



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - СОФИЯ



МАШИНОСТРОИТЕЛЕН ФАКУЛТЕТ



КАТЕДРА „АВТОМАТИЗАЦИЯ НА ДИСКРЕТНОТО ПРОИЗВОДСТВО“

маг. инж. ГЕОРГИ СИМЕОНОВ ГЕОРГИЕВ

ПОДОБРЯВАНЕ НА ТЕХНОЛОГИЧНОСТТА НА КОНСТРУКЦИЯТА НА САНИТАРНИ СКОБИ

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертация за получаване на образователна и научна степен
„ДОКТОР“

Професионално направление
5.1 „Машинно инженерство“

Научна специалност
02.21.08 „Автоматизация на производството“

НАУЧЕНИ РЪКОВОДИТЕЛИ:

проф. д-р инж. ИВО КРЪСТЕВ МАЛАКОВ
проф. д-р инж. ТОДОР ДИМИТРОВ НЕШКОВ

СОФИЯ, 2018 година

Дисертационният труд е обсъден от катедра „Автоматизация на дискретното производство“ при Технически университет – София на заседание на катедрен съвет, състоял се на 26.03.2018 г.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на: 14.06.2018г. от 15:00 часа в Конферентната зала на БИЦ на Технически университет – София на открито заседание на научното жури, определено със заповед на Ректора на ТУ-София в състав:

Научно жури:

1. проф. д-р Тодор Димитров Нешков
2. доц. д-р Силиян Николов Николов
3. проф. д-тн. Христо Константинов Шехтов
4. проф. д-р Димитър Неделчев Карастоянов
5. доц. д-р Иванка Василева Пеева

Рецензенти:

1. доц. д-р Силиян Николов Николов
2. проф. д-тн. Христо Константинов Шехтов

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в канцеларията на Машиностроителен факултет на Технически университет – София, стая 3242.

Дисертантът е задочен докторант към катедра „Автоматизация на дискретното производство“ на Машиностроителен факултет.

Номерата на фигурите, таблиците, формулите и литературните източници съответстват на тези в дисертационния труд.

Автор: маг. инж. Георги Георгиев Симеонов

Заглавие: ПОДОБРЯВАНЕ НА ТЕХНОЛОГИЧНОСТТА НА КОНСТРУКЦИЯТА НА САНИТАРНИ СКОБИ

Дисертационният труд е разработен в обем от 119 страници, състоящ се от списък с използвани означения, въведение, пет глави и заключение; 5 страници библиография с 90 литературни източника и 7 интернет адреса.

Тираж: 30 бр.

Отпечатано в ИПК на Технически Университет - София

Обща характеристика на дисертационния труд

Дисертационната работа представя подобряването на технологичността на санитарни скоби използвани в разнообразни видове строителни съоръжения. Посочени са основните технически характеристики на санитарните скоби. Предложени са някои насоки за техни ориентировъчни стойности и норми, по които те могат да бъдат определени. В допълнение, са разгледани различни области на приложение на санитарните скоби. Направен е обзор на методи за оценка на технологичността от гледна точка на монтаж, включващ метод на Бутройд-Дюърст, метод на Хиташи, метод на Лукас и МТМ метод. Разгледани са и са анализирани методи за проектирани и избор на оптимален вариант на технически системи. В допълнение на разгледаните методи за проектиране, е направен анализ на разнообразие от програмни приложения, подпомагащи избора на оптимален вариант на техническа система. Оценена е пригодността им за приложение в проблематиката на настоящия труд. Обобщено са разгледани методи за маркетинг. Направена е класификация на различни видове скоби. Разработен е методика за оценка и избор на скоба. Дадено е примерно приложение на методиката за избор на скоба. Извършена е оценка на технологичността, от гледна точка на монтаж и демонтаж, на съществуващи на пазара скоби. Разработена е функционална структура на санитарна скоба. Определена е общата функция и дървото на функциите. Съставена е функционалната структура с определени потоци от материал, енергия и информация. За различните функции, от дървото на функциите, са разработени варианти на изпълнение, съставляващи множеството на възможните варианти. Вариантите на изпълнение представляват устройствата изпълняващи отделните функции, представени таблично. Определена е съвместимостта на устройствата. Избрани са критерии за оценка на алтернативните варианти и е построен математически модел. Изборът на оптимален вариант е направен в два етапа. Оптимизационната задача е подробно анализирана чрез използване на тегловни коефициенти за избраните целеви функции. Избраният оптимален вариант е регистриран като полезен модел в Българското патентно ведомство. Извършено е маркетингово проучване. Направен е обзор на методи за пазарно проучване. Предложени са методи за маркетингово проучване. Предложените методи са приложени за маркетингово проучване, отнасящо се до новата конструкция на санитарна скоба. Предложеното решение е изпитано експериментално. Първоначално е извършен анализ по метода на крайните елементи, след което физически образци са изпитани в оторизирана лаборатория. За производството на иновативната скоба е разработена производствена система. Определен е производствения процес и е избрано технологично оборудване за изпълнение на различните производствени операции. Пространственото разположение на технологичното оборудване в производствените площи е зададено чрез план и са определени някои технико-икономически параметри на производствената система.

Актуалност на темата

Санитарните скоби за тръби намират широко приложение в строителния сектор - промишлени халета, жилищни и обществени сгради, електроцентрали, системни трасета и др. Те се използват при изграждането на вентилационни, водопроводни и канализационни системи, санитария и различни видове инсталации и се явяват един от основните монтажни елементи в посочените системи. Поради простата си конструкция, ниската си цена и лесният монтаж, скобите са изделие с високи нива на търсене.

Засиленото търсене на санитарни скоби за тръби се обуславя и от сериозният ръст на строителния бранш в последното десетилетие. Нарастването на търсенето поставя производителите пред нови предизвикателства свързани с оптимизация на производствените процеси, оптимизация на конструкцията и по-бърз краен монтаж. Всичко това, трябва да е съобразено с изискванията на потребителите за по-ниска цена, по-кратки времена на присъединяване на скобите към носеща конструкция и бърз монтаж на поддържаните от скобите елементи.

Скобите за тръби имат универсално приложение, като в зависимост от размера на тръбата те се делят на тринадесет основни типоразмера. Всеки типоразмер има диапазон на захвата, което позволява известен толеранс на размера на захващаната тръба.

Изборът на скоби е от решаващо значение за надеждното и правилно изпълнение на тръбната инсталация. От него зависи в значителна степен и икономическия ефект от тяхното приложение – себестойност, разходи за монтаж и демонтаж и др. На пазара се предлага голямо разнообразие от различни конструктивни варианти, като голяма част от тях не изпълняват изискванията и ограниченията на потребителите.

Научна новост

1. Разработена е класификация на санитарни скоби по следните признаци – област на приложение, условия на работната среда и конструктивни елементи.
2. Разработена е методика за оценка и избор на санитарни скоби за подпомагане избора на скоба.
3. Построени са математически модели на задачата за избор на оптимален вариант на конструкцията на санитарна скоба.
4. Предложена е оригинална конструкция на санитарна скоба, която е защитена с полезен модел.
5. Разработена е методика за анализ на пазара на санитарни скоби.

Практическа приложимост

1. Извършено маркетингово проучване на скрепителни скоби.
2. Построен е мрежов модел на множеството от структурни варианти на санитарна скоба и са определени технико-икономическите характеристики на алтернативните градивни елементи.
3. Чрез известен програмен продукт е избран оптимален вариант на конструкцията на санитарна скоба.
4. Извършен е инженерен анализ на избрания вариант на санитарна скоба.
5. Чрез експериментална проверка в оторизирана лаборатория са потвърдени техническите характеристики на новата конструкция.
6. Разработена е система за производство на санитарна скоба.

Реализиране на работата

Разработената подобрена конструкция на санитарна скоба е внедрена в производството на фирма Индъстриъл Трейдинг ООД, която я реализира на редица европейски пазари.

