение
- Вдъхновявайки потребителя и опростявайки процеса на покупка бидейки информационен носител за продукта.

ИКА казва “опаковката е най-съществената за предпазване на стоките, опростяване на обработката и носене на информация“.

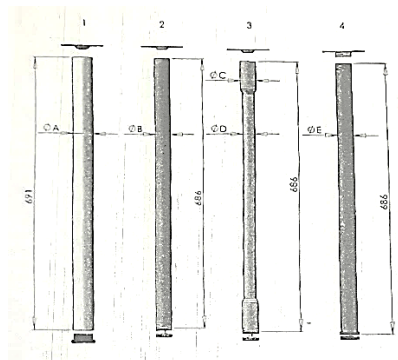
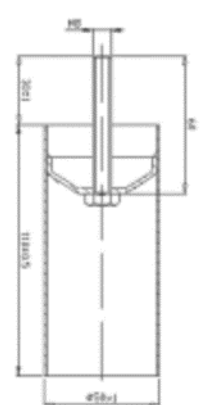
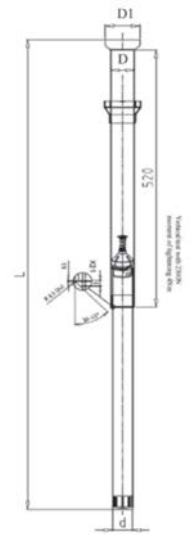
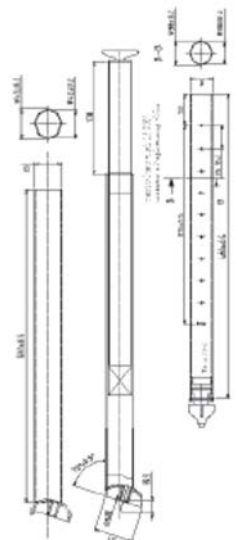
В Таблица 4.1 са показани разработени варианти на крака за плотове на маси. Техните размери на изграждащите ги детайли са унифицирани и стандартизирани, който налага съображението задължително трябва да е пренастройваемо.

Но в таблица 4.2 са показани детайлите и елементите участващи в опаковката. Възникнаха проблеми при автоматизация на монтажните процеси и операции, основни и спомагателни, участващи при манипулирането на детайлите/елементите в автоматичната опаковъчна линия.

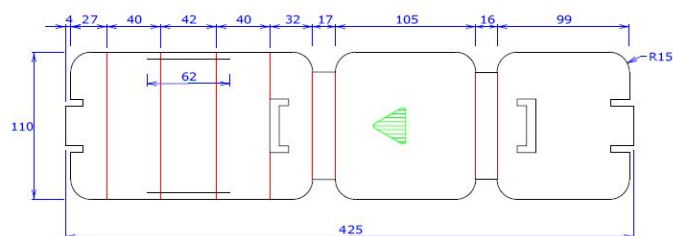
В таблица 4.2 са посочени изработване на 10 бр. детайли от метал [88-92], а останалите 20 броя са от инструкция за монтаж-хартия, 5 бр. винтове опаковани в плик от PVC, микровелпапе- картонче 1 и картонче 2 от KRAFT (K) хартия с Е вълна, лепило „Хотмел“ на фирма Хенкел; опаковъчна кутийка от картонче 1 и 2; тиксо- два вида, „Солвент“- лятно и „Хотмел“ зимно; термосвиваемо фолио „Флексосий“ -PE-HB с висока плътност на ролка; ролка етикет с баркод; механизъм за промяна на височина

(VIKA KAJ, GALANT); тиксо- PVC поливинилхлорид и кашон, които са покупни. Част от тях не са съобразени за автоматично опаковане.

Таблица 4.1 Видове крака за плот за маси

наименование																																																																							
New IDEAS For LEGS	LEG L 110	Vika KAJ	Galant																																																																				
																																																																							
<table><tr><th colspan="4">1</th></tr><tr><th colspan="2">thick</th><th colspan="2">Weight</th></tr><tr><td>E220</td><td>1.0</td><td>1.175</td><td>0%</td></tr><tr><td>E260</td><td>0.9</td><td>1.101</td><td>6.7%</td></tr><tr><td>E320</td><td>0.8</td><td>1.019</td><td>15.3%</td></tr><tr><td>E360</td><td>0.7</td><td>0.940</td><td>25%</td></tr></table> <table><tr><th colspan="4">3</th></tr><tr><th colspan="2">thick</th><th colspan="2">Weight</th></tr><tr><td>E220</td><td>0.85</td><td>0.789</td><td>12.3%</td></tr><tr><td>E260</td><td>0.8</td><td>0.763</td><td>16.1%</td></tr><tr><td>E320</td><td>0.75</td><td>0.740</td><td>19.7%</td></tr><tr><td>E360</td><td>0.7</td><td>0.713</td><td>24.3%</td></tr></table>	1				thick		Weight		E220	1.0	1.175	0%	E260	0.9	1.101	6.7%	E320	0.8	1.019	15.3%	E360	0.7	0.940	25%	3				thick		Weight		E220	0.85	0.789	12.3%	E260	0.8	0.763	16.1%	E320	0.75	0.740	19.7%	E360	0.7	0.713	24.3%	<table><tr><th>d</th><th>L</th></tr><tr><td>Φ50</td><td>110</td></tr></table>	d	L	Φ50	110	<table><tr><th>D1</th><th>D</th><th>L</th><th>d</th></tr><tr><td>Φ65</td><td>Φ45</td><td>600-900</td><td>Φ38</td></tr></table>	D1	D	L	d	Φ65	Φ45	600-900	Φ38	<table><tr><th>D1</th><th>D</th><th>L</th><th>d</th></tr><tr><td>Φ65</td><td>Φ45</td><td>600-900</td><td>Φ38</td></tr></table>	D1	D	L	d	Φ65	Φ45	600-900	Φ38
1																																																																							
thick		Weight																																																																					
E220	1.0	1.175	0%																																																																				
E260	0.9	1.101	6.7%																																																																				
E320	0.8	1.019	15.3%																																																																				
E360	0.7	0.940	25%																																																																				
3																																																																							
thick		Weight																																																																					
E220	0.85	0.789	12.3%																																																																				
E260	0.8	0.763	16.1%																																																																				
E320	0.75	0.740	19.7%																																																																				
E360	0.7	0.713	24.3%																																																																				
d	L																																																																						
Φ50	110																																																																						
D1	D	L	d																																																																				
Φ65	Φ45	600-900	Φ38																																																																				
D1	D	L	d																																																																				
Φ65	Φ45	600-900	Φ38																																																																				
1	2	3	4																																																																				

Въпреки „молбите“ на разработчиците, производителите да помогнат, съгласие няма. В позиция 22 е дадена опаковка от микровелпапе, изработена от едно картонче Фиг4.2. Чрез ръчно манипулиране се получава кутийката и чрез лепило да се получи кутийка. Но производителността е ниска. Но то даде идеологията да бъдат 2 картончета. А трябва всички тези детайли/ елементи да отговарят на изискванията на стандарта на ИКЕА.



Фиг 4.2 Ръчно картонче от микро велпапе

От направените проучвания в глава 1, реализираните разработки и натрупания опит, отразен в глава 2, предложените иновативни подходи и методики за повишаване на ефективността и производителността за разработване и изграждане на автоматични машини и линии и анализи узря идеология потвърждава.

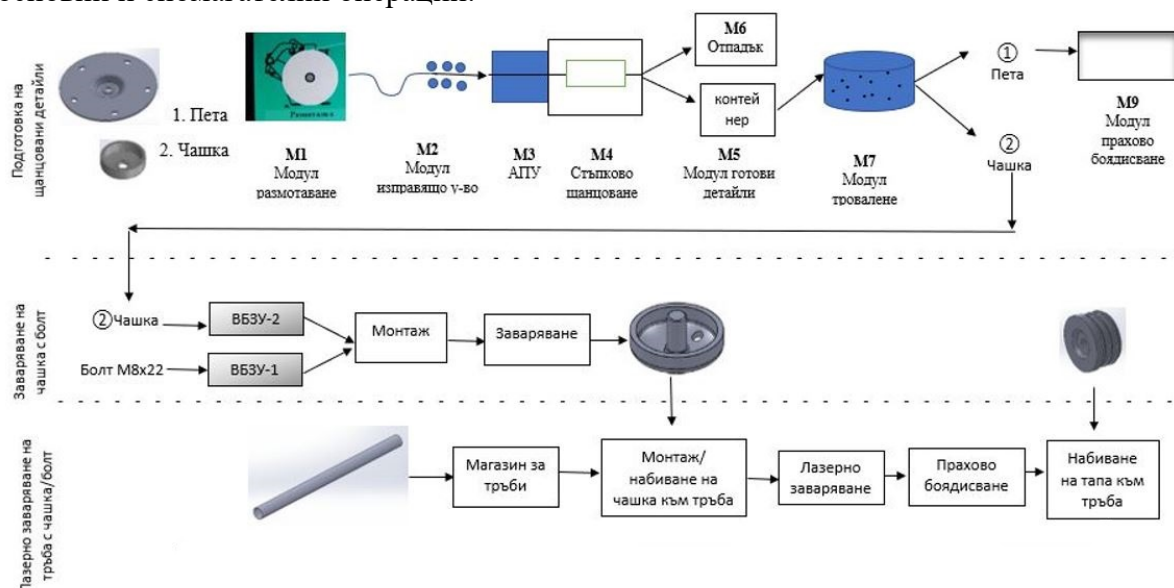
Таблица 4.2 Детайли/ елементи на крака

№ по ред	Наименование				Наименования на крака						
	Елементи	изработени	В метал	покупни	New IDEIS for LEGS				LEG 110	Vika KAJ	Galant
					1	2	3	4			
1	Тръба ¹ Φ50x691 ² Φ40x686	да	да	-	+	+	+	+	Φ50 L100		
2	Чашка ¹ Φ48,3 ² Φ38,3	да	да	-	+	+	+	+	+	-	-
3	Болт ¹ M8x20 ² M8x60	-	<u>да</u> <u>да</u>	<u>да</u> <u>да</u>	+	+	+	+	+	-	
4	Чашка/болт 1 заварка 2 тел	<u>да</u>	<u>да</u> <u>да</u>	<u>да</u> <u>да</u>	+	+	+	+	+	-	-
5	Тръба/чаша/болт 1 Заварено 2 тел	<u>да</u>	<u>да</u> <u>да</u>	да	+	+	+	+	+	-	-
6	Пета ¹ Φ М реба	да	да	-	+	+	+	+	-	+	
7	Тапа ¹ Φ48,3 ² Φ38,3	-	-	<u>да</u> <u>да</u>	+	+	+	+	-	Φ36	Φ36
8	Регулируема пета M8x20	-	-	да	+	+	+	+	-	+	+
9	Инструкция за монтаж-хартия	-	-	да	+	+	+	+	+	+	+
10	Пакет от PVC 5бр.1 винтове 2	-	-	<u>да</u> <u>да</u>	+	+	+	+	-	-	-
11	Картон 1и 2 долно 1долно Крафт хартия,вълна е 2 горно	-	-	<u>да</u> <u>да</u>	+	+	+	+	-	-	-
12	Лепило „хот мел“ Хенкел	-	-	да	+	+	+	+	-	+	+
13	Кутийка 1+2 Крафт хартия,вълна е	-	-	да	+	+	+	+	+	+	+
14	Тиксо 1 Солвент 5-30C ⁰ 2 хотмел 15-25 C ⁰	-	-	да	+	+	+	+	+	+	+
15	Термо свиваемо фолио Флексосий- рН-НВ-ролка	-	-	да	+	+	+	+	+	+	+
16	Ролка етикет-баркод	-	-	да	+	+	+	+	+	+	+
17	Тръба ¹ Φ45mm ² Φ38mm	<u>да</u> <u>да</u>	<u>да</u> <u>да</u>	-	-	-	-	-	-	1. ф45 2. ф38	1. ф45 2. ф38
18	Чашка заварена ^{1.сьюсна} ^{2.наклонена}	<u>да</u> <u>да</u>	<u>да</u> <u>да</u>	-	-	-	-	-	-	1/ Φ65 600/900	1/ Φ65 600/900
19	Механизъм за промяна на височината	-	да	-	-	-	-	-	-	1/ Φ65 600/900	1/ Φ65 600/900
20	PVC- поливинил хлорид тиксо	-	-	да	+	+	+	+	+	+	+
21	Кашон велпапе 140бр.	-	-	да	+	+	+	+	+	+	+
22	Кутийка от едно картонче крафт от вълна Е	-	-	да	+	+	+	+	+	+	+

Всички детайли/ компоненти изработени, както от метал, така и на част от покупните е нужно да бъдат безупречно обработени с високо качество. Всеки от тях има проблеми с манипулирането им. Как ще се решава монтажният опаковъчен процес, автоматичното захранване на позициите с детайли/компоненти, какъв ще бъде изборът на автоматичните магазини, отсекатели, промишлени манипулатори, транспортни системи, хващачи, лепила и т.н., което потвърждава прилагането на стегнатото производство.

Следва да се разработят иновативни: автоматична монтажна машина 1 (АММ1), Автоматична монтажна машина 2 (АММ2), структурна компоновка на полуавтоматична опаковъчна линия и изградена автоматична опаковъчна линия.

За да се избегне първоначалното ръчно подаване на листовия материал се пристъпи към компоноване на нова автоматична машина с внедряване на иновативни елементи за подаване на заготовка към щанцата е внедрена нова иновативна машина със иновативни елементи. Тя включва: размотаващо устройство, изпращащо устройство, подаващо устройство. На фиг. 4.3 са показани новото изработване на пета и чашка с болт чрез основни и спомагателни операции.



Фиг. 4.3 Структурна схема на нов технологичен процес

Необходимата суровина са метални ГВ щрипси, марка стомана DD11, с размер 2,5x109 mm за детайл пета и 2,5x58 за детайл чашка. Те се произвеждат в дъщерната фирма на завода. Щрипса се поставя на размотаващото устройство, показано на фиг. 4.4, като максималното му тегло не трябва да надвишава 4000 kg. Щрипса преминава през изпращащо устройство, показано на фиг. 4.5. Дебелината не трябва да надвишава 10 mm.

Съвкупността от размотаващо, изпращащо и подаващо устройство (фиг. 4.4, 4.5, 4.6) спомагат за повишаване на производителността и автоматизирането на производството. На фиг. 4.7. е представена ексцентрик преса с позиционирано подаващото устройство.

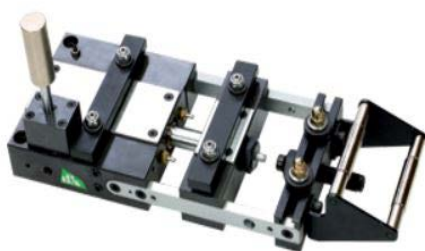
Както при всяка операция щанцоване, така и при щанцоването на пета и чашка има разход на метал от отделения детайл. Производството разполага с 3 броя щанци за изрязване на пети и 3 броя за чашки, които задоволяват нуждите за експедиция на готова продукция. Работи се на непрекъснат режим на работа 7 дена в седмицата, на смени. И при двата детайла едновременно се извършват операциите, включващи изрязването на размера, пробиването и вдлъбването.



Фиг. 4.4. Размотаващо устройство [62]



Фиг. 4.5. Изправящо устройство [62]



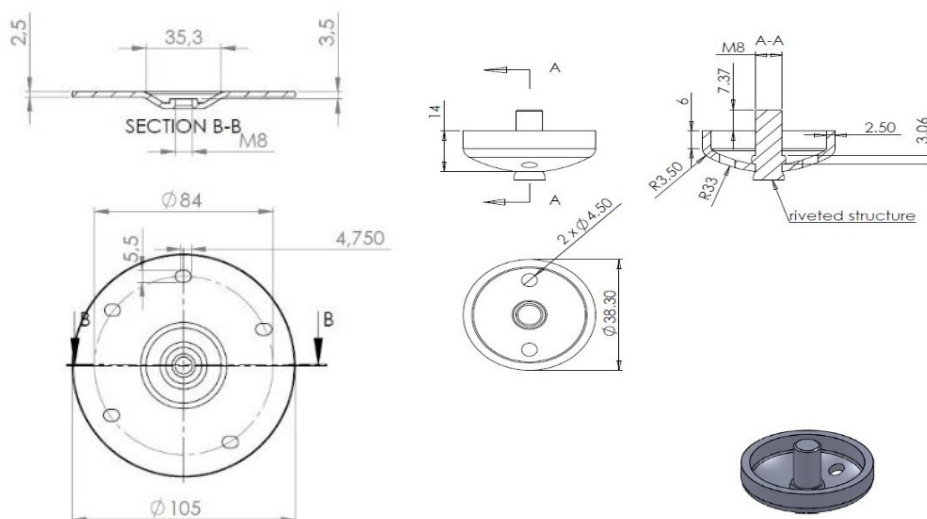
Фиг. 4.6. Подаващо устройство [62]



Фиг. 4.7. Монтирано устройство [62]

Поради получените усенъци от рязането на детайла, те претърпяват още една междинна операция – шлифване, включваща различни по форма и размери видове шлифовъчни тела, поставени във вибро машини (Тровалене) [93]. Като последна операция, която се извършва е резбоване в средата на детайла. На фиг. 4.8 е показан чертеж на детайла „Пета“, който включва един резбови отвор М8 и 5 бр. елипсовидни проходни отвори, а на фиг. 4.9 чертеж на детайл „Чашка“ [56, 57].

Отсечените пети на пресата средно на ден са 28200 броя или приблизително 7 t на ден, а резбованите пети са 25000 броя, което е приблизително 6 t на ден. Средния брой ленти които се щанцоват е 6-7 броя на ден. Разходната норма на технологичния отпадък е 0,0634 kg. за единичен брой „Пета“ или 0,02%. Отсечените чашки на пресите средно на ден са също 28000 броя или около 2 t/ден. Разходната норма на технологичния отпадък е 0,0634 kg. за единичен брой „Пета“ или 0,02%. По-бавен процес е троваленето (Шлифване на детайли). Поради тази причина в производството са внедрени две машини с цел повишаване производството, намаляване на складираните детайли от предшестващите операции, които позволяват изходна продукция от приблизително 14000 броя дневно, на двете машини. Произведените брой детайли са достатъчни за нуждите на производството, като дори остава заделено количество. Това е наложително, защото винаги трябва да има буфер заради по-бавното му производство от другите компоненти на цялостното изделие на крак „Адилс“ и риска от непредвидени аварии, които биха забавили процеса.



Фиг. 4.8 „Пета“ Фиг. 4.9 Чашка/болт за тръба

4.4.Определяне на производителността

От направените маркетингови произведения в собствените молове и на международните пазари, както и непрекъснатото следене на продажбите, ИКЕА оформя една желана производителност $Q=1200$ бр/х $Q=1000$ бр/х $Q=720$ бр/х, за плотовете на маси солидарност с амбицията на ИКЕА да произвежда продукция съобразена с околната среда, задоволявайки изискванията на екологията, използване на рентабилна опаковка се възприема разработките на иновативните две автоматични монтажни машини, полуавтоматичната опаковъчна линия и структурна компоновка на цялостната автоматична опаковъчна линия с предложената желана производителност от $Q=1200$ бр/х [94-99].