Одобряване на работата

Дисертационната работа е докладвана на заседание на катедра „Автоматизация на дискретното производство“, състояло се на

Апробация на резултатите

Ефективността при монтаж и демонтаж е установена чрез МТМ метод, включващ измерване на времето за всяка монтажна/демонтажна операция. Проведени са експериментални изследвания установяващи работоспособността на разработената подобрена конструкция.

Част от получените резултати са поместени в 5 публикации.

Структура и обем

Дисертационният труд е разработен в обем от 119 страници, състоящ се от списък с използвани означения, въведение, пет глави и заключение; 5 страници библиография с 90 литературни източника и 7 интернет адреса.

Съкратено съдържание на дисертационния труд

Глава 1. Обзор и анализ на проблема. цел и задачи на дисертационната работа

1.1. Описание на изделието – област на приложение

Скобите за тръби имат универсално приложение, като в зависимост от размера на тръбата те се делят на тринадесет основни типоразмера. Всеки типоразмер има диапазон на захвата, което позволява известен толеранс на размера на захващаната тръба.

Основната функция на санитарните скоби за тръби е осигуряване на сигурно закрепване на тръбите, през които протичат различни флуиди. Закрепването обикновено се осъществява към стени и други основи. Монтажът бива както хоризонтален, така и вертикален.

Скобата се захваща за стена или рамка посредством шпилка или комбиниран винт, които се навиват на заварена гайка върху скобата. От своя страна скобата обхваща тръбата, след което се заключва. По този начин, скобите осигуряват висока надеждност при монтаж.

Санитарните скоби, като техническо изделие, се характеризират със своите конструктивни елементи, средата в която работят и предявяваните към тях изисквания, които се явяват и техни основни класификационни признаци.

Конструкцията на санитарните скоби се характеризира с:

- Брой винтове
- Начин на закрепване към основата
- Начин на заключване (тип заключващ механизъм)
- Тип изолация

В зависимост от условията на околната среда, в която санитарните скоби работят, към тях се предявяват следните изисквания:

- Звукоизолиращи свойства
- Поведение при пожар
- Устойчивост на резки температурни промени
- Влагоустойчивост
- Устойчивост на излагане на пряка слънчева светлина
- Устойчивост на външни атмосферни условия
- Устойчивост на слаби агресивни влияния

1.2. Методи за оценка на технологичността на конструкцията

Технологична е конструкция, която отговаря напълно на предявяваните към нея функционални и експлоатационни изисквания и може да бъде произведена с помощта

на най-икономичните за конкретния тип и мащаб на производството технологични процеси. Технологичността на конструкцията се проявява в наличието на свойства, даващи възможност за оптимален разход на труд, време и средства за техническата подготовка на производството, изработката, експлоатацията и ремонта през целия жизнен цикъл на изделието. Създаването на технологична конструкция е оптимизационна задача, чието условие е свързано с осигуряване на минимални производствени разходи при задоволяване на функционални и експлоатационни изисквания към изделието.

Разгледани са четири метода:

- Метод на Бутройд-Дюърст (Проектиране за монтаж)
- Метод на Хитачи (Оценяване на монтажопригодността)
- Метод на Лукас
- МТМ метод

1.3. Методи за проектиране и избор на оптимален вариант на технически изделия

Анализът на съвременните технически изделия показва, че значителен дял от тях представляват хетерогенни мултикомпонентни системи, характеризиращи се с голям брой параметри и показатели. Ефективността им през всички фази на жизнения цикъл се предопределя в значителна степен в процеса на проектирането им.

В метода на Pahl & Beitz е предложена последователност от работни стъпки при проектиране, основана на общ подход за проектиране, изложен във VDI-Richtlinie 2221. Поставя се особен акцент върху итеративната природа на процеса. Последователността на изграждащите го стъпки не трябва да се приема за неизменяема – някои стъпки могат да бъдат пропуснати, а други – често повтаряни. Тази гъвкавост е в синхрон с практическото приложение на процеса по проектиране и е много важна при реалното прилагане на всички методи за проектиране.

От разгледаните структури на процеса на проектиране ясно личи итеративния му характер. Оптимизацията в този процес присъства на всеки етап като според фазата, в която се намира процеса на проектиране тя е насочена към съответен обект. В началните етапи на проектиране оптимизацията е насочена към принципното решение на задачата, а в крайните – към производството на проектираното изделие. Като мост между началото и края стои оптимизацията на структурата на изделието. Оптимизацията на структурата свързва оптимизацията на принципа за решаване и оптимизацията на производството на проектираното изделие като се припокрива с тях в известна степен. Ето защо един от най-отговорните етапи в процеса на проектиране е етапът, в който се създава структурата на техническото изделие, т.е. определят се вида и връзките (отношенията) между градивните компоненти. Този етап е особено важен, тъй като служи за основа на по-нататъшното проектиране, а коригирането на неподходящо избрано решение в по-късен етап е свързано със значителни разходи. Резултатите от този етап зависят съществено от намирането на вариант, който

удовлетворява по най-добър начин и при определени условия поставените цели, т.е. от избора на оптимален вариант на техническото изделие (оптимизация на структура).

1.4. Приложен софтуер за избор на оптимален вариант

Известните програмни системи, приложими за избор на оптимален вариант притежават някои недостатъци – използват се неподходящи и/или неефективни методи за оптимизация, ограничен е броят на анализирания структурни варианти, в моделите не се отчитат възможностите за наличие на полифункционални градивни компоненти, изпълняващи няколко частични функции на техническата система, или ограничения върху съвместимостта между тях, наличието на непълна информация и др. В Таблица 1.2 е представено обобщение на разгледаните диалогови системи за многокритериална оптимизация. Посочени са седем изисквания, отчитащи характерните особености на задачата за избор на оптимален структурен вариант и удобството при използване на програмните продукти. В таблицата „√“ е равнозначено на „да“, а „X“ – на „не“.

Таблица 1.1. Анализ на диалогови системи за многокритериална оптимизация

№	Диалогова система → Изискване ↓	1000Mind s	BENSOLV E	DECISIONARIU M	PolyOptimiz er	D-Sigh t	IND- NIMBU S	IRI S & VIP
1	Възможност за решаване на дискретни оптимизационни задачи	√	√	√	√	√	√	√
2	Възможност за задаване на ограничителни функции	√	X	√	√	X	√	√
3	Възможност за решаване на задачи с множество структурни варианти ($>10^4$)	X	X	X	√	X	X	X
4	Възможност за решаване на задачи с ограничения в съвместимостта и полифункционални устройства	X	X	X	√	X	X	X
5	Самостоятелен продукт	X	X	X	√	√	√	√

№	Диалогова система → Изискване ↓	1000Mind s	BENSOLV E	DECISIONARIU M	PolyOptimize r	D- Sigh t	IND- NIMBU S	IRI S & VIP
6	Изисква познания по програмиране	X	√	X	X	X	X	X
7	Изисква познание на използваните математически и методи	X	√	X	X	X	X	X

1.5. Методи за анализ на пазара

Пазарният анализ изучава състоянието на пазарите, промените в размера на пазарите, характеристиките на потребителите, намиращи се на пазарите и други. Едно предприятие би се натъкнало на множество трудности в случай, че се опита да обслужва целия пазар. Потребителите не са еднородна маса и понякога те диаметрално се различават по своите вкусове, предпочитания и покупателни възможности. На пазара се намират и различни фирми, като някои от тях се явяват конкуренти, други – доставчици или дистрибутори. Необходимо е да се открият най – привлекателните сегменти, където предприятието ще може да се конкурира успешно и да печели.

1.6. Изводи

От изложеното в Глава 1 могат да се направят следните изводи:

1. Санитарните скоби са изделия използвани за изграждане на голямо разнообразие от системи в строителния сектор. Поради това към тях се предявяват редица изисквания, което прави изборът на санитарна скоба нетривиална задача.
2. Съществуват редица методи за оценка на технологичността на конструкцията на изделията от гледна точка на монтаж. От тях методът MTM е широко разпространен, формализиран, аналитичен, универсален и многократно изпитан. Той осигурява необходимите инструменти за точно определяне на времената за отделните операции при монтаж и следователно за обективна оценка на технологичността на конструкцията на изделието.
3. В процеса на проектиране се налага многократното решаване на задачата за избор на оптимален (рационален, ефективен) вариант. Един от най-отговорните етапи в този процес е етапът, в който се създава структурата на техническата система. Резултатите от този етап зависят съществено от намирането на вариант, който удовлетворява по най-добър начин и при определени условия поставените цели, т.е. от избора на оптимален вариант. Изискванията на пазара от гледна точка на конкурентно способност, налагат кратки срокове за извършване на тази дейност като етап от цялостния процес на проектиране. Следователно се налага автоматизиране

избора на оптимален структурен вариант с цел съкращаване на времето за разработка.

4. Съществуват ограничен брой известни диалогови системи за многокритериална оптимизация, които основно са насочени към задачи от общ характер, при които не се отчитат функционалните структури и логическите връзки, възникващи при проектиране. Освен това известните разработки разглеждат алтернативни решения в контекста на неделими единици, докато при произвеждане на алтернативни структурни варианти е нужно разглеждане на ниво изграждащи компоненти. Следователно е необходимо използване на диалогова система, която да отчита особеностите на задачата за избор на оптимален вариант и, която в същия момент да е достатъчно гъвкава, за да е надмножество на съществуващите диалогови системи за многокритериална оптимизация.
5. Пазарният анализ изучава състоянието на пазарите, промените в размера на пазарите, характеристиките на потребителите, намиращи се на пазарите и други. Необходимо е да се проучи и сегментира пазара и да се идентифицират особеностите на потребителското търсене. Трябва да се използват доказани маркетингови проучвания, портфолио модели и готови матрици.

1.7. Цел и задачи на дисертационния труд

Целта на дисертационния труд е:

Да се подобри технологичността на конструкцията на санитарна скоба от гледна точка на монтаж и демонтаж при изграждане на тръбни инсталации.

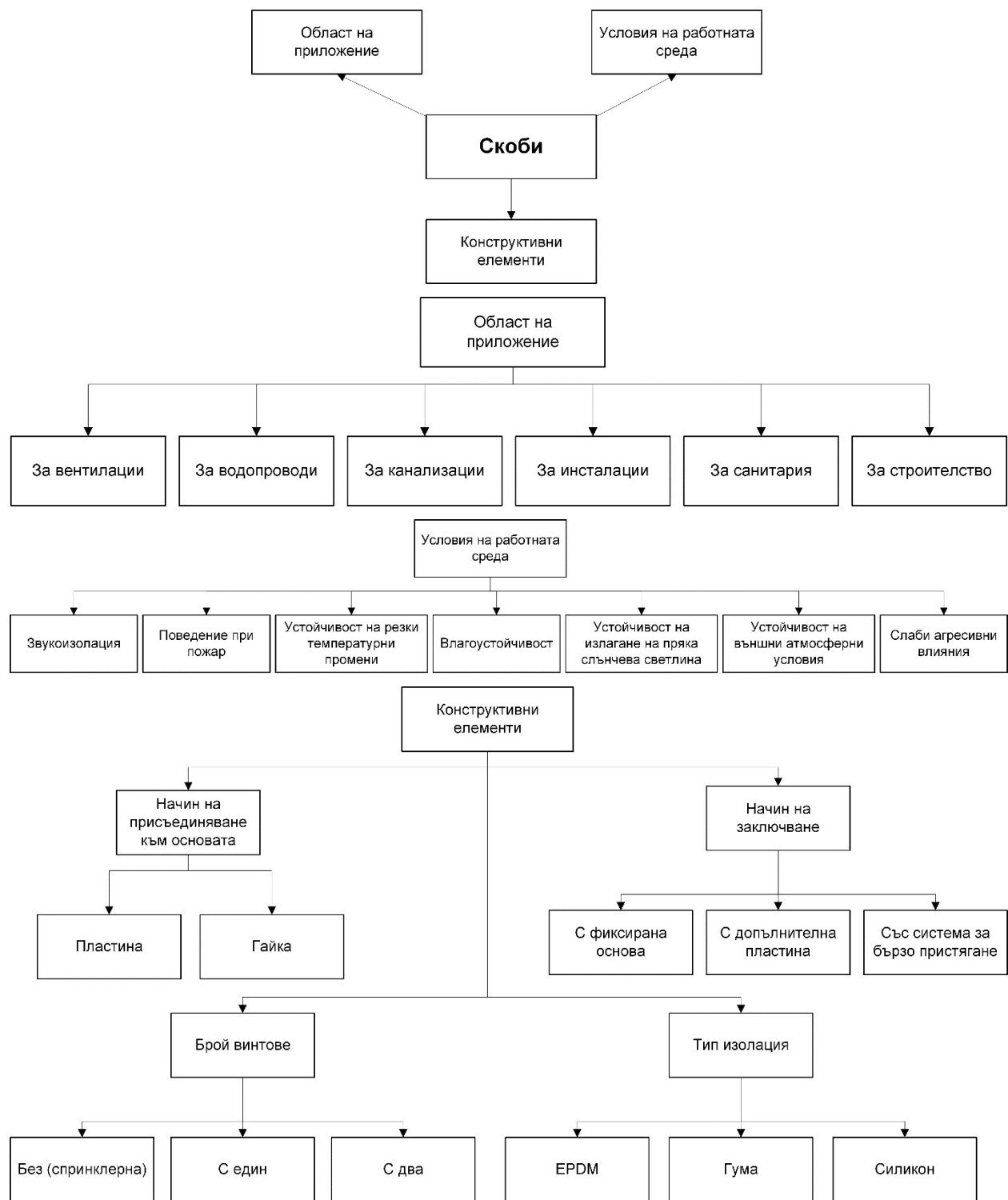
За постигане на поставената цел следва да се решат следните задачи:

1. Да се разработи методика за оценка и избор на санитарна скоба.
2. Да се разработи множеството на възможните варианти на скрепителна скоба и по избрани критерии да се избере оптимален вариант.
3. Да се извърши маркетингово проучване на пазара на санитарни скоби.
4. Да се извърши инженерен анализ на конструкцията на скрепителна скоба и експериментална проверка на основните ѝ характеристики.
5. Да се проектира система за производство на скобата.

Глава 2. Методика за оценка и избор на санитарни скоби

2.1. Класификация на видовете скоби

В инсталационната техника са познати различни решения за захващане и фиксиране на тръби, от които най-разпространени под формата на скоби са спринклерната скоба и скобата за универсален монтаж с един или два винта. На Фиг. 2.1 е показана разработената класификация.



Фиг. 2.1. Класификация на скоби

2.2. Методика за оценка и избор на скрепителни скоби

Избора на санитарни скоби е важен и необходим, както при неотговорни, така и при отговорни носещи конструкции – от битови приложения до приложения в строителството.

Правилният избор на скоба е от значение, тъй като предопределя адекватната работа на инсталацията и интеграцията ѝ с околната среда.

Неправилният избор на скоба може да доведе до неприятен шум, грешен монтаж, неспазване на изискванията за пожарна безопасност и др.

Освен изпълнението на изискванията свързани с практическото приложение на скобите, правилният избор може да доведе и до значително подобрене на ефекта от тяхното приложение като намали времето за монтаж и оптимизира разходите.

Ето защо правилният избор на скоба е важен за ефективността на носещите конструкции. Разработената методика за оценка и избор на скрепителни скоби се състои от шест стъпки (Фиг. 2.2):

- Стъпка I – Област на приложение
- Стъпка II – Вид на монтажа
- Стъпка III – Монтаж към основата
- Стъпка IV – Определяне на затягащ механизъм
- Стъпка V – Звуко- и виброизолация / Подбор на подходящо профилна гума
- Стъпка VI – Допълнителна шумоизолация

Скобите биват оценявани според качеството на изпълнение на отделните конструктивни елементи и нивото на техните характеристики по шест степенна скала за оценяване. Избраните основни елементи са:

- гайка,
- осигуряване,
- заваряване,
- загуба на осигуряване,
- затягащ винт,
- заключване,
- опериране,
- профилна гума,
- тяло,
- якостен релеф,
- гравюра.