4.4.1. Определяне на теоретичния такт

Теоретичният такт се определя по формулата:

$$\tau^T = \frac{\Phi}{Q_{ГЖ}} = \frac{D_{рг} \cdot K_{см} \cdot \eta_{изп} \cdot 8.3600}{Q_{ГГИ} + Q_{ГРЧ} + Q_{ГБР} + \dots} \quad [\text{бр./с}] \quad (4.4.1)$$

където :

$Q_{ГЖ}$ – Годишна предложена желана производителност от клиента бр/х; бр/год;

$Q_{ГГИ}$ – Годишна заложена произвеждана продукция за готови изделия бр/х;
бр/год;

$Q_{ГРЧ}$ – Годишна заложена произвеждана продукция за резервни части бр/х; бр/год;

$Q_{ГБР}$ – Годишен предвиждан брак; (%)

Φ – Годишен фонд от време при което ще работи АМИЛ;

$D_{рг}$ – Работни дни в годината(приемат се обикновено от 250 до 260);

$K_{см}$ – Коефициент на сменност на ден (една, две или три смени или на две смени по 12h в денонощие);

$\eta_{изп}$ – коефициент на използване на АМИЛ който се препоръчва да се избира в граници от 0,6 до 0,95. За случая се използва $\eta_{изп} + 0,7$;

За предпочитане е да се използва производителността в по-ниския диапазон за работа, за да има възможност от един резерв, осигуряващ повишаване на производителността вследствие нарастване търсенето на произвеждания продукт.

Във връзка с това, че при самата разработка не са обхванати всички допустими фактори влияещи на производителността за теоретичния такт са следните:

$$\tau_1^T \frac{1200+1200.0.5\%}{1.1.0,7.1.3600} = \frac{1206}{2520} \approx 0,478(\text{бр/с}) \quad (4.4.2)$$

$$\tau_2^T \frac{1000+1000.0.5\%}{1.1.0,7.1.3600} = \frac{1005}{2520} \approx 0,398(\text{бр/с}) \quad (4.4.3)$$

$$\tau_3^T \frac{720+720.0.5\%}{1.1.0,7.1.3600} = \approx 0,287(\text{бр/с}) \quad (4.4.4)$$

$$\tau_4^T \frac{900+900.0.5\%}{1.1.0,7.1.3600} = \frac{904,5}{2520} \approx 0,358(\text{бр/с}) \quad (4.4.5)$$

4.4.2. Определяне на действителен такт

Действителните тактове „ИАММ1, ИАММ2, ИПАОЛ и СКАОЛ“ ще се определят по следната формула:

$$\tau^g = t_{\text{рл}} + t_{\text{пр.х.}} + \Sigma C_{\text{и}} + t_{\text{обр}} + t_{\text{ор.т}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{бр}} + t_{\text{тек.р}} + t_{\text{пл.пр.р}} + \dots \text{ бр/С} \quad (4.4.6)$$

където:

$t_{\text{рл}}$ – лимитиращо работно време в АОМ. Това е времето необходимо за извършване(осъществяване) на технологичното въздействие върху обработвания детайл; [бр/с]

$t_{\text{пр.х.}}$ – време, необходимо за извършване на празните ходове, зареждане, разтоварване и тн.; [бр/с]

$\Sigma C_{\text{и}}$ – Предизвикани извънциклови загуби на време, смяна на работни инструменти, пренастройки, възникнали поради изчакване ремонт, извършване на ремонт инструменти; [бр/с]

$t_{\text{обр.}}$ – извънциклови загуби на време за отстраняване на повреди, възникнали от оборудването в АОМ(механични, хидравлични, пневматични, електросилови и слабо токови); информационно обслужване [бр/с]

$t_{\text{ор.т}}$ – извънциклови загуби на време, възникнали по организационно-технически причини;(липсват суровини, полуфабрикати, ел. ток, вода, непочистени работни места и др.

$t_{\text{пр}}$ – извънциклови загуби на време, възникнали поради пренастройки; [бр/с]

$t_{\text{бр}}$ – извънциклови загуби на време, възникнали поради брак поправим или непоправим [бр/с];

$t_{\text{тек.р}}$ – извънциклови загуби на време, възникнали поради текущи ремонти;

$t_{\text{пл.пр.р}}$ – извънциклови загуби на време, възникнали поради планово-предупредителни ремонти(обикновено се извършва по време на литни или зимни ваканционни отпуски) [бр/с];

$$\Sigma t_{\text{собр}} = t_{\text{пр.х}} + \Sigma C_{\text{и}} + t_{\text{обр.}} \quad [\text{бр/с}] \quad (4.4.7)$$

$\Sigma t_{\text{собр}}$ – извънциклови загуби на време, възникнали поради собствени загуби (т.е. на празните ходове, инструменти и оборудване)

$$\Sigma t_{\text{доп}} = t_{\text{ор.т}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{бр}} \quad [\text{бр/с}] \quad (4.4.8)$$

$\Sigma t_{\text{доп}}$ – допълнителни възникнали извънциклови загуби на време

$$\Sigma t_{\text{из.ц.з}} = \Sigma t_{\text{собр}} + \Sigma t_{\text{доп}} + t_{\text{рем}} = t_{\text{пр.х}} + \Sigma C_{\text{и}} + t_{\text{обр.}} + t_{\text{ор.т}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{бр}} + t_{\text{Тек.р}} + t_{\text{пл.пр.р}} \quad (4.4.9)$$

Обикновено сумарните извънциклови загуби се представят както следва:

$$\Sigma t_{\text{рем}} = t_{\text{Тек.р}} + t_{\text{пл.пр.р}} + \dots$$

$\Sigma t_{\text{рем}}$ – сумарни извънциклови загуби на време, възникнали поради ремонти.

$$\Sigma t_{\text{из.ц.з}} = \Sigma C_{\text{и}} + t_{\text{обр.}} + t_{\text{ор.т}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{бр}} + t_{\text{Тек.р}} + t_{\text{пл.пр.р}} \quad (4.4.10)$$

$\Sigma t_{\text{из.ц.з}}$ – сумални извънциклови загуби на време

При разработването на нова АТ, конструкторите винаги се съобразяват с прогнозната надеждност на произвежданата АТ. Но в последно време се говори много за предвидена конструктивна надеждност на произведената АТ. Това се налага поради непрекъснато се променя произвеждания продукт зависещ, от непрекъснатото развитие и приложение на технологиите.

Направени са изчисления на теоретичните тактове за ИАММ1; ИАММ2; ИПАОЛ и СКАОЛ като към желаната производителност Q^* са прибавени още 2% предвиден брак. По начало трябва и за четирите разработки да се възприеме $\tau_1^T = 1206 \text{ бр/ч}$. Но поради конструктивни, технологични, хранващи, ориентиращи и особено избора на работна лимитираща операция се прие разработването им да бъде по отделно.

Така се утвърди идеологията съобразена с възникналите трудности в производството на тръбна мебел (4.4.2) и проблема при опаковането на продукта-крака за плотове на маси (4.4.3). Пристъпи се към изчисляване и определяне времената при автоматизирането на дискретните производствени процеси и операции основни и спомагателни. Отнася се от една страна до изработване на част от детайлите от метал, а другата участието на покупните детайли/елементи, компоненти отразени в таблица (4.4.2) но изграждането им трябва да удовлетвори разработките да бъдат пренастройваеми (показани 7 варианта на крака в таблица 4.1

Оказа се, че основната опаковъчна операция стъпка 5 на позиция 5 се нанася на капки на две пътеки върху перата/ капки на долната кутийка $t_{\text{рл}} = 3.94 \text{ s}$ с $t_{\text{пр.х}} = 1 \text{ s}$ и $\Sigma t_{\text{из.ц.з}} = 0.06 \text{ s}$ което е $t = 5 \text{ [s]}$. В същото време изпарява и част от разредителя. Така се получава взиманото залепване.

Вторият проблем Покупните компоненти и на инструкция за монтаж-хартия и 5бр винтове в пакет PVC в настоящия етап се обслужва от един оператор.

Трети проблем. Съвместяване на операции- заваряване с лазер и операция контрол на заварка.

Четвърти проблем. Съвместяване на всички операции с термотунел.

След изчисляване на всички работни лимитиращи работни времена $t_{\text{рл}}$ се престъпва към изчисляване, анализиране и съгласуване на времената за: празните

ходове, $t_{прх}$; сумарни, извънциклови, собствени - $\Sigma t_{соб}$, допълнителни $\Sigma t_{доп}$ и ремонтни $\Sigma t_{рем}$ за загуби, след което се нанесоха в таблица 4.3.

Действителните тактове за всяка действаща автоматична техника са както следва: ИАММ1 $\tau_1^T = 6 [s]$, ИАММ2 $\tau_2^T = 3,57 [s]$, ИПАОЛ $\tau_3^T = 5 [s]$ и СКИАОЛ $\tau_4^T = 4 [s]$.

Иновативна автоматична монтажна машина е дублирана, за да изпълни производствената програма на фирмата.

4.4.3. Изчисляване на производителността на АТ

Изчисляване производителността на ИАММ1, ИАММ2, ИПАОЛ и СКИАОЛ се реализират със следната последователност на следните формули.

1. Техническа производителност: Кат

$$Кат = \frac{1}{t_{р.1}}, \text{бр/с; бр/min; бр/h} \quad (4.4.11)$$

2. Циклова производителност: $Q_{\frac{ат}{ц}}$

$$Q_{\frac{ат}{ц}} = \frac{1}{T_{ц}} = \frac{1}{t_{рл} + t_{прх}}, \text{бр/h} \quad (4.4.12)$$

$$T_{ц} = T_{рл} + T_{прх} \quad (4.4.13)$$

3. Фактическа производителност: $Q_{\frac{ат}{фак}}$

$$Q_{\frac{ат}{фак}} = \frac{1}{t_{рл} + t_{прх} + \Sigma t_{син} + t_{обр} + t_{пре} + t_{тр} + t_{ппр}}, \text{бр/h} \quad (4.4.14)$$

или може да се представи още както следва:

$$Q_{\frac{ат}{фак}} = \frac{1}{t_{рл} + t_{прх} + \Sigma t_{соб} + \Sigma t_{доп} + \Sigma t_{рем}} = \frac{1}{t_{рл} + t_{прх} + \Sigma t_{изц}}, \text{бр/h} \quad (4.4.15)$$

За пресмятане на производителности K , $Q_{ц}$, $Q_{тех}$ и $Q_{фак}$ са използвани изчислените данни на теоретичните тактове на ИАММ1, ИАММ2, ИПАОЛ и СКИАОЛ. Направени са изчисления като към желаната производителност Q^* са прибавени 2% предвидени за брак оформящи проектната производителност, участваща в разработването на конкурентното способните варианти.

Изчислените действителни тактове на автоматичните машини и линии от таблица 4.3 участваха в изчисляване на производителността им. След реализиране на изчисленията за циклово време $T_{ц}$ техническата производителност Кат; циклова производителност $Q_{\frac{л}{ц}}$ и фактическата действителна $Q^л$ данните са нанесени в таблица 4.4.

Изчислените фактически действащи производителностите са както следва:

1. Иновативна автоматична машина 1: $Q_{\frac{\Phi}{1}} = 600 \text{ бр/h}$ (тя е дублирана)
2. Иновативна монтажна машина 2: $Q_{\frac{\Phi}{2}} = 1008 \text{ бр/h}$
3. Иновативна полуавтоматична опаковъчна линия: $Q_{\frac{\Phi}{3}} = 720 \text{ бр/h}$ и
4. Структурна компоновка на иновативна опаковъчна линия $Q_{\frac{\Phi}{4}} = 900 \text{ бр/h}$

Таблица 4.3 Изчисляване на теоретичните тактове

№ на вариант	$t_{p.l}$	$t_{np.x}$	$t_{ц}$	$\sum_{син}$	$t_{обp}$	$\sum t_{pб}$	$T_{ap.r}$	$t_{npен}$	$t_{бp}$	$\sum t_{доп}$	t_{tp}	$t_{ппp}$	$\sum t_{рем}$	$\sum t_{из.ц}$	τ_2^d
	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
ИАММ1	5	0,7	5,7	0,05	0,05	0,1	0,1	0,05	0,05	0,2	0,05	0,05	0,1	0,4	6 детайла
ИАММ2	3	0,54	3,54	0,05	0,05	0,1	0,05	0,025	0,025	0,1	0,05	0,05	0,1	0,3	3,57
ИПАОЛ	3,94	1	4,94	0,01	0,01	0,02	0,01	0,005	0,005	0,02	0,01	0,01	0,02	0,06	5
СКАОЛ	2,94	1	3,94	0,01	0,01	0,02	0,01	0,002	0,005	0,02	0,01	0,01	0,02	0,06	4

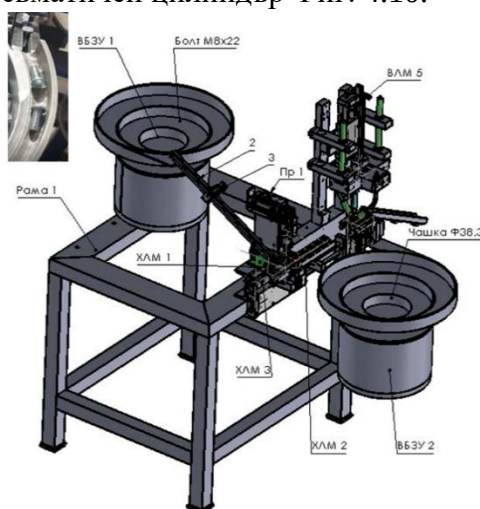
Таблица 4.4 Изчисляване на производителността

№	АТ	$t_{p.l}$	$t_{np.s}$	$t_{ц}$	$K = \frac{1}{t_{p.l}}$		$Q_{тех} = \frac{1}{t_{p.l} + t_{np.x} + t_{сoб}}$	$Q_{тех}$	$Q_{фак} = \frac{1}{t_{p.l} + t_{np.x} + \sum t_{сoб} + \sum t_{доп} + t_{рем}}$	$Q_{фак}$
		s	s	s	s	бp./h	s	бp./h	s	бp./h
1	ИАММ1	5	0.7	5.7	0.2	720/1440	$Q_{тех} = \frac{1}{5 + 0.7 + 0.1}$	620,8/1241	$Q_{фак} = \frac{1}{5 + 0.7 + 0.1 + 0.1 + 0.1}$	600/1200
2	ИАММ2	3	0.54	3.54	0.333	1199.9	$Q_{тех} = \frac{1}{3 + 0.51 + 0.1}$	1014,8	$Q_{фак} = \frac{1}{5 + 0.54 + 0.1 + 0.1 + 0.1}$	1008
3	ИПАОЛ	3.94	1	4.94	0.202	728,744	$Q_{тех} = \frac{1}{3.94 + 1 + 0.02}$	725,806	$Q_{фак} = \frac{1}{3.94 + 1 + 0.02 + 0.02 + 0.02}$	720
4	СКАОЛ	2.94	1	3.94	0.254	913,706	$Q_{тех} = \frac{1}{2.94 + 1 + 0.02}$	909,09	$Q_{фак} = \frac{1}{2.94 + 1 + 0.02 + 0.02 + 0.02}$	900

4.5. Иновативна автоматична монтажна машина 1 (ИАММ1)

Служебното предназначение на иновативна АМЛ е да извърши две операции, монтаж на щанцована метална чашка с болт М8х20mm (покупен) и застопоряване чрез електродъгово заваряване в защитен газ. Същевременно тя е пренастройваема.

Автоматичната машина 1 е изградена от метална рамка 1: От лявата и страна е монтиран на отделна застопорена стойка вибробункерно хранващо устройство 1 (ВБЗУ.1), хранвано с болтове М8х20 mm. Те се придвижват по улей на чашата в легнало положение с резбата напред или с главата на болтовете. Преди изхода на улей от чашата в средата му е изрязан линейен прорез с размер от 8.3 mm. Преминаването на болта се осъществява чрез микро скок или чрез приплъзване, резбата на болта винаги пропада на долу. После преминава в улей 2, който осигурява болтове в магазина. Чрез отсекател 3 се пропускат по един и пропада в магнитното гнездо на хоризонтален линейен модул 1 (ХЛМ.1), задвижван от пневматичен цилиндър Фиг. 4.10.

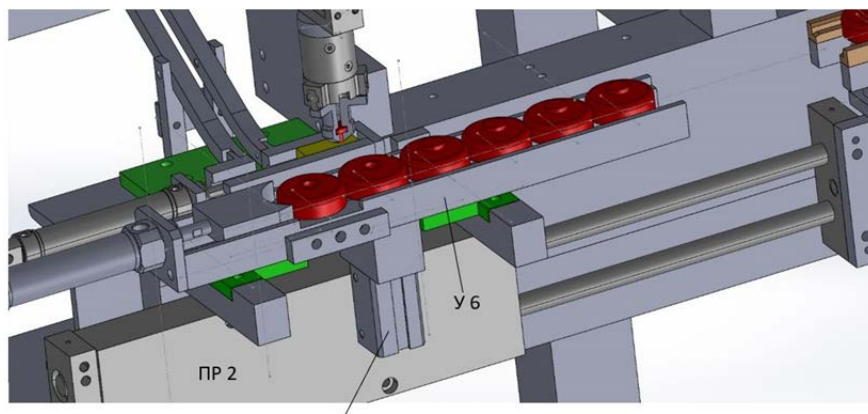


Фиг. 4.10 Автоматична машина 1- АМ 1

1. ВБЗУ – датчик за бункера;
2. Улей;
3. Отсекател;
4. ЛМ (линеен модул) с магнит за подаване на болта;
5. Долен ВЛМ (вертикален линеен модул) - за наличие на отвор;
6. ХЛМХ (хоризонтален линеен модул с хващач) вземи/постави;
7. Долен ХЛМ;
8. Монтиран вертикален модул ВЛМ;
9. ВЛМ (електродъгово заваряване МИГ/МАГ);
10. ДВМ (долен вертикален модул).

От дясната страна на АМ1 е монтиран ВБЗУ.2 на втора застопорена стойка. ВБЗУ.2 транспортира, ориентира и придвижва в улей 4, където се магазинират, а чрез отсекател 5 се пропускат по едни и пропадат в задвижван от ХЛМ.2, хранващ ХЛМ.3. От своя страна пневматичен ХЛМ.3 придвижва чашката на една стъпка по улей 6 на дясно. Центрова се отвората на чашката от пневматичен вертикален ВЛМ.4 Фиг. 4.11. От магнитното гнездо на пневматичния ХЛМ.1, пневматичния робот 1 (ПР1), чрез

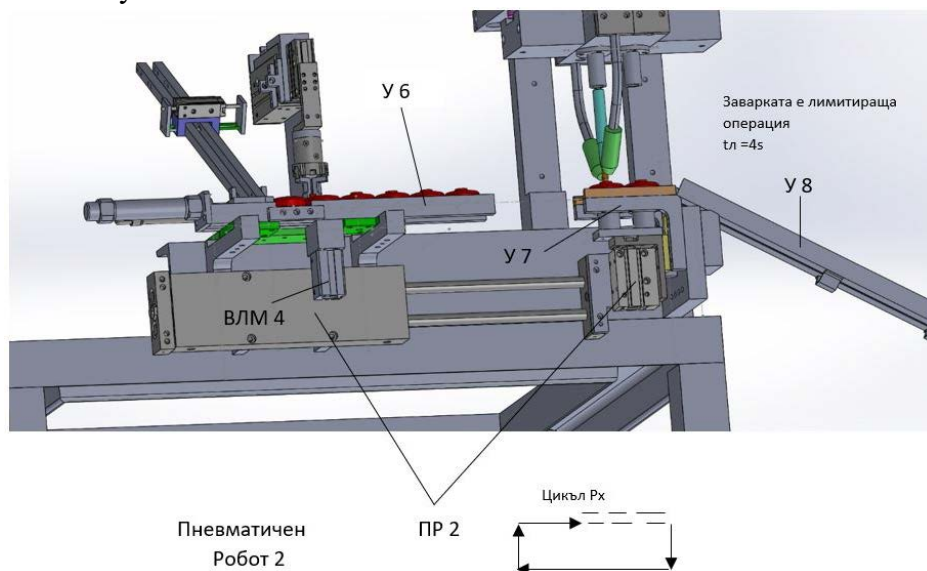
тричелюстен патронник взима болт M8x20 mm и извършва цикъл П- вземи-постави болт M8x20 mm в отвора на чашката.