Методика за избор на скоби за тръби

Скоби с един и два винта

Унификационен индекс	Какъв е материалът на монтираната тръба
S / SS	Стомана Неръждаема стомана Мед Пластмаса  Метална основа от материал: Позиционирана стомана Неръждаема стомана 316/44 Позиционирана стомана Позиционирана стомана 
Унификационен индекс	С колко винта ще е скобата
1 / 2	С един винт С два винта 
Унификационен индекс	Фиксиране към основата
N / HN / P	Гайка M8 Комбинирана гайка (M8/M10) Пластина Гайка M8 Комбинирана гайка (M8/M10) Пластина 
Унификационен индекс	Механизъм за бърз монтаж
F / O / SO	Фиксирана основа С допълнителна пластина Система за бързо пристягане Фиксирана основа Система за бърз монтаж 
Унификационен индекс	Профилна гума
EPDM / SIL / SBR	Гума EPDM Гума силикон Гума EPDM/SBR 
Унификационен индекс	Допълнителна шумоизолация
P / R / S	Пластмасов елемент Гумена втулка Ластик 

Фиг. 2.2. Методика за избор на скоби за тръби

2.3. Оценка и анализ на технологичността на известни скрепителни скоби

Изхождайки от получените резултати при прилагане на методиката за избор на скоби, е определен фокусът на този анализ, а именно – скоби с един винт. Разгледани са решения за скоби с един винт предлагани на пазара. Първоначално е извършена оценка на съществуващите скоби чрез системата за оценяване. Предприятията включващи скоби за тръби с един винт в своята продуктова гама, са основно специализирани в търговията с консумативи за различни видове инсталации или резервни части, като Hilti, Fischer, Walraven, Sina Befestigungssystem, Foerch, Wuerth, Muepro, Mefa, Flamco, BTI, RECA и др.

В зависимост от ценовата и браншова политика, всяко едно от предприятията избира своето продуктово позициониране на пазара, като функция на това е нивото на качество на скобите, пазарните цени за краен клиент и дистрибутор, акцент върху някое от конструктивните решения и индивидуални подработки на тези решения.

От извършената оценка се отчита предимство за скобите на Sina Befestigungssystem, Hilti, Muepro и Walraven.

Ключови фактори създаващи разликата при отделните скоби са качеството на заварката на свързващата гайка към черупката, начина на заключване и улеснената работа със скобата.

Направена е количествена оценка по метода на Бутройд на две конструктивни реализации на скоби с един винт, условно наречени „стандартна“ и „иновативна“. Стандартната реализация е обобщение на конструкцията на скобите предлагани от производителите, чиито изделия имат предимство според първоначалната оценка и изискват използването на ръчни инструменти. Иновативната реализация е тази, която позволява монтажът да се извършва без ръчни инструменти. Чрез последната е възможно редуциране на времето необходимо за монтаж на стандартната скоба до 90%.

2.4. Изводи

От изложеното в Глава 2 могат да се направят следните изводи:

1. Скобите за тръби могат да се класифицират според своите основни конструктивни елементи, своята област на приложение и условията на работната среда, за която са проектирани.
2. Предложената методика за избор на скоби и инструментът за оценяване прави възможно определянето на нивото на изпълнение на всяка скоба, което дава ясна представа на потребителя за очакваните характеристики на изделието.
3. Приложението на методиката и оценката на скобите за тръби дават като резултат препоръка за прилагане на скоби за тръби с един винт.
4. Оценката на технологичността от гледна точка на ръчен монтаж на скоби за тръби с един винт, показва явно предимство на скобите за тръби с един винт, неизискващи използването на ръчни инструменти при монтаж.

Глава 3. Разработване на усъвършенствана конструкция на скоба санитарна

3.1. Разработване на функционален модел на скоба санитарна

Функцията е основно понятие в теорията на проектирането на технически изделия. Тя дава отговор на въпроса формулиран от Л. Майлс „Какво извършва това изделие?“. При разработване на функционалния модел на скоба санитарна е приета следната последователност на работа:

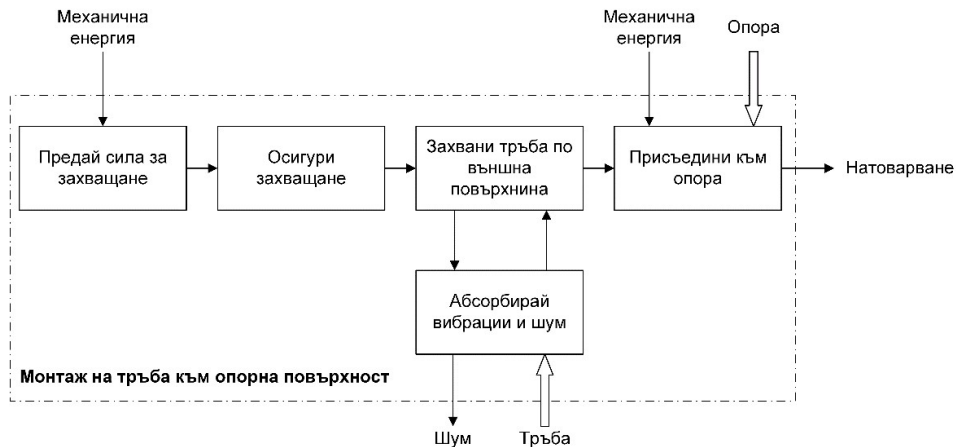
- Определяне на общата (главната, основната) функция
- Разработване на дърво на функциите
- Съставяне на функционална структура

Общата функция на скоба санитарна е: „монтаж на тръба към опора“ (Фиг. 3.1). След декомпозиране на общата функция е получена показаната на Фиг. 3.2 функционална структура. Определени са следните частични функции TF_n , $n = 1 \div 5$:

- TF_1 , присъедини към опора,
- TF_2 , захвани тръба по външна повърхнина
- TF_3 , осигури захващане,
- TF_4 , предай сила за захващане,
- TF_5 , абсорбирай вибрации и шум.



Фиг. 3.1. Обща функция на скоба санитарна



Фиг. 3.2. Функционална структура на скоба санитарна

3.2. Разработване на множеството на възможните варианти

За разработването на множество на възможните варианти е възприет методът на морфологичния анализ и синтез, разработен от Цвики. При този метод, след разлагането на общата функция на техническата система на частични функции, се избират елементарни устройства за реализиране на всяка частична функция. Определянето на елементарните устройства се извършва с помощта на морфологична таблица, която съдържа избраните елементарни устройства за всяка от определените частични функции.

Освен таблиците с разработените варианти е необходимо определяне на съвместимостта между елементарните устройства. Под съвместимост тук ще разбираме възможността за съвместна работа на елементарните устройства в една техническа система. Съвместимостта може да бъде описана чрез матрица на съвместимост. По този начин, чрез матрицата на съвместимост, се определя множеството от възможни структурни варианти X , които изпълняват общата функция на санитарната скоба с един винт.

3.3. Избор на критерии за оценка

Изборът на критерии за оценка на структурните варианти е съобразен с направеният анализ на скобите за тръби в Глава 1 и съображенията за избор и технологичност на скоба за тръби изложени в Глава 2. Избрани са три частни критерия за оценка на алтернативните варианти: технологична себестойност, лв.; време за монтаж, s ; време за демонтаж, s .

За да могат да се приложат методи за намиране на оптимален структурен вариант, критериите за оценка трябва да бъдат преобразувани в измерими целеви функции.

3.4. Построяване на математически модел

С цел отчитане на изискванията предявени към скобите за тръби и спецификите на пазарния сегмент, изборът на оптимален вариант на санитарна скоба с един винт, е извършен в два етапа. В първият етап се възлага решаването на следната задача:

При разработено множество на възможните структурни варианти на санитарна скоба с един винт, да се определи оптималния структурен вариант, така че:

$$\min TC(x) = \sum_{n=1}^5 TC(x_n^l), \quad (3.1)$$

където $x \in X$, $n = 1 \div 5$, $|L_1| = 10$, $|L_2| = 4$, $|L_3| = 8$, $|L_4| = 8$, $|L_5| = 3$, $TC(x)$ - технологичната себестойност, лв.

Стойностите на технологичната себестойност на елементарните устройства са показани на Фиг. 3.3 в графичен вид.

Намерените решения преминават към втория етап за избор на оптимален вариант на санитарна скоба с един винт. В него се анализират получените решения от първия етап, като се решава следната многокритериална оптимизационна задача:

$$\min TC(x) = TC(x_n), \quad (3.2)$$

$$\min T_m(x) = T_m(x_n), \quad (3.3)$$

$$\min T_{dem}(x) = T_{dem}(x_n), \quad (3.4)$$

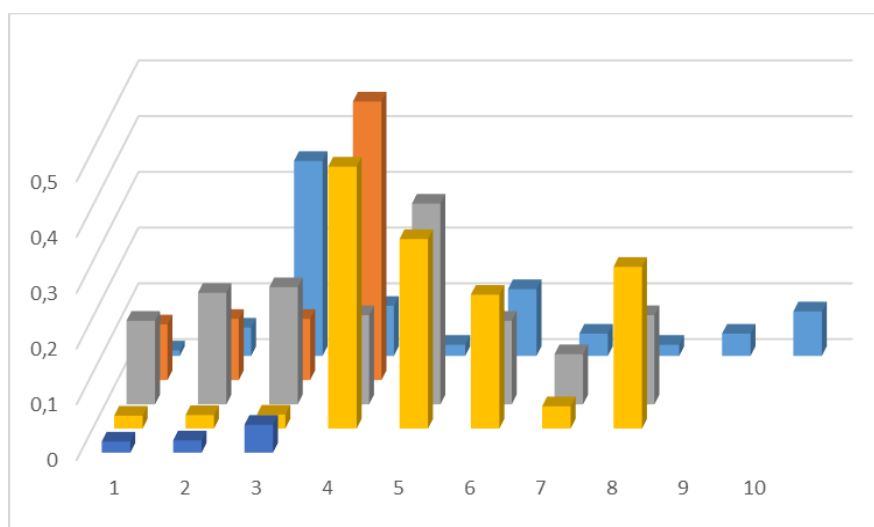
където $x \in \{x_n, n = 1 \div 3\}$, $TC(x)$ - технологичната себестойност, лв., $T_m(x)$ - времето за монтаж, s, $T_{dem}(x)$ - времето за демонтаж, s.

3.5. Решаване на задачата

Задача (3.1) е еднокритериална оптимизационна задача с ограничения в съвместимостта между отделните елементарни устройства, което налага предварително да се извърши декомпозиране на множеството от структурни варианти X на подмножества, при които отсъстват такива ограничения. Това е направено с помощта на програмно приложение за структурна оптимизация на технически системи PolyOptimizer.

В Табл. 3.1 са показани намерените подмножества. От таблицата се вижда, че общият брой на възможните структурни варианти на проектираното изделие е 4440.

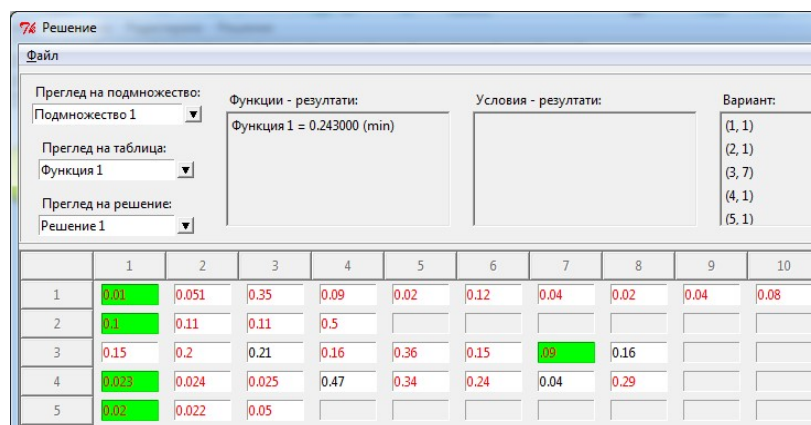
За намиране на решение на еднокритериалната задача (3.1) е необходимо решаването на 3 еднокритериални оптимизационни задачи (по една за всяко подмножество). Намереното оптимално решение по критерия „минимална технологична себестойност“ чрез PolyOptimizer е показано на Фиг. 3.4.



Фиг. 3.3. Стойности за целева функция $TC(x)$

Таблица 3.1. Подмножества и брой на възможните варианти

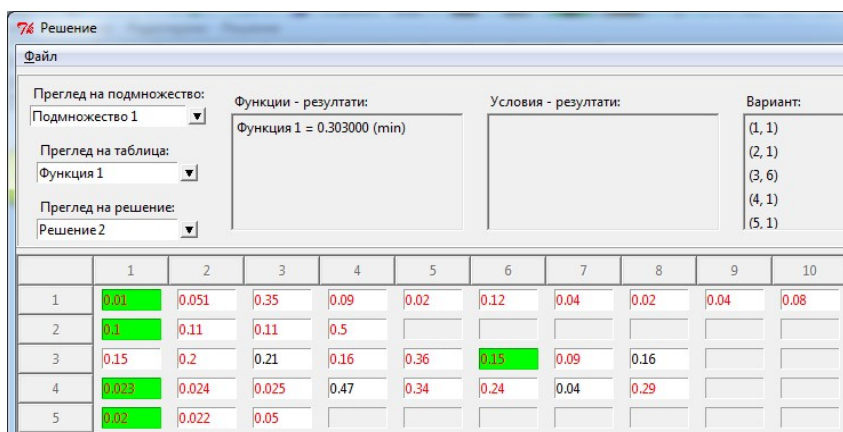
Подмножество	TF_1	TF_2	TF_3	TF_4	TF_5	Брой варианти
1	10	4	6	6	3	4320
2	10	2	1	1	3	60
3	10	2	1	1	3	60



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.01	0.051	0.35	0.09	0.02	0.12	0.04	0.02	0.04	0.08
2	0.1	0.11	0.11	0.5						
3	0.15	0.2	0.21	0.16	0.36	0.15	0.08	0.16		
4	0.023	0.024	0.025	0.47	0.34	0.24	0.04	0.29		
5	0.02	0.022	0.05							

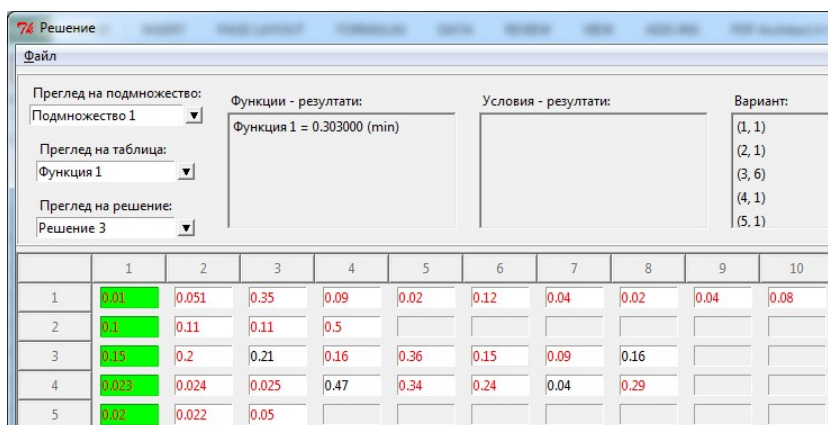
Фиг. 3.4. Вариант $x_1 = \{x_1^1; x_2^1; x_3^7; x_4^1; x_5^1\}$, $TC(x_1) = 0.243$ лв.