Пневматичен ВЛМ 4

Фиг. 4.11 Контрол на чашката преди заваряване

Лимитиращата операция е заваряване на 2 точки болт- чашка. Тази операция е съобразена с един пневматичен вертикален модул 5 (ВЛМ.5), носещ заваръчните 4 бр. електроди едновременно заваряващи 2 бр. чашка/болт за време $t_{рл} = 4$ s, от заваръчен апарат МИГ/МАГ Фиг. 4.12. Понеже при заваряване се отделят искри, модулът е заграден с предпазен щит. По време на изпълнение на операция заваряване, пневматичния робот 2 изпълнява цикъл 2, вертикалният модул слиза надолу, следва придвижване на хоризонталния модул, после вертикалният модул се издига нагоре, изравнявайки се с улей 6.



Фиг.4.12. Заваряване на чашка с болт M8x20 mm

В същият момент е изпълнена заваръчна операция ВЛМ.5 в изходно положение. Следва задействане на ХЛМ.3, които придвижва два детайла- чашка/болт надясно, които от своя страна избутват заварените 2 бр. чашки от улей 6, пропадащи чрез улей 7 в палет, а ПР 2 е установил следващите 2 бр. чашка/болт в операции заваряване на улей 6.

Техническа характеристика на АМ 1 е представена в Таблица 4.5.

Таблица 4.5 Техническа характеристика на АМ 1

	Обозначение, мерна единица	Величина
Максималната производителност	Q_h , бр./h	1200
Инсталирана мощност	P, kW	20
захранващо напрежение	U, V, Hz	4x380, 50
Оперативни напрежения: Датчици и контролери	V	24
Сгъстен въздух с работно налягане	P, Мра	0,5- 0,6

4.6.Иновативна автоматична монтажна машина 2 (ИАММ 2)

Иновативната автоматична машина 2 фиг. 4.13 е проектирана и изработена за извършване последователно на следните стъпки:

Стъпка 1. Монтаж на операции- набиване на завареният детайл чашка/болт в тръбата;

Стъпка 2. Осъществява се контрол за проверка набиване на чашка/болт в тръбата, осигуряващ следващата работна позиция;

Стъпка 3. Лазерно заваряване на набитата чашка/ болт в тръбата. Тя е лимитиращата операция на АМ 2 при действителен такт $\tau^d = 4$ s/бр., осигуряваща производителност $Q_p = 900$ бр./ h.;

Стъпка 4. Свободна;

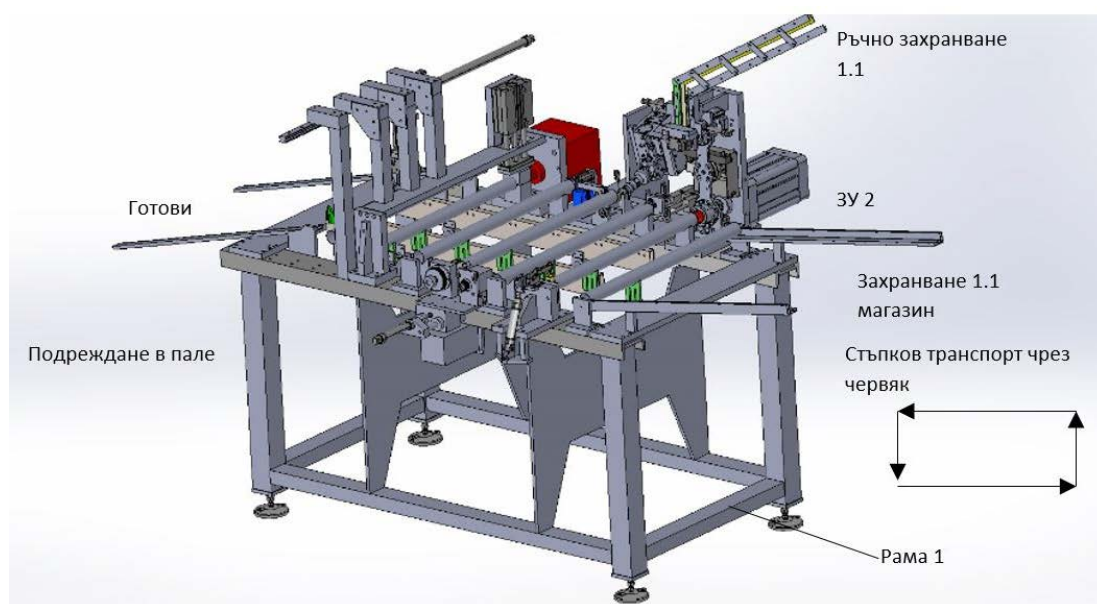
Стъпка 5. Тестване на заварката с натоварване чрез пневматичен цилиндър, осигуряващ натиск от 800 kg.;

Стъпка 6. При издържан тест, готовият детайл се прехвърля през улей в контейнер за готови изделия. Ако при теста се установи: лоша заварена чашка/болт с тръбата или не отговаря по дължина, или се спуска заваръчния шев на тръбата, детайла се отстранява за брак чрез пневматичен манипулатор в контейнер за брак. Автоматичната машина 2 е проектирана и изработена пренастройваема.

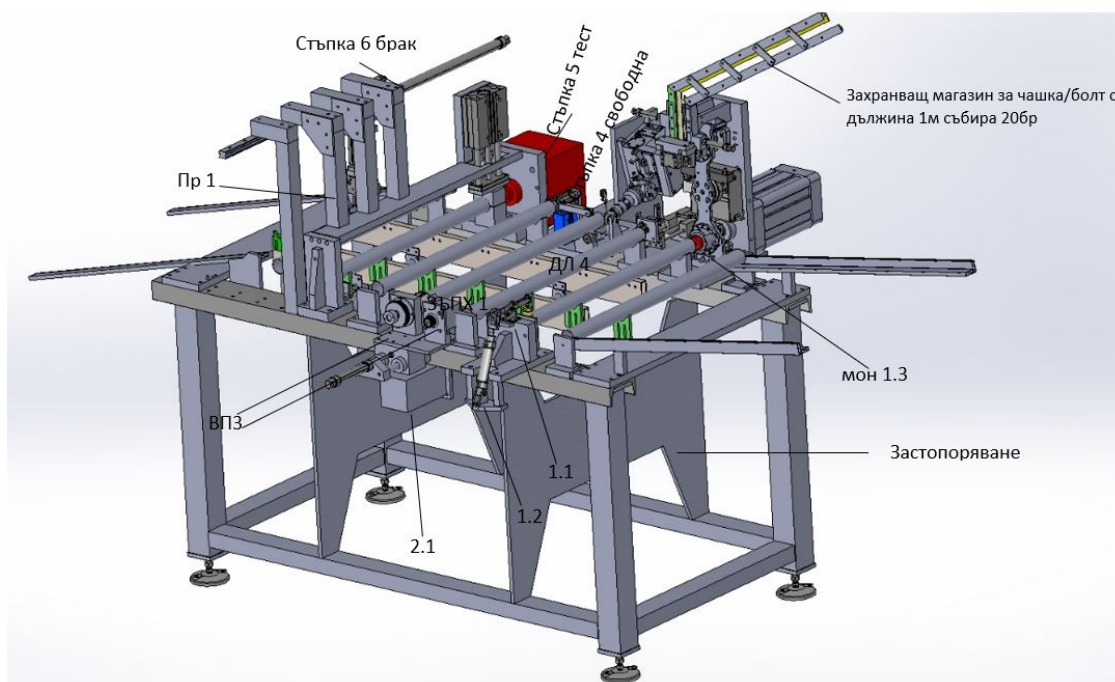
Всички операции осъществяващи монтаж, контрол, лазерно заваряване, свободна стъпка, тестване и пневматичен робот, отстраняващ брака се монтирани на основна рама, в която е вграден 7 стъпков линеен транспортър.

➤ Принцип на действие.

На рама 1 е установен захранващ магазин на тръби 1 (ЗМТ1) с дължина на улеите 1 m, с обем от 20 бр. Преместването на тръбите последователно на стъпка по стъпка се осъществява чрез 7 позиционен стъпков линеен транспортър 2 (7ПСЛТ 2). На него на разстояние една стъпка са монтирани 7 бр. легла 2.5. Задвижването се осъществява от серво-задвижване (комплект мотор- контролер) 2.1., чрез две верижни зъбни колела 2.6, обхванати от верига 2.2, която предава движението на 2 бр. верижни зъбни колела 2.3, а те от своя страна едновременно завъртат двата ексцентрика 2.4. Фиг. 4.14.

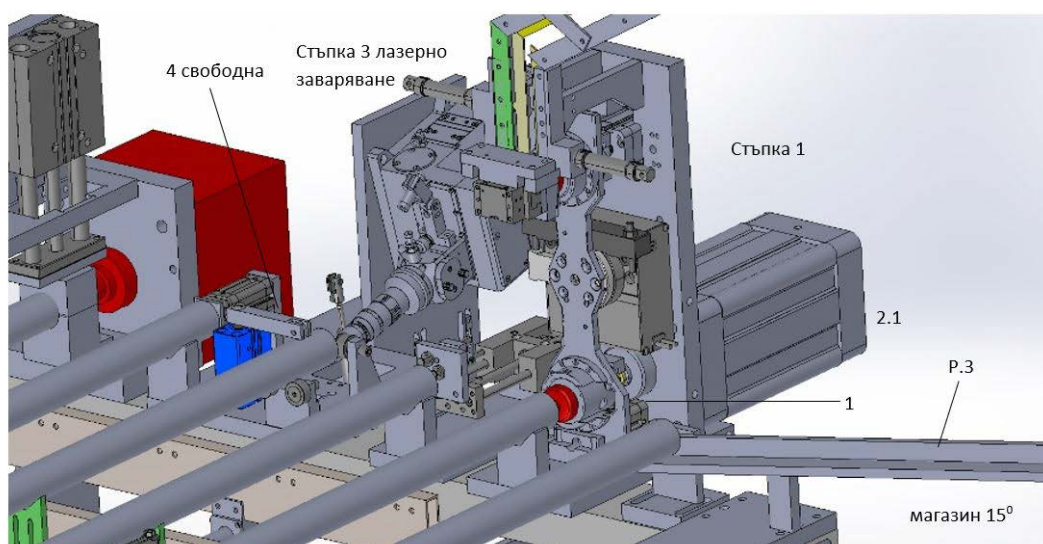


Фиг.4.13. Автоматична машина 2 (АМ 2)



Фиг. 4.14. Принцип на действие на АМ 2

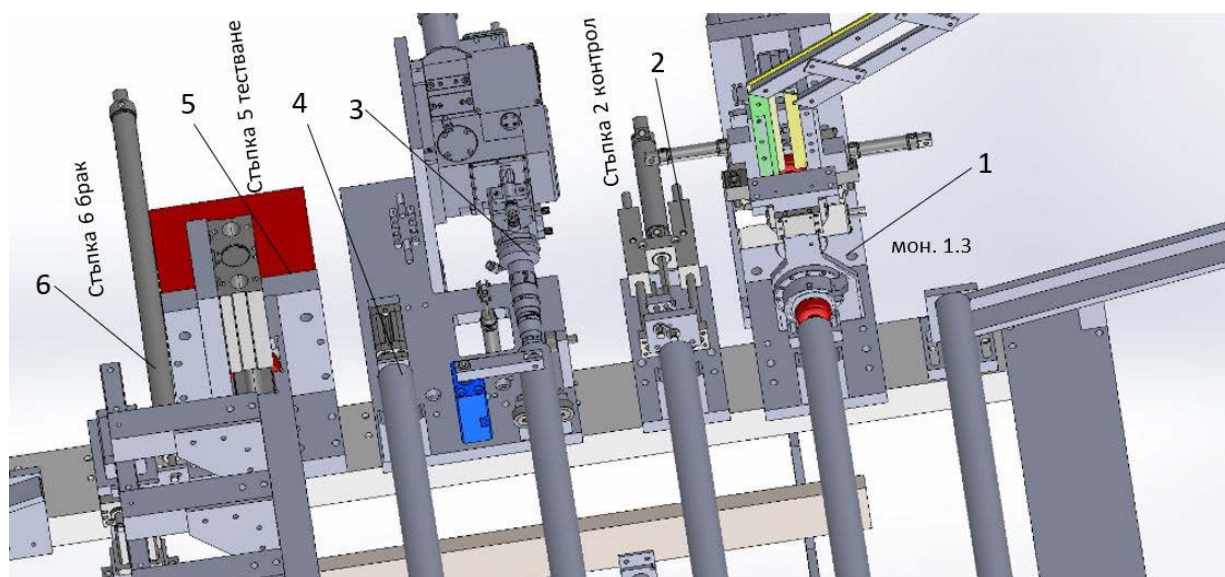
Така тръбата е установена на стъпка 1 (С.1), застопорена в левия край от кобилично затегателно устройство 1.1, задействано чрез пневматичен цилиндър 1.2. От дясната страна на АМ 2 е разположена монтажна операция- набиваща 1.3 (МОН 1.3) на чашка/болт в тръбата на крак „Адилс“, осъществявана от пневматичен цилиндър 1.4 фиг. 4.15



Фиг.4.15 Пневматично набиване на вече заварената чашка с тръба

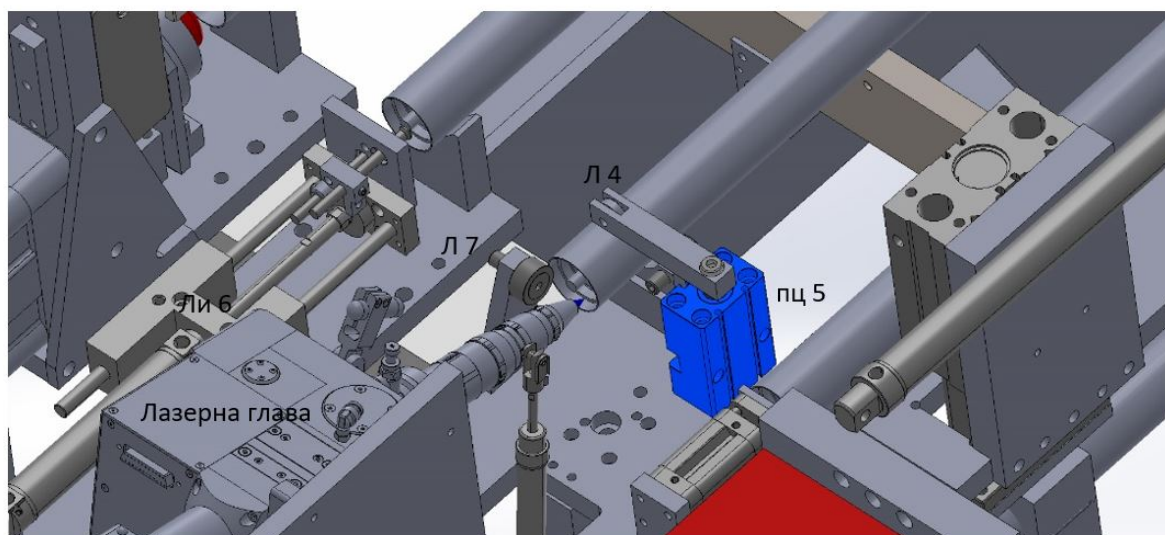
Чашка/болт се зарежда от оператора на АМ 2 по захранващ магазин 2 (М2) с дължина 1 м., поемащ 20 бр. чашки и осигуряващ гравитационното им придвижване (стр 2.3) В долният край на 3М2 се отсичат по един от отсекател 1.5 (О1.5) и отсекател 1.6 (О1.6). При зареждането на чашка/болт в 3М2 ориентирането им трябва задължително да се осигури, лицето на заварената глава болт М8х20 mm (чашката да сочи отвора на тръбата- крак, а срещуположното лице резба отворена чашка към хващач 1.7 (Х 1.7), монтирани в двете срещуположни посоки на въртяща се ръка 1.8 (ВР 1.8) на половин оборот. Докато в горният край на ВР 1.8 се зарежда с чашка/болт, в долният ѝ край хоризонтал 1.7 се освобождава чашка/болт, който извършва монтажните операция МОН 1.3 от пневматичен цилиндър 1.4.

В стъпка 2 се извършва контролна операция 2.1 (СКО 2.1) дали е набита правилно чашка/болт в тръбата и проверка на дължината на тръбата на крак „Адилс“ L= 686 mm Фиг. 4.16.



Фиг. 4.16. Контролираща операция в стъпка 2

Следващата стъпка 3 (С3) е лимитиращата операция лазерно заваряване А31 (С3 ЛЗ 1) Фиг. 4.17. Ако извършеният резултат на стъпка 2 е удовлетворителен, чрез 7ПСЛТ2, тръбата с набитата чашка се установява на стъпка 3 (С3). В левият си край е обхваната външната цилиндрична част на тръбата от три челюстен пневматичен хващач 3ЧПХ1 (С3ЧПХ1), осигуряващ необходимото завъртане на 1 оборот от серво-задвижване (мотор-контролер) СЗМК.2, задвижващ хващача СЗЧПХ1, чрез верижна предавка 3 (ВПЗ). Десният край на тръбата е установена между външните гривни на два лагера 4 (Л4). Горният лагер 4 лагериува в единия край на плана, която в срещуположния си край е неподвижно хваната за буталния болт на буталото от пневматичен цилиндър 5 (СЗПЦ5), осигуряващ контакт с лагер 4 с тръбата. Долният лагер 4 е установен в планка, осигуряваща въртенето му. Външната гривна на лагер 7 (ВГЛ7) се завърта и притиска тръбата, а външната гривна е закрепена посредством валче, установено с планка закрепена неподвижно към рамата на АМ 2. Тя осигурява твърдият упор на осовото изместване на тръбата. Лагерите: горен лагер 4, долен лагер 4 и член лагер 7 фиксират центровката на тръбата и осигуряват настройката на главата 8 на лазерния източник 6. Следва завъртане на тръбата на 1 оборот през което време лазерният лъч осигурява качествено лазерно заваряване на чашка/болт с тръбата.



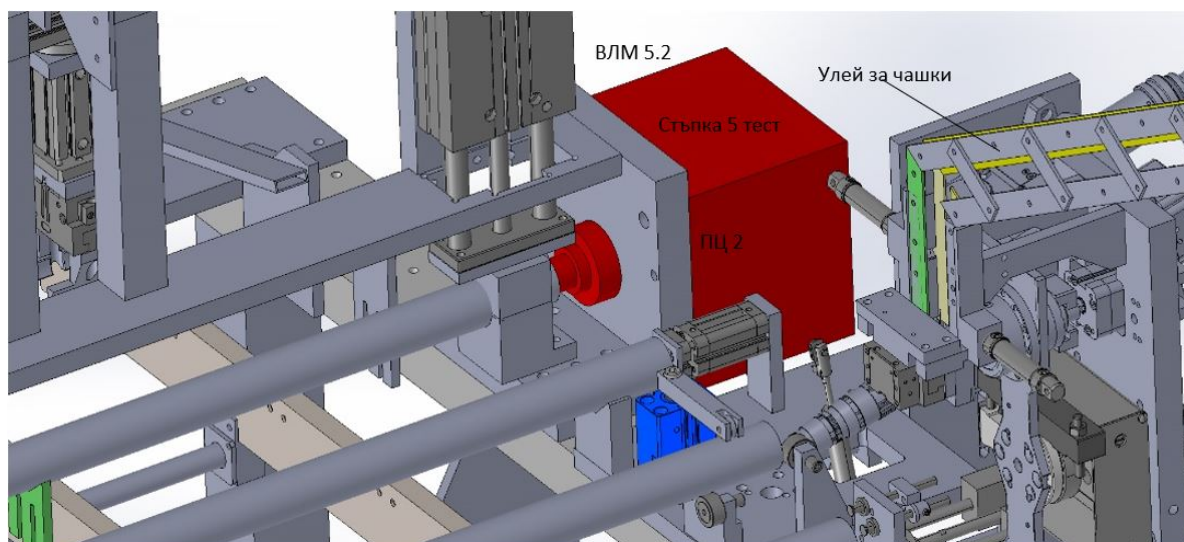
Тз- лимитираща с заваряване
за калкулирано време

Фиг. 4.17. Заваряване на тръбата с чашката

Стъпка 4 е свободна.