За да не се пропуснат перспективни варианти са анализирани и субоптимални, но близки до оптималното решение варианти. Тези решения са показани на Фиг. 3.5 и Фиг. 3.6.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.01	0.051	0.35	0.09	0.02	0.12	0.04	0.02	0.04	0.08
2	0.1	0.11	0.11	0.5						
3	0.15	0.2	0.21	0.16	0.36	0.15	0.09	0.16		
4	0.023	0.024	0.025	0.47	0.34	0.24	0.04	0.29		
5	0.02	0.022	0.05							

Фиг. 3.5. Вариант $x_2 = \{x_1^1; x_2^1; x_3^6; x_4^1; x_5^1\}$, $TC(x_2) = 0.303$ лв.



Фиг. 3.6. Вариант $x_3 = \{x_1^I; x_2^I; x_3^I; x_4^I; x_5^I\}$, $TC(x_3) = 0.303$ лв.

Във вторият етап от решаването на задачата се анализират получените решения x_1 , x_2 и x_3 . Решава се задачата (3.2), (3.3) и (3.4). Времето за монтаж и демонтаж за трите варианта, са определени чрез MTM метод. В Табл. 3.2 са показани крайните резултати от приложението на метода.

Компромисното решение на задачата се намира при еднакви по значимост целеви функции (3.2), (3.3) и (3.4). С помощта на PolyOptimizer задачата от втория етап е решена при еднакъв приоритет на целевите функции. Получените резултати показват, че предложените за анализ решения x_1 , x_2 и x_3 намерени в първия етап, са част от Парето оптималното множество, т.е. не може да бъде излъчено единствено решение. За намиране на такова е необходимо определянето на приоритет за целевите функции.

Вземайки предвид изискванията към скобата е определен приоритет за отделните критерии. Поставя се следната задача:

Да се определи тегловен вектор, който задава по-голям приоритет за критерия „време за монтаж“.

Чрез метода на Войчинский и Янсон [Войчинский, Янсон 1988] се задава приоритет на времето за монтаж. Въведен е следният кортеж на важност за целевите функции: $T_m(x) > T_{дем}(x) > TC(x)$

Таблица 3.2. Стойности за целевите функции $T_m(x)$ и $T_{дем}(x)$ определени по MTM метод

	x_1	x_2	x_3
$T_m(x), s$	16,266	8,262	8,262
$T_{дем}(x), s$	12,522	11,274	9,960

Задачата е решена при така въведения приоритет и решението е показано на Фиг. 3.7. Решение при този вектор на приоритета е вариант x_3 . Въпреки, че по технологична себестойност това решение е максимум за целевата функция $TC(x_3) = 0.303$ лв., то постига минимум по целевите функции за другите два критерия - време за монтаж и време за демонтаж, съответно $T_m(x_3) = 8.262$ s и $T_{дем}(x_3) = 6.96$ s.

Предложената конструкция се характеризира с по-висока технологичност и възможност за монтаж и демонтаж само с една ръка без използване на ръчен инструмент. Това води до съществено съкращаване на времето за монтаж и демонтаж в сравнение с известни решения.

3.6. Описание на полезния модел

Избраният вариант на решение е описан и защитен в българското патентно ведомство като полезен модел. Полезният модел се отнася до пружинен клипс за скрепителни скоби, намиращи приложение при изграждане на тръбни инсталации в жилищни, промишлени, административни, производствени, туристически или селскостопански обекти.

Задачата на полезният модел е да се създаде пружинен клипс за затваряне/отваряне на скрепителни скоби, използвани при изграждане на тръбни инсталации в жилищни, промишлени, административни, производствени, туристически или селскостопански обекти.

Задачата е решена с пружинен клипс за затваряне/отваряне на скрепителни скоби за закрепване на тръбни елементи.

3.7. Изводи

От изложеното в Глава 3 могат да се направят следните изводи:

1. Зададената задача за избор на оптимален вариант на скоба санитарна, налага определяне на общата функция и декомпозирането ѝ на частични функции, т.е. разработване на функционална структура на скобата с определени потоци от материал и енергия.

	1	2	3
1	0.243	0.303	0.303



Фиг. 3.7. Решение при по-голям приоритет за критерия „време за монтаж“

2. Разработената функционална структура може да се използва за разработване на варианти на решение за всяка частична функция. Тези варианти трябва да изпълняват надеждно и качествено назначената им функция и да бъдат с определена съвместимост.
3. Изборът на система от критерии за оценка трябва да отговаря на изискванията: представителност, минималност, общност, реализуемост, достоверност, ортогоналност, чувствителност, формализуемост и простота. Освен това, за да могат да се приложат методи за намиране на оптимален структурен вариант, критериите за оценка трябва да бъдат преобразувани в измерими целеви функции.
4. С цел отчитане на изискванията предявени към скобите за тръби и спецификите на пазарния сегмент, изборът на оптимален вариант на санитарна скоба с един винт е необходимо да се извърши в два етапа. Първият етап включва избор по минимална технологична себестойност на оптимален и близки до оптималния варианти. Вторият етап включва анализ на намерените от предходния етап варианти в контекста на многокритериална оптимизационна задача, добавяща като критерии за оценка времето за монтаж и демонтаж.
5. Поставената задача за избор на оптимален вариант на скоба санитарна е решена и е намерено оптимално решение удовлетворяващо поставените изисквания. То се характеризира с по-висока технологичност и облекчен монтаж и демонтаж.
6. Избраният вариант на решение е описан и защитен в българското патентно ведомство като полезен модел. Предимството на новата конструкция се състои в пружинен клипс, чрез който е възможно лесно и бързо отваряне и затваряне на скрепителната скоба без използване на инструменти, което води до икономия на труд и време.

Глава 4. Маркетингово проучване

4.1. Методи за маркетинг – обзор

Маркетингът е важно средство за правилната ориентация на бизнеса в условията на бързо променяща се и трудно предсказуема пазарна среда.

Маркетинговото проучване, най-общо представлява идеята да се предвижда и проектира състоянието на бизнеса в бъдеще, като се разработват същевременно и ефективни начини за достигане на желаните бъдещи резултати.

Същността на проучването може да се обясни като процес на разработване и приемане на решения, на които са присъщи следните по-важни характеристики:

- проучването се прави предварително, преди да се предприемат действията,
- проучването е необходимо, когато постигането на желаното бъдещо състояние, налага да се приемат и реализират комплекс от решения,

- проучването е процес, насочен към постигането на едно или няколко бъдещи състояния, които обаче няма да се реализират от само себе си, а трябва да се има предварителна информация.

Маркетинговото проучване е един от важните документ за предприятието, тъй като:

- събира в една фокусна точка всички факти за пазарите, които то обслужва, услугите, които извършва, конкурентите; клиентите и т. н.,
- маркетинговото проучване изисква разработване на продукти, производство, пласмент, реклама, кредит, транспорт и всичко това, водено от една мисъл – нуждите на клиента,
- маркетинговото проучване поставя цели, които трябва да бъдат постигнати в определени срокове, определя точната стратегия и тактика за постигането на набелязаните цели.

4.2. Методика за анализ на пазара (маркетингово проучване)

Стратегическото маркетингово проучване включва поредица от действия с една ясна задача – намиране на най–добрата комбинация от маркетингови решения за достигане на маркетинговите цели, при известни ограничения откъм външна среда и ресурси.

Въпреки някои различия в мнението на специалистите относно съдържанието на стратегическото маркетингово проучване, тяхното виждане се обединява около наличието на три логически свързани последователни етапа:

- анализ на маркетинговата дейност,
- разработване на маркетингово проучване с план,
- изпълнение и контрол на плана.

Първият етап на проучването, а именно анализът на маркетинговата дейност, представлява дейността по набирането и обработката на информацията относно това как е протичал маркетинга на предприятието и какво е състоянието на продуктите и пазарите. Целта е да се осигури възможност за анализ на ситуацията, в която се намира предприятието.

Вторият етап представлява същинското разработване на маркетинговото проучване, определящо потенциала за реализация на продукта, идентифициране и подробно описана информация относно развитието на пазара. Представени в маркетинговото проучване са и възможни дистрибуционни канали, потенциални клиенти, конкуренти, възможни начини за налагане на продукта на пазара и други.

Третият етап е същинското изпълнение на плана, изхождащ от маркетинговото проучване и последващ контрол за правилното му изпълнение.

4.3. Приложение на методиката

Извършено е маркетингово проучване за избраното решение на скоба санитарна от гледна точка на предприятието Индъстриъл Трейдинг ООД, което ще я произвежда и реализира на избрани пазари.

Предприятието е основано в края на 2009 г. Индъстриъл Трейдинг е официален представител на немския концерн Фьорх (FÖRCH) – водеща компания, предлагаща широка гама консумативи в сферата на индустрията, дървообработването и автомобилостроенето.

Мисията на предприятието, по отношение на реализирането на новата скоба, е чрез внедряването ѝ в производството, да се превърне във водещ производител на скоби за тръби и периферия в страната и последствие в Европа. Скобата ще бъде произвежда под продуктовото наименование FastClick.

Скобата FastClick превъзхожда съществуващите в момента на пазара решения. Спрямо скобата със стандартна конструкция, FastClick отчита над 20% по-висока ефективност при монтаж и около 50% при демонтаж. В сравнение със скобата с пружинен клипс, FastClick демонстрира сходна ефективност при монтаж, но около 50% по-висока такава при демонтаж. Извън упоменатите стойности, следва да се отчете, че иновативна скоба FastClick дава възможност, както за бърз монтаж, така и демонтаж, без необходимост от ръчни механични или електрически инструменти – тези действия могат да се изпълнят по максимално улеснен начин само с една ръка. Това води до икономия на труд и време. Избягва се и необходимостта от осигуряване на електрическо захранване. Редуцира се и риска от трудови травми. Всичко това съпроводено с една конкурентна цена представляват силните страни на скобата, които предопределят благоприятните възможности за реализация на продукта.

Отчита се отличен иновативен потенциал и благоприятни условия за развитие на проекта – в това число сериозният потенциал за пазарна реализация, липсата на конкурентни алтернативи към момента и високото качество на продукта – счита се, че проектът ще постигне изключително задоволителна норма на възвращаемост. Срокът на възвръщаемост на първоначалната инвестиция ще е не по-дълъг от 2 години след окончателното изпълнение на проектните дейности. Иновативният продукт се очаква да бъде въведен на пазара още преди края на проекта (след първата година от старта му).

4.4. Изводи

От изложеното в Глава 4 могат да се направят следните изводи:

1. Маркетинговото проучване представлява идеята да се предвижда и проектира състоянието на бизнеса в бъдеще, като същевременно се разработват и ефективни начини за достигане на желаните бъдещи резултати.
2. Съдържанието на стратегическото маркетингово проучване включва три логически свързани последователни етапа:

- анализ на маркетинговата дейност,
 - разработване на маркетингово проучване с план,
 - изпълнение и контрол на плана.
3. Скобата FastClick превъзхожда съществуващите в момента на пазара решения. Отчита се отличен иновативен потенциал и благоприятни условия за развитие – в това число сериозният потенциал за пазарна реализация, липсата на конкурентни алтернативи към момента и високото качество на продукта – счита се, че проектът ще постигне изключително задоволителна норма на възвращаемост.

Глава 5. Експериментална проверка

5.1. Симуляционно моделиране чрез МКЕ

Преди внедряване в производство е извършена якостна проверка чрез метод на крайните елементи (МКЕ) на избраният за разработка вариант на скобата. За целта е използван програмният продукт на Dassault Systemes Catia.

Съществуват два критични елемента в избраната конструкция, които са от решаващо значение за якостното оразмеряване, а от там и за надеждността и безопасността, на инсталациите включващи в състава си FastClick.

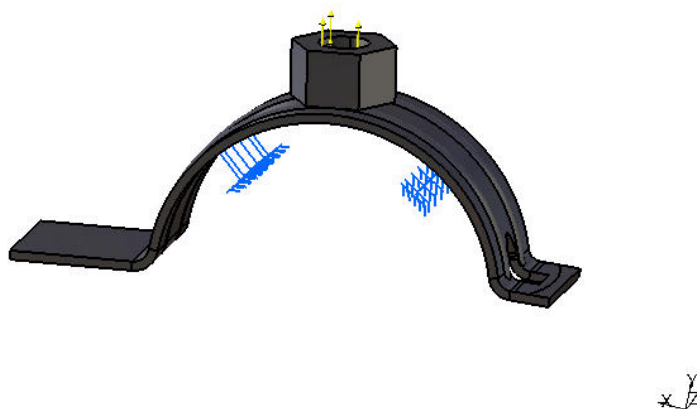
Първият конструктивен елемент от критична важност е съединението между присъединителната гайка, използвана за монтиране на скобата към носещ елемент и тялото на скобата. Това съединение се осъществява чрез точково заваряване.

Стандартно използваната гайка М8 е направена от стомана с клас на якост 8.8 и граница на провлачване от 640 МПа. Тялото на скобата е също стоманено, а характеристиките на материала са посочени в Табл. 5.1.

Схемата на натоварване е показана на Фиг. 5.1. В син цвят са показани векторите на реакцията на опората, а с жълт – векторите на натоварването (външната сила). Големината на приложението товар е 2000 N. Външното натоварване е вследствие от теглото на носената от скобата тръба.

Табл. 5.1. Характеристики на материала за тялото на скобата FastClick

Характеристика	Стойност
Модул на еластичност	200 GPa
Коефициент на Поасон	0,266
Плътност	7860 kg/m ³
Коефициент на топлинно разширение	11,7 · 10 ⁻⁶ K ⁻¹
Граница на провлачване	250 МПа

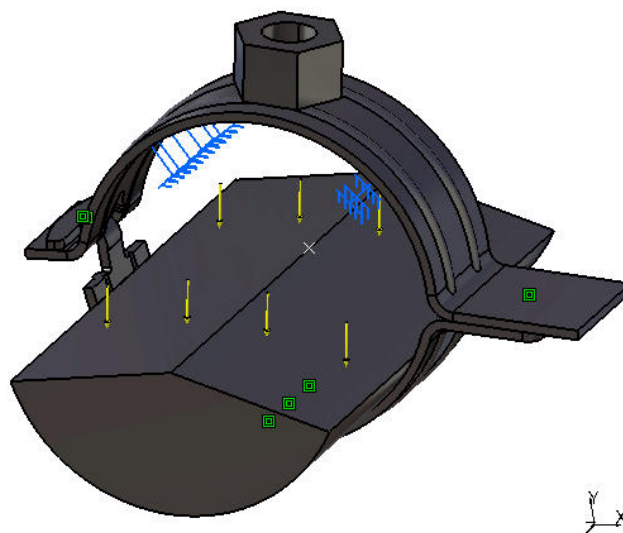


Фиг. 5.1. Приложено натоварване при якостна проверка на завареното съединение

Вторият конструктивен елемент от критична важност е съединението между двете половини на тялото на скобата. Материалът, от който са изработени двете части е един и същ, така че характеристиките на материала посочени в Табл. 5.1 са в сила и за тази якостна проверка.

Схемата на натоварване, за това изчисление, е показана на Фиг. 5.2.

Получените резултати показват, че за определяне на носимоспособността на скобата е необходимо извършването на допълнителни физически изпитания с образци в лаборатория.



Фиг. 5.2. Приложено натоварване при якостна проверка на съединението между двете части на тялото на скобата

5.2. Експериментални изследвания

Проведени са лабораторни изследвания на товароносимостта на проектираната гама от скоби FastClick. Пробите са натоварвани до отказ.