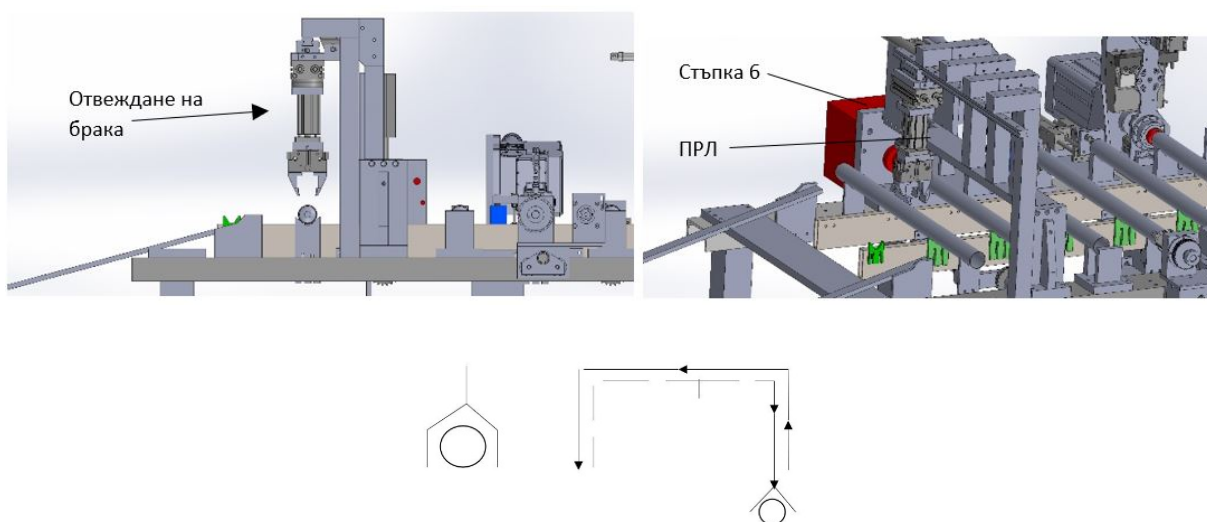
В следващата стъпка 5 (С5) се извършва тест за изпитване на лазерната заварка между тръбата и чашка/болт. Чрез 7 позициониращ стъпков линеен транспортър 2 (7ПСЛТ2) се премества на една стъпка детайла-тръба от стъпка 4 в стъпка 5 и го установява в двучелюстно затегателно приспособление ЗП 5.1 (С5.ЗП.5.1). Чрез вертикалния пневматичен линеен модул 5.2 (ВПЛМ5.2) се осигурява застопоряването на детайла, с помощта на двучелюстното затегателно приспособление 5.2. След това се

задейства натиск по чашка/болт от натиск 800 kg, посредством пневматичен цилиндър 5.3 Фиг.4.18



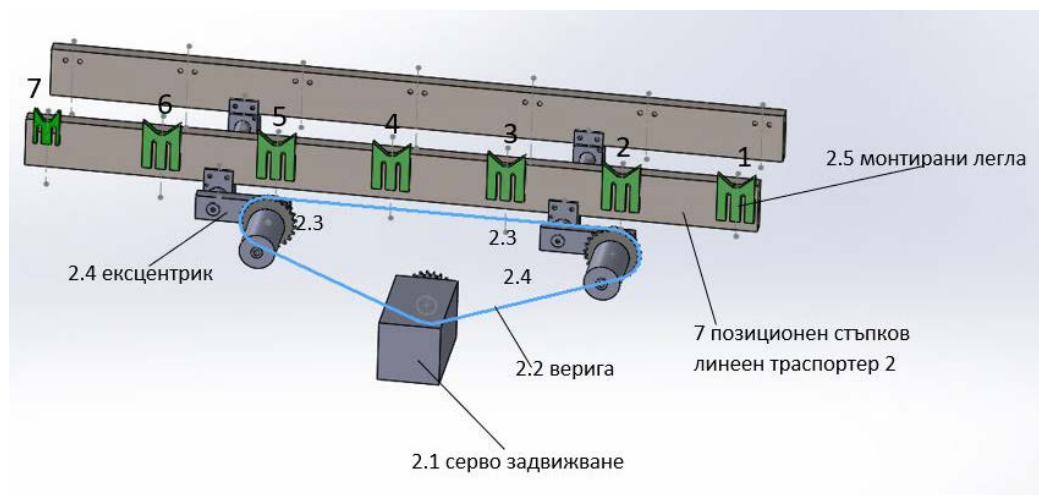
Фиг. 4.18. Тестване на заварения крак

На съпка 6 проверената тръба крак „Адилс“ се премества чрез 7 позиционния съпков линеен транспортьор 2 (7ПСЛТ2) в съпка 6. Ако детайлът не е издържал теста, се захваща от двучелюстен пневматичен хващач на промишлен робот 1 (ПР1), задвижва пневматично и се извежда перпендикулярно от АМ2 като описва цикъл „вземане-транспортиране“ и поставяне в контейнер за брак Фиг. 4.19.



Фиг. 4.19. Отвеждане на брака

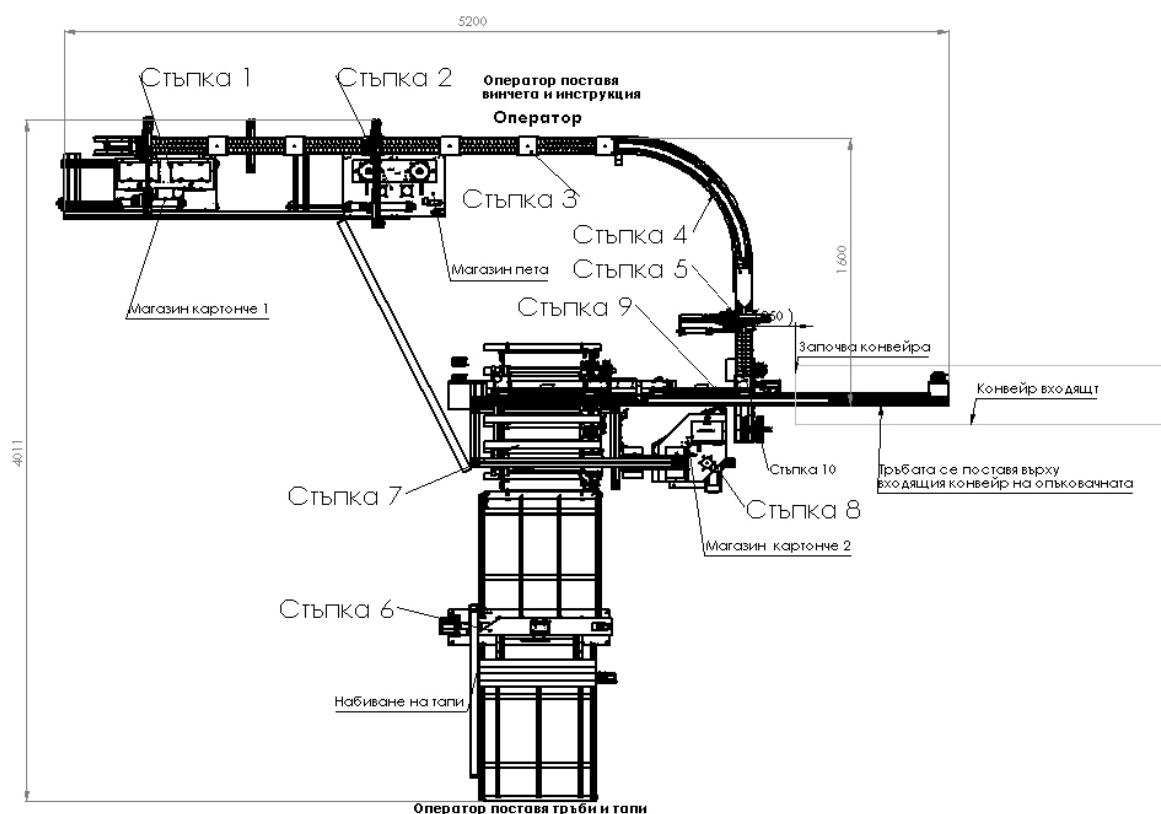
Крак „Адилс“ издържал теста чрез издаващ улей 7 се транспортира в палет готови изделия. Фиг. 4.20



Фиг. 4.20. 7-Стъпков линеен транспортър

4.7. Иновативна полуавтоматична опаковъчна линия (ИПАОЛ)

На фиг. 4.21 е представена структурната компоновка на къса иновативна пренастройваема полуавтоматична линия за опаковане на крака „Къри“ и „Адилс“. Производството на краката е масово. Съвместен монтаж на крака и плота изграждат маси. С промяната на вътрешния дизайн се променя и дизайнът на масите, което се отразява и на дизайна и на масите.



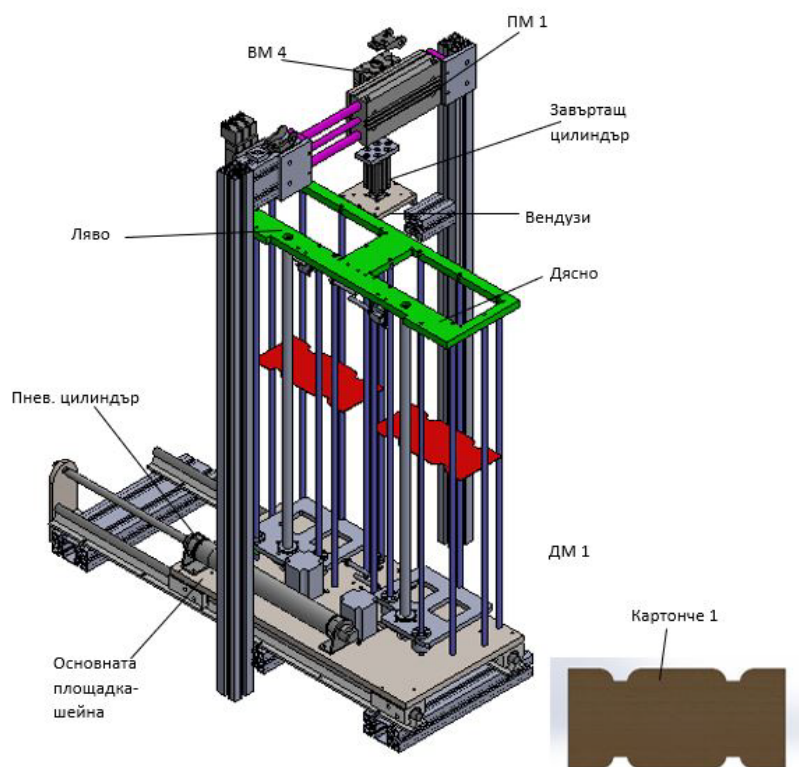
Фиг. 4.21. Структурна компоновка на опаковъчна линия

Полуавтоматичната линия е изградена от три участъка. Участък 1 (У1) се състои от 5 стъпки (позиции), Участък 2 (У2) от 3 стъпки (перпендикулярен на У1) и трети събирателен участък 3 УЗ- от 2 стъпки.

В Участък 1 последователно са разположени позициите реализиращи монтажните стъпки на основните и спомагателните операции при манипулиране на детайлите за опаковане както следва:

Стъпка 1- Фиг. 4.22. Захранваща позиция с картонче 1 (K1). То е щанцовано и беговано на две оразмерени места. Изработено е от микро велпапе/ KRAFT хартия, профил- вълна Е с дебелина $\delta = 1,5 \text{ mm}$, дължина $L = 230 \text{ mm}$ и ширина $b = 106 \text{ mm}$. Зареждат се касети с височина от 650 mm. Всяка касета има обем от 430 бр. картонче 1.

Захранващата позиция е съоръжена с двупозиционен магазин 1 (ДМ1), разположен на основна площадка- шейна 1. Той се придвижва и фиксира линейно в ляво или дясно положение от пневматичен цилиндър 1 (ПЦ 1). Зарежда се с 2 пълни касети. НА шейната са разположени 2 бр. стъпкови електро-двигатели, задвижвани чрез редуктора, 2 бр. вертикални винтове с гайки (с метрична резба). Всяка гайка е неподвижно свързана с носеща планка. Магазинираните картонче 1 в касети ляв и десен се повдигат самостоятелно на една стъпка $a = 1,5 \text{ mm}$ нагоре.

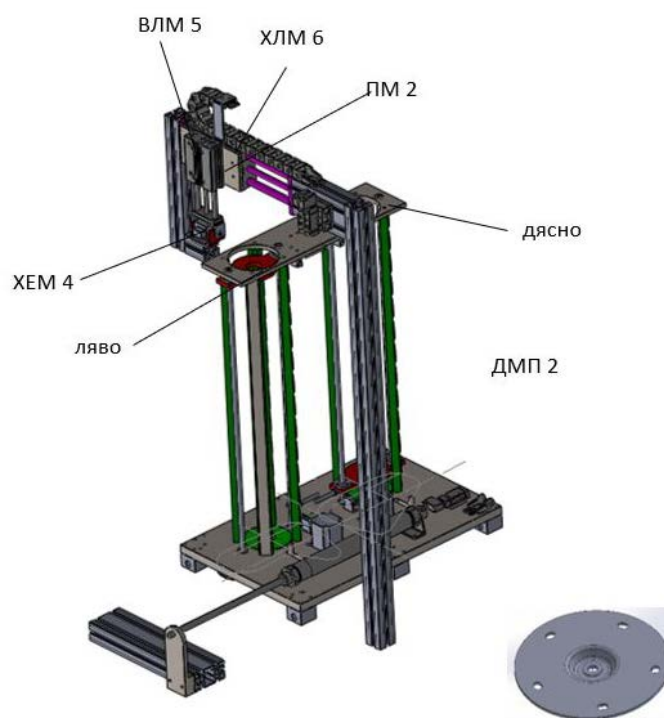


Фиг. 4.22 Захранваща позиция с картонче 1

Над двупозиционният магазин е монтиран пневматичен манипулатор 1 (ПМ1). Изграден е от: хоризонтален модул 5 (ХМ5), вертикален модул 4 (ВМ4), завъртащ модул 6 (ЗМ6) с разположен хващач/планка, на която са разположени 4 бр. вакуумни засмукващи дискови смукалки тип вендузи. ПМ1 взема чрез вендузите K1 от лявата касета, разположена в ДМ1. Едновременно с транспортирането, картонче 1 се завърта на 90° ; Следва манипулиране с натиск на K1 върху приспособление- спътник, закрепен

неподвижно върху линеен пластинчат транспортър и осигуряващ изтегляне нагоре на двете пера/ капачета по бегованата част от К1. Така се постига цикъл „П“, засмукване-транспортиране линейно и завъртане на 90 °- поставяне с натиск. Този цикъл се повтаря до изчерпването на лявата касета на К1 от ДМ1. Следва преместване на една стъпка до дясната пълна касета с К1 от ДМ1. В това време се зарежда лявата празна касета с К1 от оператора.

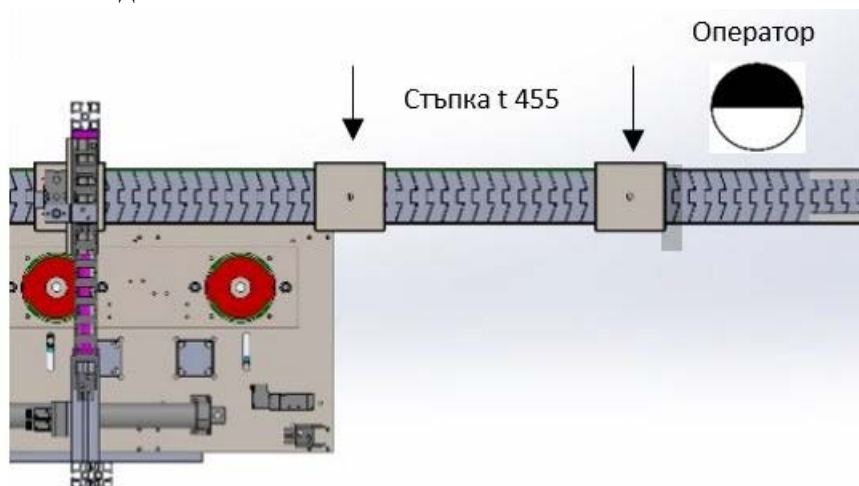
Стъпка 2- Фиг. 4.23. Следва захранваща позиция 2 с детайл „Пета“. Пластинчатият транспортър премества приспособлението спътник с оформеното вече дъно на кутийка от К1. Детайлът „Пета“ също се зарежда в лява и дясна касети, захранващи вторият двупозиционен магазин (ДМ2). Касети лява, дясна и ДМ2 са проектирани и изработени по размери на „Пета“ с диаметър $d = 109 \text{ mm}$ и дебелина $\delta = 4,5 \text{ mm}$. Всяка касета е с височина $h = 675 \text{ mm}$, съхраняваща по 150 бр. детайла. Промисленият пневматичен манипулатор 2 (ПМ2) е изграден също от ХЛМ6, ВЛМ5 и хващач електромагнитен (ХЕМ4). Постигнат е същият цикъл „П“ вземи/ ХЕМ- транспортирай- постави в оформеното дъно на кутийка от К1, носено от приспособление спътник, неподвижно закрепен върху пластинчатия транспортър. Принципът на действие на ДПМ2 е същият като ДПМ1. След изразходване на „Пета“ от лява касета, на една стъпка се премества дясна пълна касета от ДПМ2. Празната лява касета се зарежда с „Пета“ от оператор.



Фиг. 4.23 Магазин за пета

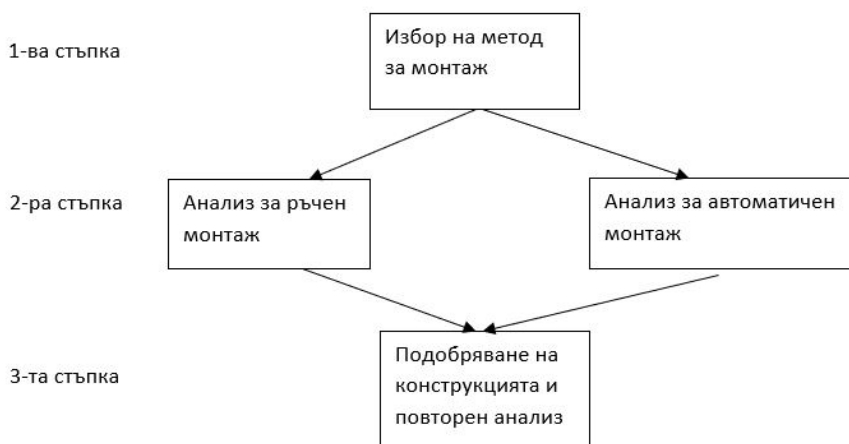
Стъпка 3- Фиг.4.25. На тази позиция и двата елемента както „инструкция за монтаж“, така и „5 бр. винтчета- опаковани в PVC“ са покупни. От направеният в глава 2 поелементен анализ, извършен по диференциална схема на всеки отделен детайл за автоматизационно производство за двата покупни елемента: „инструкция за монтаж“ с сумарен бал $\Sigma b = 31$ с характеристика на категория на сложност $K=4$ и 5 бр. винтове, опаковани в PVC, сумарен бал $\Sigma b = 22$ с характеристика на категория на сложност $K=3$

по методиката на катедра АДП (литература- РЛУКПА- стр 6) са необходими допълнителни изследвания.



Фиг. 4.25. Ръчно манипулиране на „инструкция за монтаж“ и 5 бр. винтчета

Разгледан е също така използваният и препоръчван от доста конструктори подход за анализ при „монтажопригодно проектиране“, създаден от Дж. Бутройд и П. Дюъртс. Отнася се до минимализиране на разходите за монтаж, заедно с наложените ограничения от други конструктивни особености на разгледаното изделие. Той е систематичен и процесът се реализира стъпка по стъпка, Фиг. 4.26.



Фиг. 4.26. Етапи на анализ при „монтажно проектиране“

На фиг. 4.26 са показани етапите на анализ при „монтажно пригодно проектиране“. Но при избора на метод в монтажа, основното е минимализиране на разходите, които определят етапа на проектирането. Конструкторът трябва да се запознае с параметрите на изделието, производствената програма, броя на детайлите, инвестиционната политика на фирмата и др. Препоръчват избраната монтажна система, която вероятно ще е най-икономична. Изисква се да се разполага с мярка, колко е ефективна конструкцията от гледна точка на монтажа.

Методиката показва как да се оцени този фактор, дали се възприема ръчен или автоматичен монтаж.

Разработват се варианти от възможни основни типове монтажни системи. Препоръчват три основни метода за монтаж:

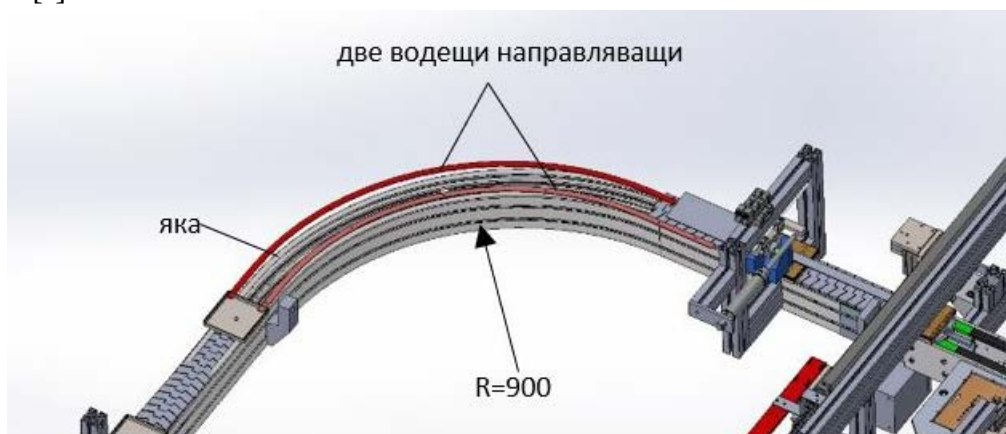
- Ръчен монтаж (РМ);
- Специални монтажни машини (СММ). Транспортната система работи на стъпков (синхронен) принцип (АС) или свободен (не синхронен) принцип (АН). Детайлите, участващи в монтажните операции- основни и спомагателни; да са със сравнително високо качество; да не предизвиква дефекти, увеличаващи извън цикловите загуби на време; да работят на фиксирано циклово работно време, осигуряваща темпа на производството;
- Програмируеми монтажни машини. Те са подобни на несинхронните специални машини. Работните глави са програмируеми, които могат да извършват повече от една монтажна операция на една работна позиция.

Следва разглеждане и анализиране на подобрената конструкция, като се прави повторен анализ. Прави се подробно изчисляване на себестойността на представените варианти и се взема решение.

За нашият случай елементите са покупни и е много трудно да се съгласят производителите да решават въпроса. Проектантите работят за автоматизиране на тези две захранващи позиции.

На този етап манипулирането на инструкция за монтаж и 5 бр. винтове, опаковани в плик от PVC се извършва ръчно от оператор.

Стъпка 4.- Фиг. 4.27. Позиция 4 е характерна с това, че е начало на едновременно съвместяващи се с разполагане на завои 3 от стъпковият клетъчен транспортър, осъществяващ реализиране на ъгъл от 90° , с радиус $R = 900 \text{ mm}$ и започване постепенното сгъване (прегъване на две пера/капачета от втората бегована част на повърхността на K1. Това се осъществява с помощта на „яка“ и входящи направляващи 2 бр., оформящи долната кутийка при стъпковото движение на транспортната система. Тя е изградена от пластмасов пластинчат транспортър с монтирани неподвижно 24 бр. метални приспособления спътници със специален профил. Разстоянието между два съседни спътника е $L = 455 \text{ mm}$. Транспортната система работи на стъпков принцип, с такт $\tau^{\text{д}} = 5 \text{ [s]}$.



Фиг. 4.27 Сгъване на две пера/ картончета

Налага се изпълнението на завои 3 по конструктивни съображения както следва:

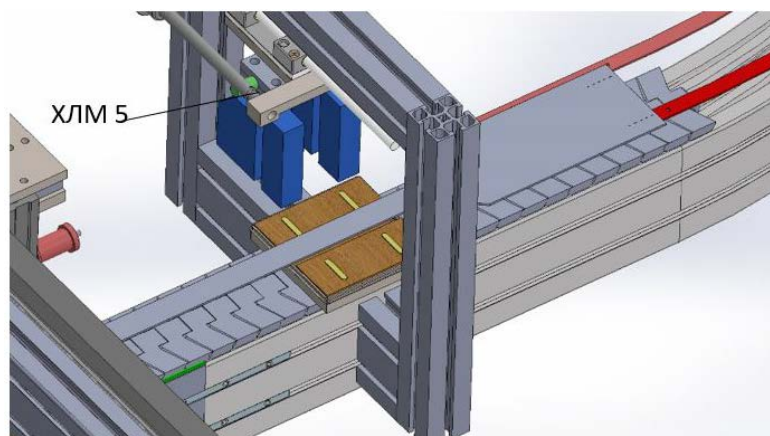
1. Преориентиране на приспособленията спътници, закрепени неподвижно към стъпковия клетъчен транспортър на ъгъл 90° , носещ вече притиснатите капачета на K1 от яка 1 и двете водещи направляващи 2, оформили затварянето на долната кутийка. На тях ще се нанасят лепило в следващата позиция 5.

2. Осигуряване съвместяване на монтажа, операция 10- залепване на долна кутийка/К1 с картонче 2 (К2) чрез перпендикулярно събиране на У1 и У2.
3. Това е началото на третият участък 3 (У3), т.е. събиране на У1, У2 и У3 в съвместната монтажна операция 10- залепване от позиция 10.

Стъпка 5.- Фиг. 4.28. На позиция 5 се осъществява основната лимитираща операция. Нанася се топло лепило „Хотмел“ на фирма „Хенкел“ върху двете капачета на долната кутийка.

Позиция 5 е завършващата последна част от завоя 3 на стъпковия клетъчен транспортър (СКТ), перпендикулярно разположен на пневматичния хоризонтален линейен модул 5 (ХЛМ5). От предната част на ХЛМ5 са монтирани успоредно два пистолета с междинно разстояние един от друг- 52 mm.

Преди навлизането на долната кутийка в позиция се покрива с водеща неподвижна притискаща плоча 1 с ширина от 90 mm, стесняваща се ширина от 25 mm при установяването на приспособлението спътник. В този момент хоризонталния линейен модул 5 (ХЛМ5) се придвижва напред. Чрез двата пистолета се нанася лепилото на капки по 4 g. на двете пера на К1, чрез налягане и определена температура (30°C). Количеството дозирано лепило и определената температура се настройват от контролера на машината.



Фиг. 4.28 Капково нанасяне на топло лепило

Такта на У1 е 5 [s], които осигуряват за това време да се изпари част от разредителя, осигуряващ моментно залепване от 3,94 [s] с К2.

Следва преместване на приспособлението спътник на следващата съвместима монтажна залепваща позиция 10.

Участък 2 (У2) се съвместява перпендикулярно с У1. В него са реализирани последователно три стъпки, изпълняващи необходимите основни и спомагателни операции както следва:

Стъпка 6- Фиг. 4.29. На позиция 6 се изпълнява операция набиване на тапа 6 (покупна) в тръба/крак 5 от ф50/ф40 mm, с монтирани и заварени с чашка/болт от ф48/ф38 mm- боядисани. Позиция 6 разполага с : входящ захранващ магазин на тръба/чашка винт 1 (ВЗМТЧ1), с дължина L= 1 m и обем от 20/25 бр. и входящ захранващ магазин за тапи 2 (ВЗМТ2) с дължина L= 1 m и обем от 20/26 бр.

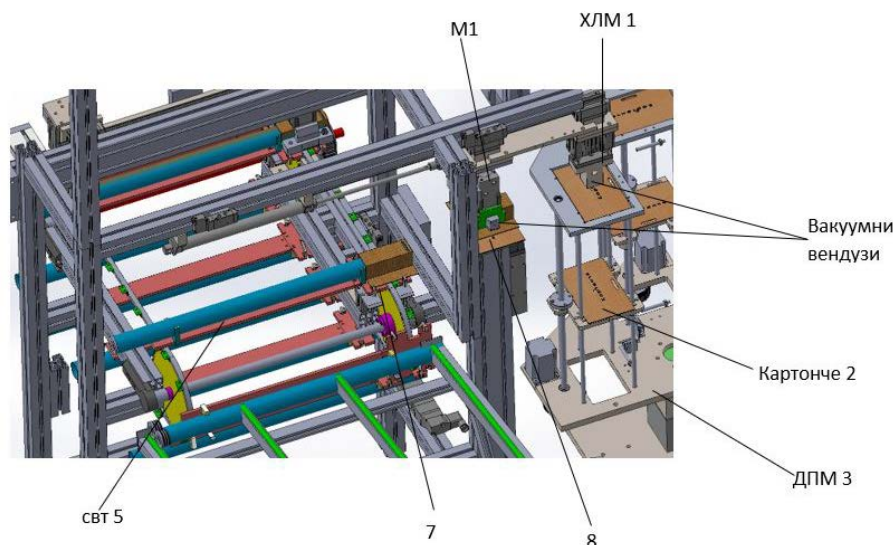


Фиг. 4.29 Хоризонтален модул- набиване на тапа

Магазините са разположени под ъгъл 20°C , осигуряващ придвижването на детайлите под собственото им тегло. От ВЗМТЧ1 тръба/крак пропада и се установява в затегателно приспособление, а от ВЗМТ2 чрез отсекател се установява в пневматичния хоризонтален линеен модул 3 (ХЛМ3), който извършва набиването.

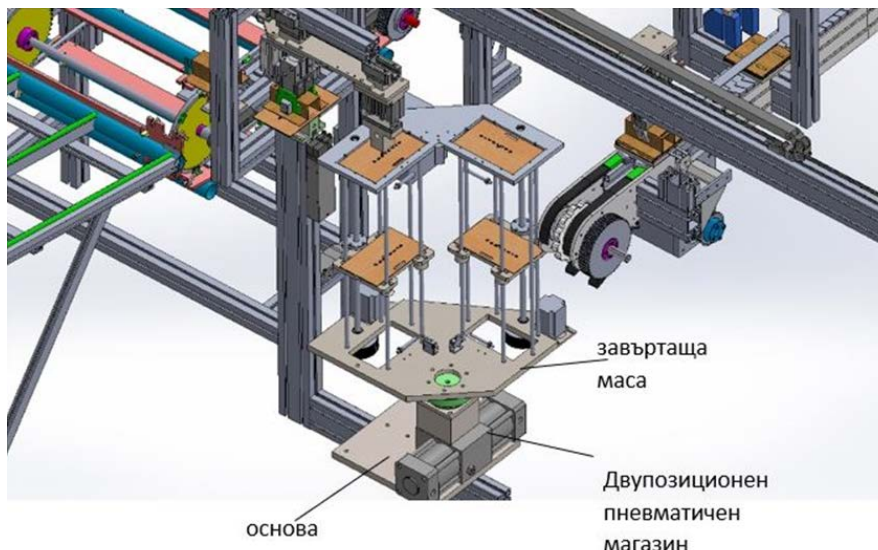
Следва освобождаване на тръба/крак от установъчното приспособление, пропада в изходящ захранващ магазин 4 (ИЗМ4).

Стъпка 7.- Фиг. 4.30. Позиция 7 е изградена от стъпков верижен транспортър 5 (СВТ5), задвижван от серводвигател. На него са установени 11 бр. приспособления носачи 6 с междинно разстояние $L = 240 \text{ mm}$. На тях са монтирани автоматични самозадействащи захранващи устройства 7, в които се установяват тръба/крак и оформено К2. К2 се засмуква от 2 бр. вакуумни засмукващи дискови смукателни вендузи от NBR, закрепени на комбиниран хващач с челюсти 4, носени от вертикалния модул на пневматичния манипулатор 1 (ПМ1). Хоризонталният линеен модул от ПМ1, пренася на една стъпка К2 върху оформящо приспособление 8. К2 се оформя по бегованата част като формата на буква „П“ с две пера/картончета, прегънати хоризонтално, които ще се залепят с долната кутийка. Готовият профил на К2, чрез комбинираният хващач на М1 се манипулира върху тръбата, установена на автоматичното самодействащо устройство 7 от стъпковия верижен транспортър.



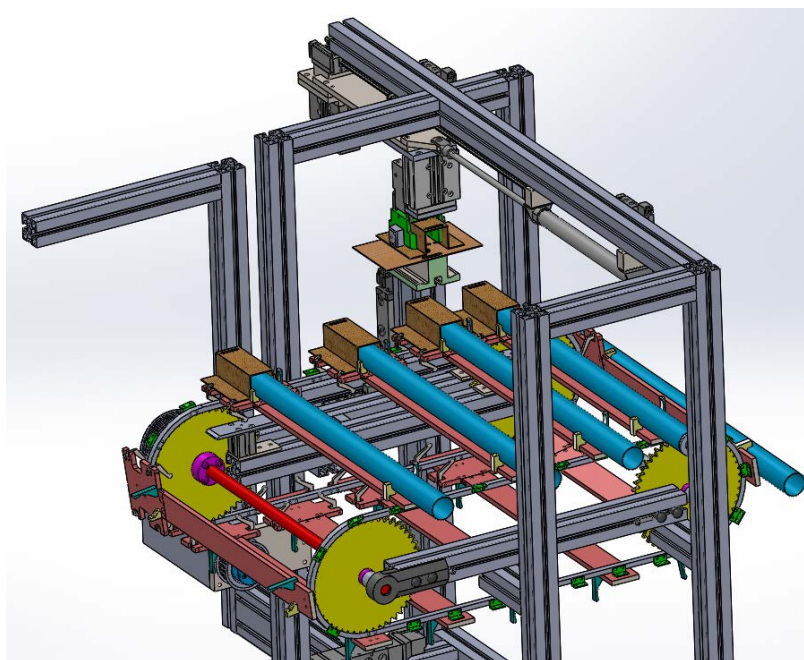
Фиг. 4.30 Стъпков верижен транспортър

Стъпка 8. - Фиг.4.31. В позиция 8 на основа 1 е разположен пневматичен ротационен цилиндър 2, носеща ляв и десен магазини от двупозиционния магазин 3. Магазините се захранват с пълни касети от К2 с обем от 430 бр. в касета. При изпразване на едната, магазина се завърта на ъгъл от 90° от пълната касета. Празната се зарежда с К2 от оператор. К2 се повдига на една стъпка през стъпков електродвигател, задвижващ вертикален винт с гайка, на която е закрепен палец- носещ К2.



Фиг.4.31Двупозиционен магазин за К2

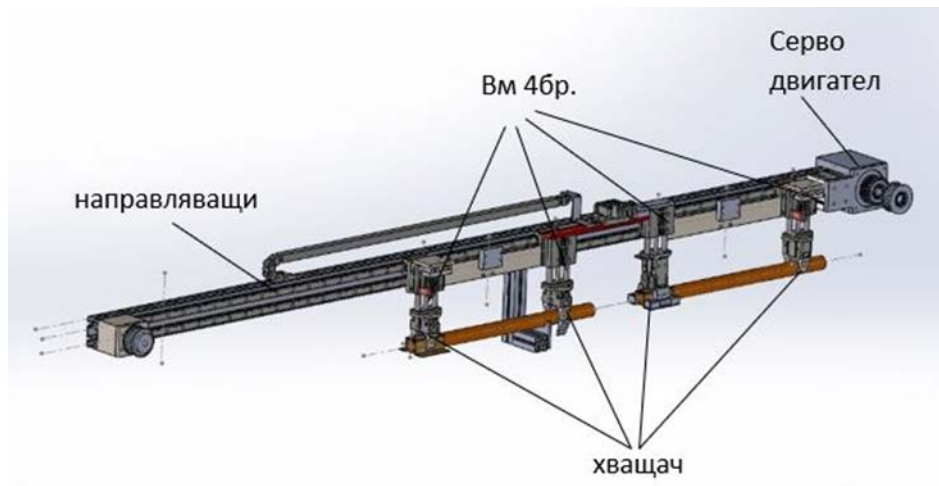
Участък 3 - Фиг. 4.32. Той е събирателен участък



Фиг. 4.32 Общ вид на участък 3

Стъпка 9. – Фиг. 4.33. Позиция 9 показва разположението на манипулатор 2 (М2) за едновременно пренасяне на две тръби. Той е с обща каретка 1, с дължина 2 m, на която са разположени 4 броя вертикални модула. Всеки вертикален модул 3 разполага с хващач. Каретката 1 се придвижва по профилни направляващи 2 с дължина 6 m, с

помощта на лагери. В двата края на каретката 1 е захванат отворен ремък, задвижван чрез серво задвижване (комплект мотор- контролер). Каретката на М2 съвместява едновременно манипулирането: от дясната ѝ страна двата вертикални модула с хващач взимат окомплектованата тръба с К2 от стъпковия верижен транспортър на У2 и от лявата част останалите два вертикални модула хващачи, вземат вече залепената долна кутийка от К1 и тръба, обхваната от К2.



Фиг.4.33 Манипулатор за пренос на тръби

В позиция 10 на У1 следва издигане на двете тръби на една стъпка нагоре, издигнати двете тръби в горното крайно положение. Каретката се придвижва на ляво до твърд упор. Започва пускането на двете тръби. Тази която е комплектована (залепена) се поставя на лентов транспортър, който я придвижва за опаковане с PVC, а втората тръба окомплектована с К2 се установява в позиция 10 на У1, където се осъществява залепването. Следва връщане на празен ход до твърд упор в крайната дясна част на манипулатор 2.

4.8. Структурна компоновка на иновативна автоматична опаковъчна линия

Служебното предназначение на структурната компоновка на иновативната автоматична опаковъчна линия е да се извършат последователно две опаковки, показана на фиг. 4.34



Фиг.4.34 Структурна компоновка на ИАОЛ

В позиция 1 се извършва първичната опаковка чрез проектираната, изработена и внедрена в експлоатация иновативна полуавтоматична опаковъчна линия, изградена в три участъка. В участък 1 (Уч 1) е монтиран линейен стъпков пластинчат транспортър с дължина 10,9 m, на който са разположени 24 броя приспособления- спътници, закрепени

неподвижно на стъпка $L = 455 \text{ mm}$. Последователно се манипулират картонче 1, пета-метал, инструкция за монтаж, 5 броя винтчета опаковани в PVC, нанасяне на топло лепило „Хотмел“.

В участък 2 (У2) е монтиран верижен стъпков транспортър с дължина $L = 1,8 \text{ m}$, на който са разположени 12 броя автоматични хващачи на разстояние $152,4 \text{ mm}$ със стъпка $3/8$ цола по стандарта на DIN ISO 08-B1. Последователно се манипулират: тапа с пета, тръба (крак), чашка/болт и картонче 2.

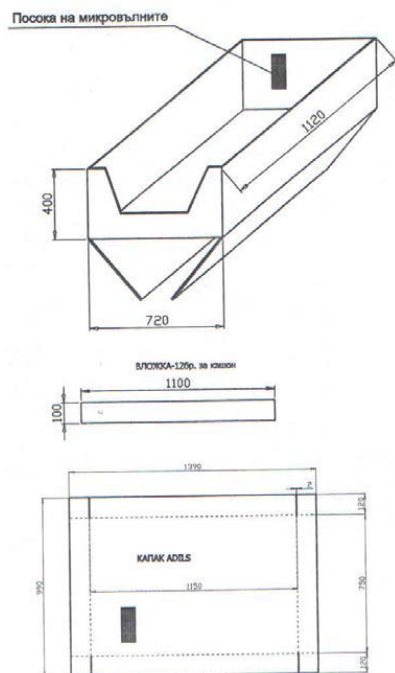
Тук се съвместява У1, У2 и У3 и така се осъществява залепването на долната кутийка (картонче 1) и горната кутийка (картонче 2). Така се осъществява първичната опаковка в участък 3 (У3), полуфабриката (тръба) с кутийка, която комплексно се манипулира върху линеен транспортър с плоска лента (позиция 2) с дължина $L = 3 \text{ m}$ и ширина 500 mm .

В тази позиция 2 участва оператор, извършващ две манипулации за захранване на автоматичната опаковъчна машина на фирма PACTUR, модел AUTO 30L, позиция 3. Тук се осъществява автоматично и втората опаковка с термо свиваемо фолио тип „ФЛЕКСОСИЙЛ“- PE-HD, чрез която се облича тръбата с първата опаковка. Използваното фолио е с висока плътност с дебелина $\delta = 19 \text{ }\mu\text{m}$, ширина $b = 250 \text{ mm}$ и намотано на ролка с дължина $L = 1000 \text{ m}$, с остатък около 40 mm брак. Автоматичната машина е с производителност $Q = 24 \text{ бр./min}$.

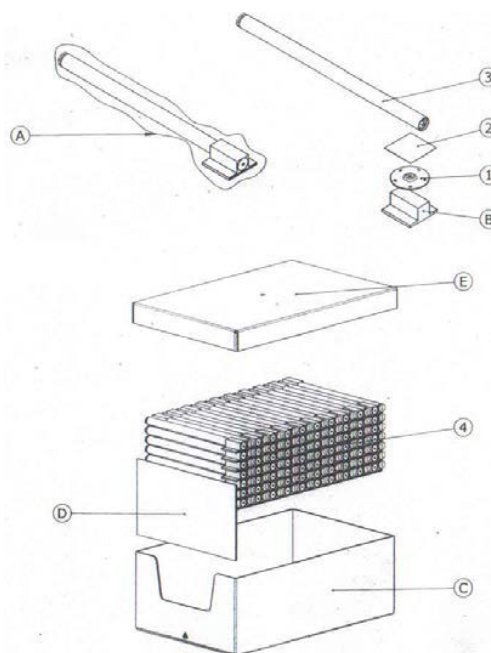
Фолираната вторична (облечена) опаковка навлиза в термотунела/пещ (позиция 4), осигуряващ температура между $T = 160 \div 180 \text{ }^\circ\text{C}$. При излизането на изделието от термо тунела се оформя плътен пакет, съвместяващ тръбата с кутийка 1 и 2. Готовият продукт се поема от линеен транспортър с плоска лента (позиция 5), където се изстудява до стайна температура. Следва автоматично залепване на продукта с баркод след което пристъпват към опаковане в кашони.

На фиг. 4.35 са показани вътрешните размери на дъното, капака, вложката за груповата опаковка „Крак Адилс“ за 140 броя детайли в кашон. Велпапето за кашоните са предварително нарязани, биговани, подредени в пакети и след това разлистени на място и оформени от оператор.

Оператор ръчно подрежда готовият продукт в кашоните от велпапе. За да бъдат плътно подредени пакетите в кашоните, те се завъртат на $180 \text{ }^\circ\text{C}$ през пакет. На фиг. 4.36 е показан пакетиращия готов продукт А, опакован в термо свиваемо фолио.



Фиг. 4.35. Размери на кашон



Фиг. 4.36. Подреждане на опаковка „Крак 2“

В предварително оформената кутия В се вгражда цялостната опаковка на диск 1, инструкция за монтаж 2, полиетиленов плик с метални винтове и нанизване на тръба 3.

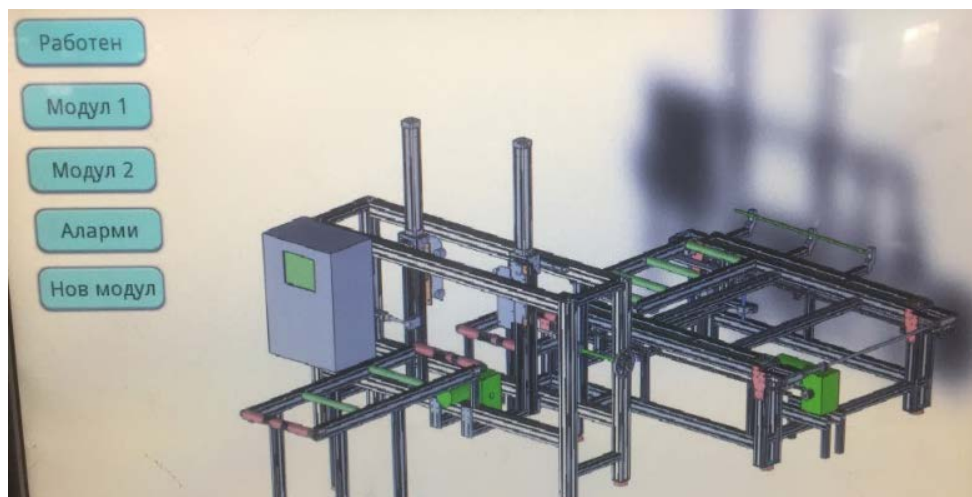
Предварително в кутията дъно С са поставени гофриран картон и екран Д. Следва подреждане на продукта “Крак Адилс” по 20 бр. хоризонтално на ред и по 7 реда на височина. Между редовете е поставен лист велпапе. След напълване на кутията С с “Крак Адилс” се завиват с гофриран картон и се затваря с капак Е. Кутията С предварително е установена на евро палета. Пълният кашон се затваря с капака, поставя му се етикет за транспорта по изискването на стандарта и автоматично се залепва. Така готов той отива в склада. Автоматичната линия се обслужва от 6 броя оператори за: зареждане на магазини, манипулиране на инструкция за монтаж и 5 бр. видии в опаковка от PVC; зареждане на магазини с картончета 1 и 2, пета, тапи с пета; смяна на ролка на опаковъчното термосвиваемо фолио, смяна на ролката етикет- баркод; затваряне на кашона, смяна на ролка с тиксо, ръчно лепене на етикет/ товарителница.

Производителността при опаковането е 900 бр/час или 9900 бр/смяна.

4.9.Проектиране и програмиране на машина за автоматично залепване на кашони с готова продукция

4.9.1. Визуализация на машина с (HMI)

Основен принцип на визуализацията е да пресъздаде работата на машината и да покаже основните процеси за изпълнение на цикъла. Визуализация на (HMI-Human-Machine Interface) връзка човек-машина фиг.4.37 представя работата на избраната машина и може да контролира нейните изпълнителни органи в ръчен режим. Също така показва действието на всички сензори и следи за възникнали аларми и алармени събития [100].



Фиг. 4.37 Основна визуализация на HMI на машина за лепене на тиксо

4.9.2. Визуализация на машина с (SCADA)

Основен принцип на визуализацията е да пресъздаде работата на машината и да организира основните връзки между различните устройства. Връзката е създадена по профинет и събира данни от контролера и ги праща към SCADA . SCADA събира данните и ги препраща към други периферни устройства като принтер за надписване на

кашони и HMI. Основната визуализация следи процеса и показва скоростта на цялата система.

4.9.3. Основна използвана апаратура

а) Контролер Siemens S7-1200 – 1212DC/DC/DC

В таблица 1 е представена характеристиката на контролер Siemens S7-1200 – 1212DC/DC/DC (таблица 4.6).

Таблица 4.6 Характеристика на контролер Siemens S7-1200

Гама на продукта	Контролер Siemens S7-1200 – 1212DC/DC/DC
[Us] номинално захранващо напрежение	24 VDC
Дискретен номер на вход	14 Дискретен вход в съответствие с IEC 61131-2
Вид дискретен изход	Транзистор
Дискретен номер на изход	10 Транзистор
Дискретно напрежение на изход	24 V DC
Дискретен изходен ток	0.5 A

Предимства на контролер “Siemens 1200 – 1212DC/DC/DC” (фиг 4.24):

Много голяма работна памет.

- Достатъчна системна памет за да запомни всички променливи.
- Контролера съдържа енергозависима памет.
- Системата има достатъчно входове и изходи за да управлява механичната системата.
- Контролера има „Скан Цикъл“ по-малък от 50[ms], което гарантира за бързата работа и прочитането на всички сигнали без да има грешки.
- Контролера съдържа език за програмиране „Ладер Диаграма“.
- Контролера съдържа „Web Server“ за отдалечен достъп.
- Достъпна цена спрямо качество.

Контролера има възможност за до 3 комуникационни модула. RS485 и RS232 осигуряват Point-to-Point серийна комуникация. Тази комуникация се конфигурира чрез разширени инструкции или с функционални библиотеки, USS протокол и Modbus RTU Master и Slave протоколи, включени в STEP 7 Basic. Новост е и вградения PROFINET интерфейс, който се използва за програмиране, за HMI и PLC-to-PLC комуникация. Допълнително се осигурява комуникация с други устройства използващи Ethernet протокол. Интерфейса осигурява скорост 10/100 Mbit/s. Поддържа до 16 етернет връзки и следните протоколи: TCP/IP native, ISO on TCP, и S7-Communication. Контролерите SIMATIC S7-1200 са с до 6 бързи брояча. 3 входа 100 kHz и 3 входа 30 kHz са интегрирани за броене и измерване. Фиг.4.38



Фиг.4.38 Контролер Siemens S7-1200 – 1212DC/DC/DC

б) Импулсно захранване

Използваното импулсно захранване е показано на фиг.4.39, а в таблица 4.4 са представени характеристиките на импулсно захранване на контролер “Siemens 1200 – 1212DC/DC/DC”. Таблица 4.7



Фиг.4.39 Импулсно захранване

Таблица 4.7 Характеристики на захранване

Входно напрежение:	Монофазно, 100 до 240 VAC, 50/60 Hz
Изходно напрежение:	24 VDC
Изходен ток:	2,5 A
Изходна мощност:	60 W
Промяна на изходното напрежение, %	От -10 до +15
Ефективност при 230 VAC вход, %:	88
Размери Ш x Д x В, mm :	32x110x90

с) Инвертор Siemens V20 (фиг. 4.4,39)



Фиг.4.39 Инвертор Siemens V20

В Таблица 4.8 са представени характеристиките на инвертор Siemens V20.

Таблица 4.8 Характеристики на Инвертор V20

Гама на продукта	Siemens V20
Комуникация	USS/Modbus FSA
Входно напрежение	AC 240V

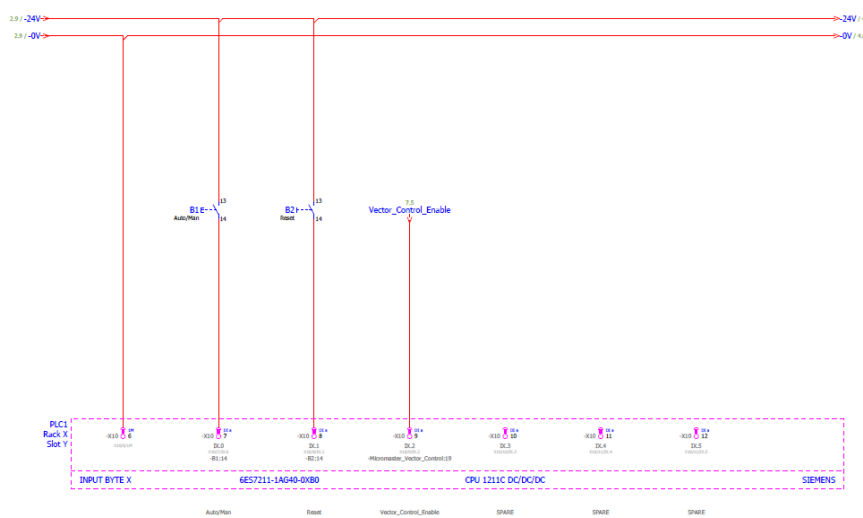
4.9.4. Електрическа схема на основни елементи

На електрическата схема, показана на фиг. 4.40 са изобразени основните елементи на електрическото табло. Показани са всички видове захранващи модули и реверсивни

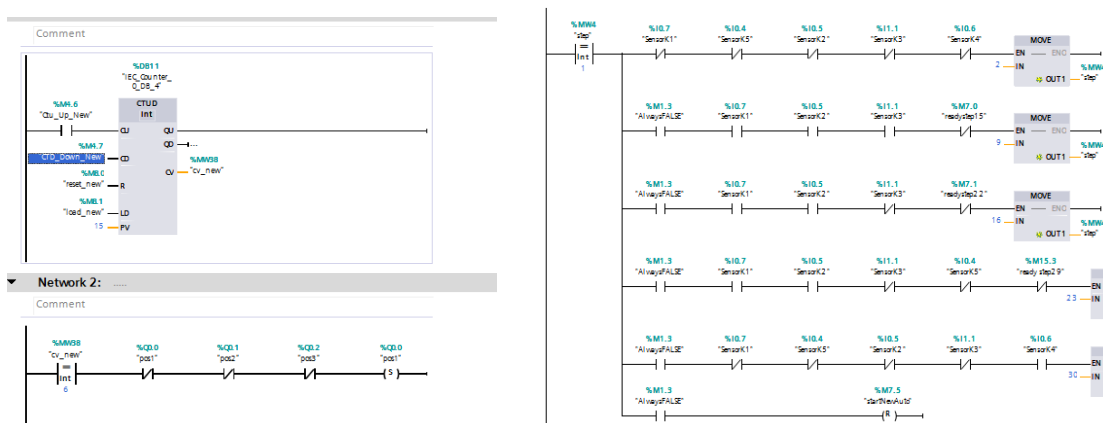
преобразователи. Представена е логическа схема на избрания от нас контролер и са обяснени връзките на сензори и актори към него. Създаден е и кабелен журнал за полесна поддръжка и развитие на системата.

4.9.5. Програмен код и диаграма

В програмната част са представени голяма част от логическите елементи на езика „Ладер Диаграма“. Представени са различни таймери и броячи необходими за създаване на програмната логика. Програмната логика съдържа различни режими за управление. Има ръчен режим, който позволява работата на различните изпълнителни органи поотделно. фиг.4.41



Фиг. 4.40 Част от електрическа схема



Фиг. 4.41 Част от програмен код

Входно-изходна диаграма– Диаграмата, показана на таблица 4.9 съдържа подробно описание на всички входове и изходи:

1. Описаните дискретни входни променливи са: бутони, сензори и обратни връзки от честотни регулатори.
2. Описаните дискретни изходни променливи са: релета, контактори и лампи.
3. Описаните аналогови входни променливи са: Обратни връзки от честотни регулатори и измерване скорост.

4. Описаните аналогови изходни променливи са: Задаване на скорост към честотни регулатори.

Комуникация за връзка към устройства – Системата е базирана на „Industrial Ethernet“ (Фиг 4.29) Ethernet е най-популярната мрежова компютърна технология за изграждане на локални (Local Area Network, LAN) мрежи в наши дни. Този мрежов протокол е популярен и като стандарт – IEEE 802.3. Съществуват различни версии на Ethernet, като EtherNet/IP, PROFINET и Modbus-TCP, които са базирани на различни спецификации, но на практика използват почти един и същ метод за физическа комуникация.

Таблица 4.9 Входни изходни данни

UpNew	I/O	Bool	%I0.0
DownNew	I/O	Bool	%I0.1
OKprint	I/O	Bool	%I0.2
PrinterEnd	I/O	Bool	%I0.3
SensorK3	I/O	Bool	%I1.1
SensorK2	I/O	Bool	%I0.5
SensorK4	I/O	Bool	%I0.6
SensorK1	I/O	Bool	%I0.7
Warning Printer	I/O	Bool	%I1.0
SensorK5	I/O	Bool	%I0.4
tag11	I/O	Bool	%I1.2
tag12	I/O	Bool	%I1.3
tag13	I/O	Bool	%I1.4
EndLeftTape	I/O	Bool	%I1.5
BigRightDown	I/O	Bool	%I8.0
BigRightUp	I/O	Bool	%I8.1
MiddleRightDown	I/O	Bool	%I8.2
MiddleRightUp	I/O	Bool	%I8.3
SmallRightDown	I/O	Bool	%I8.4
SmallRightUp	I/O	Bool	%I8.5
EndRightTape	I/O	Bool	%I8.6
BigLeftDown	I/O	Bool	%I8.7
BigLeftUp	I/O	Bool	%I9.0
MiddleLeftDown	I/O	Bool	%I9.1
MiddleLeftUp	I/O	Bool	%I9.2
SmallLeftDown	I/O	Bool	%I9.3
SmallLeftUp	I/O	Bool	%I9.4
ESTablo	I/O	Bool	%I9.5
ButtonGreen	I/O	Bool	%I9.6
ButtonRed	I/O	Bool	%I9.7
BigRight	I/O	Bool	%Q0.0
MiddleRight	I/O	Bool	%Q0.1
SmallRight	I/O	Bool	%Q0.2
BigLeft	I/O	Bool	%Q0.3

MiddleLeft	I/O	Bool	%Q0.4
SmallLeft	I/O	Bool	%Q0.5
tag14	I/O	Bool	%Q0.6
tag15	I/O	Bool	%Q0.7
tag16	I/O	Bool	%Q1.0
tag17	I/O	Bool	%Q1.1
RedLamp	I/O	Bool	%Q9.0
YellowLamp	I/O	Bool	%Q9.1
GreenLamp	I/O	Bool	%Q9.2
startOut	I/O	Bool	%Q9.3
StopOut	I/O	Bool	%Q9.4
tag20	I/O	Bool	%Q9.5
tag21	I/O	Bool	%Q9.6
tag22	I/O	Bool	%Q9.7
tag23	I/O	Bool	%Q8.0
tag24	I/O	Bool	%Q8.1
tag25	I/O	Bool	%Q8.2
NewCylinder1	I/O	Bool	%Q8.3
StartINV1	I/O	Bool	%Q8.6
FreeINV1	I/O	Bool	%Q8.7
INV1	I/O	Int	%QW112
INV2	I/O	Int	%QW114

Те могат да функционират едновременно по един и същи кабел, но не е задължително непременно да могат да комуникират помежду си. Благодарение на по-високите скорости и по-големите разстояния, които поддържа днес след неколкостепенното си усъвършенстване, Ethernet става все по-предпочитан стандарт в редица високотехнологични приложения в сферата на индустриалната автоматизация. Индустриалният Ethernet е резултат от адаптирането на традиционни мрежови стандарти за трансфер на данни към изискванията на индустриалните системи. Наред с популярните типове съединители за конвенционални потребителски и офис приложения, които се използват в индустриалните Ethernet мрежи, са разработени и специални стандарти за промишлени приложения, които се отличават със специален усилен дизайн и висока устойчивост на различни агресивни условия.

4.9.6. Архив на данни и сървъри за визуализация

4.9.6.1. Архив на данни в “SCADA” (фиг.4.42)

Има различни начини за архивиране на данни в „SCADA“ система:

- По време – Системата архивира даден параметър през определено време. Логовете се записват в отделен файл и след достигане на определен брой записи те започват да се презаписват.
- По събитие - Системата архивира даден параметър при определен външен фактор. Такъв тип записи се използват за записване на алармени системи или системи за безопасност. Логовете се записват в отделен файл и след достигане на определен брой записи те започват да се презаписват.
- По промяна - Системата архивира даден параметър при смяна на една стойност в друга. Такъв тип записи се използват за записване на температура, влага, изменение

на важни за системата параметри. Логовете се записват в отделен файл и след достигане на определен брой записи те започват да се презаписват.

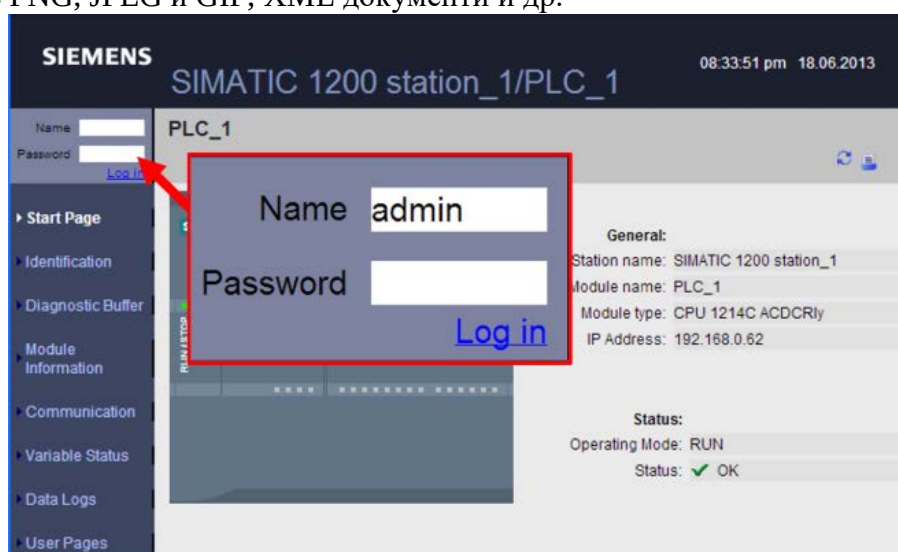
- По цикъл - Системата архивира даден параметър при завършване на цикъл. Това се използва за предварително предсказани процеси и данни. Следи се всеки цикъл на машината и се прави анализ дали има съществени изменения.

Number	Class	Type	Prio	MessageTag	MessageBit	St	St	Message text	Point of error
1100	Error	Alarm	0	PCDIAG_TempAlarm	0	0	0	Temperature 1 high	PCDiag PC
1101	Error	Alarm	0	PCDIAG_TempAlarm	1	0	0	Temperature 2 high	PCDiag PC
1102	Error	Alarm	0	PCDIAG_TempAlarm	2	0	0	Temperature 3 high	PCDiag PC
1103	Error	Alarm	0	PCDIAG_TempAlarm	3	0	0	Temperature 4 high	PCDiag PC
1104	Error	Alarm	0	PCDIAG_TempAlarm	4	0	0	Temperature 5 high	PCDiag PC
1105	Error	Alarm	0	PCDIAG_TempAlarm	5	0	0	Temperature 6 high	PCDiag PC
1200	Error	Alarm	0	PCDIAG_voltageAlarm	0	0	0	CMOS Battery low	PCDiag PC
1300	Error	Alarm	0	PCDIAG_FanAlarm	0	0	0	Fan 1 failure	PCDiag PC
1301	Error	Alarm	0	PCDIAG_FanAlarm	1	0	0	Fan 2 failure	PCDiag PC
1302	Error	Alarm	0	PCDIAG_FanAlarm	2	0	0	Fan 3 failure	PCDiag PC
1303	Error	Alarm	0	PCDIAG_FanAlarm	3	0	0	Fan 4 failure	PCDiag PC
1304	Error	Alarm	0	PCDIAG_FanAlarm	4	0	0	Fan 5 failure	PCDiag PC
1400	Error	Alarm	0	PCDIAG_DiskAlarm	0	0	0	Disk 0 failure	PCDiag PC
1401	Error	Alarm	0	PCDIAG_DiskAlarm	1	0	0	Disk 1 failure	PCDiag PC
1402	Error	Alarm	0	PCDIAG_DiskAlarm	2	0	0	Disk 2 failure	PCDiag PC
1403	Error	Alarm	0	PCDIAG_DiskAlarm	3	0	0	Disk 3 failure	PCDiag PC
1500	Error	Alarm	0	PCDIAG_UPSState	0	0	0	UPS failure	PCDiag UPS
1501	System, without acknow	Process cor0	0	PCDIAG_UPSStateDCInOK	0	0	0	LED o.k. Normal operation	PCDiag UPS
1502	Error	Alarm	0	PCDIAG_UPSStateBatOK	0	0	0	LED Alarm - Battery not ready	PCDiag UPS
1503	Error	Warning	0	PCDIAG_UPSStateBuffering	0	0	0	LED BAT - Floating operation	PCDiag UPS
1504	System, without acknow	Process cor0	0	PCDIAG_UPSStateBufferOK	0	0	0	LED BA<85 - Volladung	PCDiag UPS

Фиг. 4.42. Архив на данни.

4.9.6.2. Интернет сървър за визуализация

“Уеб сървър” (фиг.4.43) е приложна програма, която позволява на даден програмируем логически контролер да предоставя информация на други контролери, скани и периферни устройства, под формата на страници с хипертекст и визуализация. “Уеб сървър” предоставя информация на клиент под формата на HTML документ и показва нуждите на приложението на даден потребител. За пренасянето на информацията се използва протокола HTTP и HTTPS. При визуализацията на „уеб сървър“ се използва за предоставяне на информация и в други формати – най-често това са изображения във форматите PNG, JPEG и GIF; XML документи и др.



Фиг. 4.43 Сървър за визуализация

4.9.7. *Принцип на работа на автоматична машина за залепване на кашон с тиксо*

- Системата се стартира от зелен бутон “B1” (Старт).
- Ако няма възникнали аларми, системата стартира инвертор 1 и пуска първи конвейер.
- При наличие на кашон в системата се придвижва към сензор “S2”, ако няма кашон в системата след 60 [s] се прекъсва цикъла на работа и се очаква повторно натискане на зелен бутон “B1” (Старт)
- При наличие на кашон в системата конвейер номер 1 го придвижва до сензор “S2” със скорост зададена от операторския панел.
- След достигане до сензора, конвейер номер 1 спира и цилиндри “V3” и “V4” се изтегля в предна позиция до достигане на сензори “S11” и “S12”.
- След достигане до сензор “S11” и “S12”. цилиндри “V5” и “V6” тръгват на долу до достигане на сензори “S9” и “S10”.
- При достигане на сензори “S9” и “S10” се подава тиксо и цилиндри “V1” и “V2” извършват залепянето по основния и спомагателния кашон.
- След извършване на залепянето и достигане на сензори “S7” и “S8” цилиндри “V1” и “V2” се прибират в горно положение.
- След прибирането на цилиндри “V1” и “V2” се задействат сензори “S13” и “S14”.
- При задействането на сензори “S13” и “S14”, цилиндри “V5” и “V6” се прибират в задно положение и задействат сензори “S15” и “S16”.
- След прибирането на цилиндри “V3” и “V4” се задействат сензори “S17” и “S18”.
- При достигането на всички цилиндри в задно положение, конвейер номер 1 отново се стартира.
- Кашонът се придвижва напред до достигане до сензор “S3” и цикъла по залепянето се повтаря.
- След извършване на второто залепяне, конвейер номер 1 се стартира отново.
- Кашонът се придвижва напред до достигане до сензор “S1” и цикъла по залепянето се извършва за трети път.
- След извършване на третото залепяне, конвейер номер 1 се стартира отново.
- Кашонът се придвижва напред до достигане до сензор “S4” и цикъла по залепянето се извършва за последен път.
- След извършване на последното залепяне конвейер номер 1 се стартира отново.
- Кашонът излиза от зоната на залепяне и се придвижва към конвейер номер 2.
- При достигане на сензор “S5” се задейства конвейер номер 2 и изнася кашона до зоната на разтоварване.
- При достигане на сензор “S6” конвейер номер 2 спира и системата изчаква кашона да бъде отнесен.
- Конвейер номер 1 остава включен до достигане на нов кашон до сензор “S2” или след 60 [s] спира своята работа.

4.10. **Заклучение:**

В Глава 4 са представени настъпилите и желаните промени в промишления свят, които са обобщени на база маркетингови проучвания. Възникнала е нова ИДЕОЛОГИЯ, създаването продукт от ИКЕА да бъдат удобни, леки, създадени чрез нови иновативни технологии в практична и удобна опаковка. Избрани са най-подходящите суровини и средства, отговарящи на стандартите по ISO от ЕС, които да спомогнат за осъществяването на тази цел.

Чрез внедряване и синергично използване на модули е създадена иновативна технология за щанцоване, посредством размотаващо, изправящо и подаващо устройство. Синергичното използване на технологиите повишава производителността на заготовителните детайли се увеличава приблизително с 35-40%.

Проектирани, разработени и внедрени в производството, посредством софтуерен продукт са:

1. Иновативна автоматична монтажна машина за заваряване на детайли чашка с болт;
2. Иновативна автоматична монтажна машина за заваряване на детайли чашка/болт с тръба;
3. Иновативна полуавтоматична опаковъчна линия.
4. Структурна компоновка на иновативна автоматична опаковъчна линия.

Разработената конкурентно способна структурна компоновка на автоматична опаковъчна линия за опаковане в опаковка на микро велпапе на цялостна опаковка (комплект) и тяло на крак „Адилс“ с действителен такт $\tau_d = 4$ s. За опаковането на изделие “ADILS” производителността е 24 бр/min.

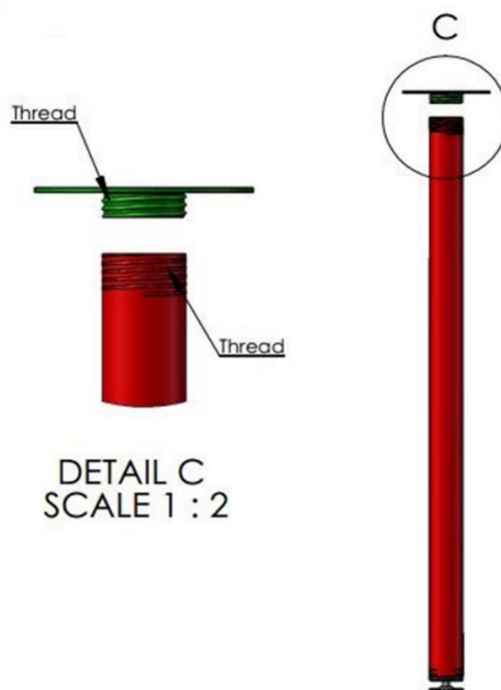
Разработена и програмирана е иновативна машина за залепване на кашони с тиксо чрез софтуерна програма SCADA, която събира данните и ги препраща към други периферни устройства. Също така показва действието на всички сензори и следи за възникнали аларми и алармени събития.

Глава 5

Бъдещи проекти

5.1.Иновативен Крак

Проекта за иновативен крак, представен на фиг.5.1 цели да се премахнат част от съществуващите операции- щанцоване на детайл чашка, заваряване на чашка с покупен болт, заваряване на чашка/болт с тръба за крак. Принципната схема при новият иновативен крак е следният: На револверна глава се нарязва едра резба директно върху външният диаметър на тръбата. По същият начин се нарязва резба и на щанцованата провлачена пета. По този начин съединяването на двата детайла става чрез въртливо движение на тръба и пета.



Фиг. 5.1 Иновативен крак

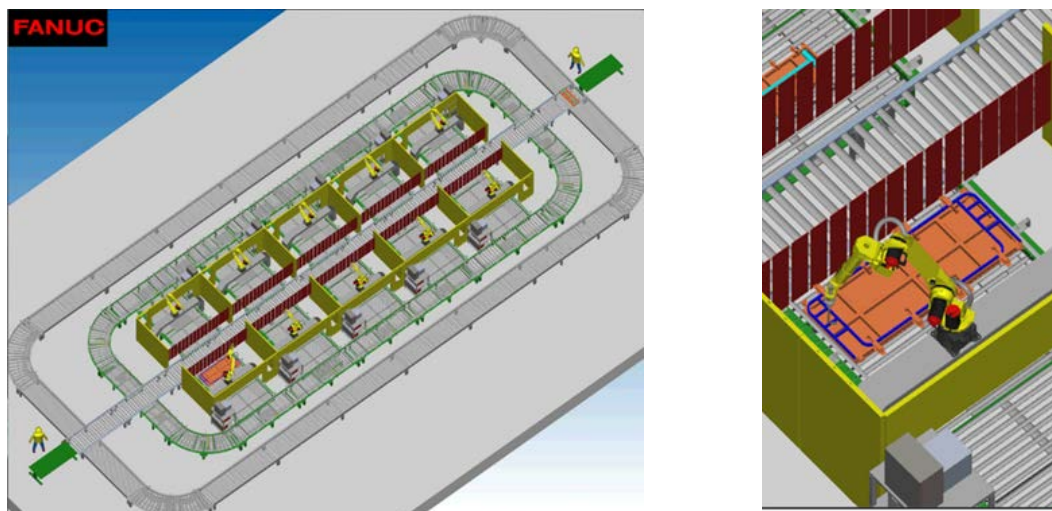
5.2.Отдел за шатъл заваряване

На територията на завода е планувано да се изгради цех за автоматизирано, роботизирано заваряне (Фиг. 5.2). С тази иновативна система за роботизирано заваряване се постига висока продукция, минимални грешки и малък брой работна ръка. Принципът на действие е следният:

- Залагат се детайлите на спътник с различна форма и големина;
- Придвижват се до първият свободен робот, като той сам си избира програмата за заваряне според вида на детайла;
- След приключване на заваряването готовият детайл се придвижва до изхода и се сваля от работник.

Системата за заваряване е разработена от фирма FANUC, която предлага перфектно съчетани решения за автоматизация за по-ефективни производствени процеси. FANUC е един от водещите световни производители на индустриална автоматизация с над 60 години опит в разработването на компютърно цифрово оборудване за управление, повече от 27,5 милиона продукта, инсталирани по целия свят, и над 8000 служители.

Промислените работи решават проблемите с автоматизацията и осигуряват успешни, ефективни и съвременни решения.



Фиг. 5.2 Отдел за шатъл заваряване

5.3. Заключение

Благодарение на иновативните технологии, които е планирано да се внедрят се намаляват операциите при технологичния процес на изработване на готовият детайл крак за плотове за маси. Чрез внедряване на отдел за шатъл заваряване се увеличава качеството и се намаля броя служители, които участват в процеса на заваряване.

И двете иновативни технологии допринасят за увеличаване на ефективността на производството при производство на тръбна мебел.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Съставен е обзор за производство на тръбни мебели и компоненти. Анализиран е производствен процес на тръбна мебел през етапите му на развитие. Обърнато е внимание на видове изделия, които са произведени, както и техният обем. На база на съставените анализи се констатира, че изделията с най-голям обем производство са краката за плотове на маси. От изключителна важност е запазването качеството на произвежданата продукция, както и тяхното пакетиране и транспортиране. От направеният анализ на опаковъчни продукти и технологии, спрямо изисквания за качество на ИКЕА са избрани този тип продукти, които са най-удачни за автоматизиране, екология и икономическа ефективност.

На база на направения анализ в глава 1 е обърнато внимание на технологичния процес и суровина за крака на маси. Изделието е избрано поради автоматизационна дружелюбност. Съставните му компоненти и монтажопригодността му са удачни за автоматизиране на технологичния процес. Разгледани са четири варианта за автоматизиране на технологичния процес. Изчислена е желаната и действителна производителност. На база на критерии и фактори са избрани варианти 3 и 4, които покриват желаното качество и обем.

На база маркетингови проучвания и повишени изисквания за опаковка на изделията е необходима корекция на следните характеристики: размери, тегло, вид опаковка и наименование. Съставени са подходи и методики, по които да се проектират иновативни машини с повишена производителност, контрол на качеството, подобряване на опаковката, повишаване на безопасността и намаляване на разходите за производство.

Представени са нови изисквания на опаковъчни материали, задоволяващи нуждите на развиващият се свят. Описана е доставната суровина, използвана за производството на новият вид изделие. На база на желана годишна производителност е калкулиран теоретичен такт и е сравнен с действителния. Получената действителна производителност и действителния такт отговаря на предварително зададените критерии. Проектирани, изработени и внедрени в производството са четири броя иновативни машини, които да отговорят на повишените изисквания. Иновацията на тези машини се състои в синергично използване на модули, внедряване на индустрия 4.0 и интелигентно управление на брака. Четирите иновативни машини са както следва: автоматична монтажна машина за заваряване на чашка с болт; машина за лазерно заваряване на тръба към чашка/болт; опаковъчна линия и структурна компоновка на опаковъчна линия.

Полуавтоматична машина е проектирана и внедрена в производството за автоматично залепване на кашони с готова продукция. По време на производствения цикъл внедрените елементи от индустрия 4.0 дават възможност за: проследяване на аларми и нередности по време на процеса; съставяне на база данни с информация за произведено количество; съставяне и изпращане на отчет към облак. Отчетът съдържа данни за мониторинг.

Иновативните технологии допринасят до намаляване на операциите при технологичния процес. Използването им увеличава производителността, качеството, намалява разходите, повишава безопасността и допринася за предпазването на околната среда.

П Р И Н О С И

Приносите в дисертацията имат основно научно-приложен характер и са както следва:

1. Анализирани и систематизирани са различните методи и средства за реализация на процеси на щанцоване, заваряване и опаковане на тръбни изделия.
2. Обсъдени са съществуващи проблеми, решения и желани промени, касаещи производството на тръбна мебел
3. Изследвани са влиянието на ИКТ върху методите за производство на тръбна мебел.
4. Предложени са иновативни подходи и методики за проектиране на машини за автоматично щанцоване на пета и чашка на крак за маса и за повишаване на ефективността и производителността на автоматични машини за крака за маси.
5. Предложени са иновативни методики за повишаване на производителността на опаковане.
6. Проектирана, разработена и внедрена в производството е иновативна автоматична монтажна машина в два варианта.
7. Проектирана, разработена и внедрена в производството иновативна полуавтоматична опаковъчна линия.
8. Предложена е структурна компановка на иновативна автоматична опаковъчна линия.
9. Направени са експериментални разработки и симулации на различни методики в индустриална среда.
10. Защитена е интелектуална собственост.
11. Разработените автоматични машини са съобразени с европейските стандарти.
12. Оказана е методологична помощ при усвояване на принципът им на работа
13. Повишено е качеството, обема и ефективността на произвежданата продукция
14. Резултатите от експериментите са верифицирани и анализирани с цел повишаване качеството на продукцията и нейната производителност
15. Предложени са бъдещи проекти- Иновативен крак.

Библиография

- [1] Български тълковен речник, „НИ“ Л. Андрейчин, Ст. Илчев, Н. Костов, Ив. Леков, Ст. Стойков, Цв. Тодоров, четвърто издание, допълнено и преработено от Димитър Попов, 2018, ISBN-10:954-02-0156-X; ISBN-13:978-954-02-0156-6
- [2] ИНОВАЦИИТЕ – ЕВРОПЕЙСКИ, НАЦИОНАЛНИ ПОЛИТИКИ, научен редактор проф. д.ик.н М. Петров, Фондация „Приложни изследвания и комуникации“ ARC FUND, 2008 г.
- [3] Дамянов Д., Гешев Т. и Чукалов К., „Четвърта индустриална революция- същност и проблеми“, ИК „КИНГ“ С 2019, ISBN: 978-954-9518-97-9
- [4] Schwab Kl., (2016): The Fourth Industrial Revolution, King Edition
- [5] Клаус Шв., Ванхан П., „Капитализъм на заинтересованите“, глобална икономика в полза на прогреса, хората и планетата, изд. „КАТЕХОН“, С. 2021 г., ISBN: 987-619-01-08949-8
- [6] <https://www.ikea.bg/> (последно посетен 12.2021г.)
- [7] IKEA Specification ISO – 0010/2010.11.12, Version AA-171373-8, замества AA-171373-7
- [8] Stoimenov N., Panev P., Karastoyanov D., Software for 3D Modeling, Simulation and Optimization. XXVII International Scientific and Technical Conference, ADP - 2018., June 21-24th 2018, Publishing House of Technical University of Sofia, ISSN:13 10 - 3946, pp. 329-334
- [9] Lombard M., SolidWorks 2009 Bible Wiley Publishing Inc., 2009, ISBN: 978-0-470-25825-5
- [10] Paneva M., Research of Mechanical Characteristics in Tensile Tests of Low Carbon Steel Samples During Transformation from Hot Rolled to Cold Rolled Sheet Metal. 8th International Conference on Mechanical Technologies and Structural Materials (MTSM 2018), Split, Croatia, September 27-28, 2018, 70, Croatian Society for Mechanical Technologies, Croatia, 2018, ISSN:1847-7917, pp. 153-158
- [11] Paneva M., Stoimenov N., Hardness of Working Rolls for Cold Rolling Mill. 8th International Conference, ICAT'19 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, August 26-30, 2019, ISBN:E-978-605-68537-4-6, pp. 203-206
- [12] Метал ин <https://metalin.com/bg/pages/Kakvo-predstavlyava-shtantzovaneto.html> (последно посетен Декември 2021г.)
- [13] Производство на матрици <https://www.engineering-review.bg/bg/proizvodstvo-na-matrici-shtanci-i-presformi-komponenti-i-materiali/2/3747/> (последно посетен Декември 2021)
- [14] <https://www.polymeta.bg/home?v=461b1990fe86> (последно посетен Декември 2021)
- [15] Д-р инж. Петър Д. Димитров, Проектиране, изработка и експлоатация на инструментална екипировка за пресова обработка на листов материал. <https://leanpub.com/proektirane-izrabotka-i-eksplotacia-na-instrumentalna-ekipirovka-za-stancovane/read> (последно посетен Декември 2021г.)
- [16] Видове опаковки, <https://www.packit.bg/vidove-opakovachni-materiali.html> (посетен декември 2021 г.)
- [17] Интелигентно европейско опаковане - ProPack <https://propackmagazine.bg> (посетен декември 2021 г.)
- [18] Булекопак А. Д., Основни изисквания към опаковките в Европа.

- [19] PRO EUROPE, Ефективно опаковане – ефективно предотвратяване, 2008.
- [20] Стреч фолио <https://www.packit.bg/bg-news-details-18.html>, (посетен ноември 2021 г.)
- [21] Полиетилен <https://elplast-bg.com/%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%B%D0%B5%D0%BD/> (последно посетен ноември 2021)
- [22] <https://printguide.info/pomoshtnik/vidove-velpape,560.html> (посетен ноември 2021 г.)
- [23] Интелигентно европейско опаковане - ProPack <https://propackmagazine.bg> (посетен Декември 2021г.)
- [24] МАКСЕТ, <https://www.makset.eu> (последно посетен Декември 2021г.)
- [25] Видове тиксо, <http://tikso.bg> (последно посетен Декември 2021г.)
- [26] „Заваряване“, ТУ София, 2009 г., доц. д-р М. Тонгов
- [27] EN ISO 4063:2009
- [28] https://metalin.com/bg/pages/Kolko-vida-zavaryavane-ima?fbclid=IwAR2PKU2gpkMEhw8nvfM3rV4u6Ofu6l41GI6st4Hd4N9oAVOxNqZh_Gawzb8
- [29] <https://www.engineering-review.bg/bg/lazerno-zavaryavane/2/2335/> (последно посетен Декември 2021г.)
- [30] „Технология на заваряването“, ТУ София, 1987 г., проф. д.т.н. К. Велков
- [31] <https://www.redco.bg/> (посетен декември 2021 г.)
- [32] <https://www.harkobg.com/> (посетен декември 2021 г.)
- [33] <http://en.maxphotonics.com/> (посетен декември 2021 г.)
- [34] Божинов Б., Наръчник по опаковане, С., 2005.
- [35] Булекопак А. Д., Основни изисквания към опаковките в Европа.
- [36] П. Панев, Методи и средства за иновативно опаковане и запечатване на опаковки, International Conference RAM 2018, July 24-26, 2018, Sofia, pp. 56-60, ISSN 1314-4634.
- [37] Маркова Н., С. Стефанов, И. Илкова, Опаковъчна техника и технология, ръководство. Пловдив, 2008.
- [38] Автоматизация на дискретното производство, под общата редакция на проф. Вл. Гановски, монография, машиностроене, М., 1987г, ДИ „Техника“, 1990 г. С.
- [39] Бояджиев, Ил., Клочков Л., Монов Б.. Ръководство за лабораторно упражнение и курсово проектиране по автоматични линии, печатна база ВМЕИ „Ленин“, С., 1980г.
- [40] Гановски, Вл., Бояджиев Ил., Нешков Т., Ликов Ц., Механизация и автоматизация на монтажните процеси в машиностроенето, ДИ „Техника“, С., 1986г.
- [41] Гановски, Вл. и колектив, Автоматизация на производствените процеси с манипулатори и роботи, ДИ „Техника“, С., 1985г.
- [42] Гановски, Вл. Бояджиев Ил., Клочков Л., Автоматични линии, Печатна база при ВМЕИ „Ленин“, С., 1989г.
- [43] Нешков Т., Гъвкава автоматизация на монтажа (мехатронен подход) Монография., ТУ-София, МФ, катедра „АДП“, С., 2007г.
- [44] „Ефективността е нашия стандарт – АМК“, Списание „Автоматика и информатика“ Брой 1 2012г.
- [45] Малаков И., ”Нискостойностна автоматизация в дискретното производство” – ТУ – София 2009г.

- [46] Волчкевич Л. И., Автоматизация производственных процессов – Москва, Машиностроение, 2005г.
- [47] Boothroud G. Assembly Automation and Product Design. – Taylor & Francis Group, Published in 2005
- [48] Комплексна автоматизация на дискретното производство (2015), ТУ-София, стр. 154-177
- [49] Автоматизация на дискретното производство, под общата редакция на проф. д-р Вл. Гановски, Монография, ДИ „Техника“, С., 1990.
- [50] Стоименов Н., Гьошев С., Панев П., Ключков Л., Автоматизиране на опаковъчните процеси и операции на крак „къри“. Част I: Оценяване степента на пригодност на детайлите участващи в автоматичното им опаковане. International Conference Robotics, Automation and Mechatronics'13 RAM 2013
- [51] Ключков Л., Георгиева В., „Автоматични машини и линии за опаковане“, Комплексна автоматизация на дискретното производство, 45г. АДП, под общата редакция на проф. д-р Иво Малаков и доц. д-р Стилян Николов, Глава 8, стр. 154-177, ТУ-София (2015)
- [52] Stoimenov N., Karastoyanov D., Klochkov L., Study of the Factors Increasing the Quality and Productivity of Drum, Rod and Ball mills, 2nd Int. Conf. on Environment, Chemical Engineering & Materials, ECEM '18, Malta Sliema, June 22-24, 2018, AIP (American Institute of Physics) Publishing house, Vol. 2022, Issue 1, ISBN: 978-0-7354-1740-3, pp. 020024-1 - 020024-6 (2018)
- [53] Митев М., Ключков Л., „Възможности за автоматизиране на монтажните операции при опаковане на шоколадови бонбони“, XXI МНТК, Автоматизация на дискретното производство „АДП – 2012“, 20-23 Юни, Созопол 2012г., стр. 330-340, ISSN – 13 10 -3946 (2012)
- [54] Илиева, Р., Ключков Л., „Резерви за повишаване производителността на автоматична опаковъчна машина“, Тринадесета национална научно-техническа конференция с международно участие “Автоматизация на дискретното производство” АДП 2004. Научни известия на НТС по машиностроене, год. XI, бр. 10 (78), София, октомври 2004, с. с. 389-394 , ISSN – 13 10 -3946 (2004)
- [55] Stoimenov N., Karastoyanov D., Klochkov L., Study of the Factors Increasing the Quality and Productivity of Drum, Rod and Ball mills, 2nd Int. Conf. on Environment, Chemical Engineering & Materials, ECEM '18, Malta Sliema, June 22-24, 2018, AIP (American Institute of Physics) Publishing house, Vol. 2022, Issue 1, ISBN: 978-0-7354-1740-3, pp. 020024-1 - 020024-6 (2018)
- [56] Ройдев М., Георгиева В., Стоименов Н., Ключков Л., Панев П., Разработване на автоматична линия за опаковане с еднократна опаковка, XXV МНТК Автоматизация на дискретното производство „АДП – 2016” 23-26 Юни, Созопол 2016г., ISSN – 13 10 -3946, 2016, стр.232-239.
- [57] Panev P., Development of Automatic Packing Line for Single Packs. 8th International Conference on Mechanical Technologies and Structural Materials (MTSM 2018), Split, Croatia, September 27-28, 2018, 70, Croatian Society for Mechanical Technologies, Croatia, ISSN:1847-7917, 2018, pp. 149-152.
- [58] Гановски Вл., Бояджиев И., Ключков Л., Автоматични линии, Печатна база при ВМЕИ „Ленин“, С., 1989.

- [59] Нешков Т., Клочков Л., Димитров М., Нови тенденции в областта на автоматичното бутилиране на хранителни течности. XI, НТК, „АДП“, бр.2 (58) 10.06.2002 ISSN 13103946.
- [60] PRO EUROPE, Ефективно опаковане – ефективно предотвратяване, 2008.
- [61] Bocevska A., Neshkov T., Intelligent Manufacturing Systems, Heronpress, Sofia, 2014.
- [62] <https://www.polymeta.bg/home?v=461b1990fe86> (последно посетен Март 2021)
- [63] Д-р инж. Петър Д. Димитров Проектиране, изработка и експлоатация на инструментална екипировка за пресова обработка на листов материал. <https://leanpub.com/proektirane-izrabotka-i-eksplotacia-na-instrumentalna-ekipirovka-za-stancovane/read> (последно посетен Март 2021)
- [64] Изисквания за геометрична точност, ISO/ TC 213, ISO/ TC 10
- [65] <https://www.solidworks.com/>, (последно посетен 12.2021 г.)
- [66] БДС ISO 14405-1
- [67] Иванова Б. и колектив, Добри перспективи за здравословни и безопасни условия на труд, 1-во издание, юни 2017, Ankara, ISBN: 978-605-68565-0-1
- [68] Закон за здравословни и безопасни условия на труд, чл. 275, ал.1, КТ
- [69] <https://mpira.ub.uni-muenchen.de/106191/> (последно посетен 12.2021 г.)
- [70] БДС Компас, Безопасност на машините, Издание на български институт за стандартизация, бр. 4, юли- август 2012
- [71] Директива 2006/42/ЕО
- [72] „Използване на работното оборудване“, Гл. 6 от Наредба № 7 от 23.07.1999 г.
- [73] Христов Д., Пладие А., Технически средства и оборудване для пакетиrowания продукции, Машиностроение, М., 1982.
- [74] Соломенко М., Шредер В., Тара из полимерных материалов, Химия, М., 1990.
- [75] Малаков И., Ръководство за лабораторни упражнения по нискостойностна АДП, 1999.
- [76] Юруков Хр., Етикиране и представяне на храните, Наръчник, КООП, ХВП, Инфдизайн, С., 2008.
- [77] Андреев А., Христов К., Масларски Д., Техника и технология на мляко и млечни продукти, С., 1992.
- [78] Bocevska A., Neshkov T., Intelligent Manufacturing Systems, Heronpress, Sofia, 2014.
- [79] GROOVE Mikell P., “Automation Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing”, Third education, Pearson Prentice Hall International ISBNO – 13 – 207073 – L, (2008).
- [80] Dimitrov L., “Principles of mechanical engineering design” Heron press, S., (2009).
- [81] Tomov, P., Dimitrov, L. The role of digital information models for horizontal and vertical integration in intelligent production. Facta universitatis, Series: Mechanical Engineering 17 (3), 397-404, (2019)
- [82] Barbieri G., Fantuzzi C., Borsari R, A model-based design methodology for the development of mechatronic systems, Mechatronics, Volume 24, Issue 7, October 2014, pp. 833-843
- [83] Wehrmeister A., Pignaton E, Binotto A., Combining aspects and object-orientation in model-driven engineering for distributed industrial mechatronics systems, Mechatronics, 24 (2014), 844–865
- [84] SCADA Systems <http://www.scadasystems.net/> (last accessed August 2021)
- [85] Roth, A. (2016), Einfuehrung und umsetzung von Industrie 4.0, Springer Gabler, (S. 79)

- [86] Bauernhansl, Th. (2014) Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Weisbaden: Springer Vieweg, Berlin
- [87] https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%BE_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE, (последно посетен 12.2021 г.)
- [88] H. Yu, X. Liu, X. Ren, Behaviour of longitudinal cracks on slab surfaces in V-H rolling processes, Steel Res. Int., 2 (2008), pp. 537-544, 10.2374/SRI07SP066-79-2008-xx
- [89] M.Nioia, S.Celottob, C.Pinnaa, E.Swartb, H.Ghadbeigia, Journal of Materials Processing Technology, Volume 249, November (2017), Surface defect evolution in hot rolling of high-Si electrical steels, Pages 302-312
- [90] S. Shainu, T.K. Roy, B.K. Dey, R.K. Sharma, N.C. Gorain, S. Dhar, C.V. Sastry, Study on Slab Surface Defects and Generation of FeO Type Slivers in Hot Rolled Coils Tata Steel Ltd., Jamshedpur (2008)
- [91] S.-L. Lee, J. Choi, Deformation analysis of surface defect on hot rolling by 3-D FEM simulation, Rev. Metall. Cah. Inf. Tech., 105 (2008), pp. 127-135, 10.1051/metal:2008025
- [92] Ivanchev I., Stoimenov N., Sokolov B., Testing of Concrete by Contactless Non-Destructive Tomographic Method, IEEE XXX International Scientific Symposium 'Metrology and Metrology Assurance' 2020 (MMA 2020), 7-11 September Sozopol, Bulgaria, (2020), E ISBN:978-1-7281-9719-7 pp. 1-6, doi: 10.1109/MMA49863.2020.9254250.
- [93] Карастоянов Д., Стоименов Н., АБРАЗивно ТЯЛО, Полезен модел на Република България, рег. № 2964 U1/16.07.2018.
- [94] Дашенко А. И., Белоусов А. П. Проектирование автоматических линий. Учебник. Высшая школа, М., 1983,
- [95] „Проектирование металлорежущих станков и автоматический линий“, под ред. А.С. Проникова, М. Изд-во МГТУ или Н. Баумана, 2000
- [96] Шаумян Г.А. „Комплексная автоматизация производственных процессов“, М. Машиностроение, 1973 г.
- [97] Технология машиностроения, Под ред. А. М. Дальского, М. Машиностроения, 1997 г.
- [98] „Автоматизация на дискретного производства“, Под общей редакцией проф. Е. И. Семеонова и проф. Л. И. Волкчевича, М. „Машиностроение“, 1983, с. Техника, 1991, А 274010000-228
- [99] Агрегатни машини, под общата редакция на ст.н.с Валентин Д. Грозданов, ДИ „Техника“, София 1984
- [100] Dimitrov S., Dimitrov L., Dimitrova R., Nikolov S., EXAMINATION OF THE PROCESS OF AUTOMATED CLOSURE OF CONTAINERS WITH SCREW CAPS, International Conference on Information Technologies ICIT-2019: Information and Communication Technologies for Industry and Research, 7-8.02.2019, Saratov, Russia, © Springer Nature Switzerland AG, ICIT 2019, SSDC 199, pp. (502–514), 2019.

ДЕКЛАРАЦИЯ ЗА ОРИГИНАЛНОСТ

Декларирам, че дисертацията съдържа оригинални резултати, получени, при проведени от мен, научни изследвания с подкрепата и съдействието на научния ми ръководител.

Резултатите, които са получени, описани и/или публикувани от други учени, са цитирани, където е възможно, в изложените референции.

Настоящият дисертационен труд не е прилаган за придобиване на научна степен в друго висше училище, университет или научен институт.

Подпис:.....

/инж. Петър Панев/

Публикации по дисертационната тема

1. **Panev P.**, Development of Automatic Packing Line for Single Packs, 8th International Conference on Mechanical Technologies and Structural Materials (MTSM 2018), Split, Croatia, September 27-28, 2018, Croatian Society for Mechanical Technologies, Croatia, ISSN: 1847-7917, pp. 149-152 [SCOPUS Visible](#)
2. **Панев П.**, Състояние на иновативните технологии в опаковъчните процеси и операции, International Conference Robotics, Automation and Mechatronics'18 RAM 2018, Bankya, Bulgaria, 2018., стр.61-66, ISSN 1314-4634.
3. **P. Panev**, S. Dimitrov, Innovative Technology For Increasing The Efficiency In Tubular Furniture Production Machine, 8th International Conference, ICAT'19 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, August 26-30, E-ISBN: 978-605-68537-4-6, 2019 pp. 338-341
4. **Panev P.**, Increasing performance in punching and pressing of details for the production of tubular furniture, XXIX International Scientific and Technical Conference, ADP - 2020., 29.06-02.07 2020, Sozopol, Bulgaria., Publishing house of TU-Sofia ISSN – 2682-9584, Publisher Department “Automation of Discrete Production Engineering“ Mechanical Engineering Faculty, Technical University – Sofia, pp. 76-79
5. **Panev P.**, **Paneva M.**, **Stoimenov N.**, **Dimitrov S.**, Increasing the Reliability and Productivity of a Tubular Furniture Packaging Operation, International Scientific Conference “Industry 4.0”, 09-12 December 2020, Borovets, Bulgaria., Scientific Technical Union of Mechanical Engineering Industry – 4.0, ISSN: 2535-0153, pp. 133-135
6. **Panev P.**, **Paneva M.** and **Klochkov L.**, AUTOMATION OF WELDING OF A DETAIL FOR THE PRODUCTION OF TUBULAR FURNITURE, XXX International Scientific and Technical Conference, ADP - 2021., 29.06 ÷ 02.07.2021, Sozopol, Bulgaria., Publishing house of TU-Sofia ISSN – 2682-9584, Publisher Department “Automation of Discrete Production Engineering“ Mechanical Engineering Faculty, Technical University – Sofia, pp. 76-79
7. **Paneva M.**, **Panev P.**, **Klochkov L.** and **Karastoyanov D.**, Analysis of defects obtained in the production of steel and steel products, VI International Scientific Conference Winter Session, 08-11 December 2021, Borovets, Bulgaria., Scientific Technical Union of Mechanical Engineering Industry – 4.0, ISSN: 2535-0153, pp. 230-232

Полезен модел

1. **Стоименов Н.**, **Панева М.**, **Панев П.**, Държач за пробни тела, Полезен модел на Република България, рег. № 3892 U1/ 23.09.2020 г.

Приложение