Предлаганата гама от скоби на пазара е предвидено да бъде типизирана според обхвата на захващане. По десет проби от всеки размер са подложени на разрушително изпитване. Определени са силите при които започва пластична деформация, силите при които се получава разрушаване, средни стойности, стандартно отклонение и начина на разрушаване.

След анализ на резултатите товароносимостта на скобите е определена, както следва: за размери от 12-15 до 40-43 максималната сила на натоварването е 800 N, а за размери от 49-51 до 108-114 тя е 1200 N.

5.3. Разработване на производствена система

Разработена е производствена система за производството на проектираната скоба FastClick. Избрани са подходящи машини и техническо оборудване за производството на иновативната скоба.

Процесът на изработка на иновативната скоба FastClick се състои от 2 основни фази – производство и сглобяване.

- Фаза 1: Производство

Във фаза 1 се извършва обработката на суровия материал до краен детайл посредством различни механични и химични обработки с различни по вид, сложност, принцип на действие и изисквания машини. За конкретното изделие, обработките са в последователност на следните етапи:

- Етап 1: Студено формоване и обрязване

В този процес благодарение на механичните ексцентрик преси се огъват и формоват до точна форма и размер горната и долна черупка, както и пружинния клипс. Процесът отнема няколко секунди на детайл, като е възможно обрязването и огъването да се извършат както на един път, така и на повече от един удар на пресата. Това се определя от типа преса и инструмент, предварително избрани от конструктори и технолози.

- Етап 2: Четириточково заваряване

В този етап стандартната гайка, която се закупува като готово изделие, се заварява четириточково за горната черупка, като в следствие осигурява закрепването на скобата към свързващата шпилка или комбиниран винт. Това е единствената заваръчна операция по скобата. Процесът представлява подаване на гайките през бункериращо устройство към заваръчното място, където ориентираните вече гайки в пространството се заваряват точково към горните черупки. Технологичното време е приблизително секунда на детайл, след което вече готовото изделие се отвежда в палет за съхранение извън работната зона.

- Етап 3: Поцинковане

Поцинковането е химически процес, който представлява потапяне на метални детайли без покритие във вани с химически разтвор за определено време на определена температура. Целта на процеса е създаване на защитно цинково покритие с дебелина няколко микрона. Принципът на работа на тази защита се изразява в това, че въздухът влиза в контакт с отрицателните цинкови частици на покритието, а не с основния метал на изделието. Това благоприятства защитата на детайла от корозия и последващ разпад, т.е. от техническа авария. На поцинковане подлежат горната черупка и заварената към нея гайка, както и долната черупка.

Винтът е предварително поцинкован, а пружинният клипс е изработен от неръждаема пружинна стомана CS70.

- Фаза 2: Сглобяване

Това е фазата, в която се сглобява крайното изделие. Пружинният клипс се монтира към горната черупка посредством механична ексцентрик преса, след което горната черупка се свързва с долната черупка на принципа на шарнирно съединение, благодарение на конструкцията им в задния край. Профилната гума от вътрешната страна на скобата се фиксира. Накрая се монтира винта, който служи за връзка между черупките и осигуряване на тръбата в скобата. Процесът не подлежи на автоматизиран монтаж поради сложността на операциите и непригодността на детайлите към монтаж от този вид. Времето за ръчен монтаж зависи от нивото на ефективност на персонала и се определя емпирично за всяко производство.

За обработката на пружинния клипс, горната и долната черупка, както и за монтирането на пружинния клипс се използва студено формоване. Това е процес, който стандартно се извършва посредством ексцентър преса. Подобни операции се изпълняват с капацитет на пресите по-голям от необходимия за изпълняване на подобна деформация, поради факта, че металът е ограничен докато бива притиснат в пластично състояние. Изборът на подходяща преса е основен за успешното и икономически целесъобразно изпълнение на операцията. Покупката на пресата представлява значителен инвестиционен капитал и възвръщаемостта на инвестициите зависи от това до колко добре пресата изпълнява зададената задача. Съществуват специализирани преси, които могат да постигнат максимална продуктивност и икономия за всяко приложение.

Изборът на машините следва да включва настоящи и бъдещи изисквания за производството. Важни фактори, влияещи върху избора на пресата включват размер, сила, енергия, както и изисквания за скорост. Пресата трябва да може да упражнява сила в размер, местоположение и посока, както и за продължителност на времето, необходимо за извършване на определени операции. Други необходими съображения, които следва да се отчетат са размера и геометрията на заготовките, материала на

детайла, броя на обработваните изделия, които се произвеждат, необходимата скорост на производство, точност и грапавост на покритие, разходи за оборудване, както и други фактори.

Внедряване в производство на иновативната скоба за тръби „FastClick” изисква следните машини:

- Ексцентър преса 50 т. – 5 броя
- Заваръчен точков апарат – 1 брой
- Шприц машина – 1 брой
- Екструдер машина – 1 брой

Планира се посоченото технологично оборудване да бъде внедрено в производството на Индъстриъл Трейдинг ООД. Разработен е и план за организиране и разполагане на машините в работната площ. Както е видно освен посоченото по-горе технологично оборудване ще бъдат монтирани и допълнителни машини подпомагащи основното производство.

5.4. Бъдещо развитие на разработката

Възможностите за бъдещо развитие са основно в две посоки:

- автоматизиране на производството,
- оптимизация на построенния размерен ред на скобите.

Поради началния етап на внедряване в производството и все още неразработения пазар, производствената система е изградена от ръчни работни места. От една страна, това намалява риска от инвестицията, но от друга, ограничава производствения капацитет. Поради очакваното нарастване на търсенето и разширяване на целевите пазари е целесъобразно изследване на възможностите за автоматизация.

Поради значителните инвестиции необходими за автоматизиране на производствения процес, това може да се извърши на няколко етапа, което всъщност е и честа практика. Първият етап включва автоматизиране на работни места, които осъществяват технологични операции свързани с производството на конструктивните елементи на скобата, вторият – свързване на автоматизираните работни места с автоматизиран транспорт и обща система за управление, третият – изграждане на автоматизирана система за монтаж на изделието.

Корпусните елементи на скобата се щамповат от листов материал, който бива отрязван на определена дължина. Съществуват решения които автоматизират този процес. Обслужването на пресите може да се извършва посредством промишлени роботи снабдени с подходящи хващачи, а така също, чрез промишлен робот и подходящо приспособление за захващане, е възможно да се автоматизира операцията по точково заваряване.

Автоматизирането на междуперационния транспорт и изграждането на единно управление е задача, която изисква специфични за изделието автоматизиращи средства и би отнела по-дълго време за разработка, съответно и по-големи инвестиции.

Последният етап – автоматизиран монтаж, е етапът с най-висока сложност за разработка и обем на инвестициите. Поради това, че изделието не е проектирано за автоматизиран монтаж, е възможно да възникнат редица проблеми оскъпяващи автоматизираната система. Разумно е този етап да бъде декомпозиран на подетапи, за да се намали риска за инвестицията.

Настоящият размерен ред е добит по аналогия от съществуващи решения, които не са проектирани за спецификите на иновативната скоба и целите (ценова политика, производствени мощности, целеви пазари и др.) на Индъстриъл Трейдинг ООД. Поради това, оптимизацията на размерния ред, който понастоящем се използва за асортимента от скоби, би подобрила пазарното представяне на продукта, като той би отговарял по-добре на изискванията на клиентите. Същевременно, е логично да се очаква подобрене на конкурентоспособността на скобата в ценово отношение.

5.5. Изводи

От изложеното в Глава 5 могат да се направят следните изводи:

1. Извършено е инженерен анализ по метода на крайните елементи, при който е установено, че съществуват два критични елемента в избраната конструкция, които са от решаващо значение за якостното оразмеряване на скобата: завареното съединение между присъединителната гайка и тялото и съединението между двете части на тялото.
2. За определяне на допустимото натоварване за различните типоразмери скоби, са проведени лабораторни изследвания с натоварване в реални работни условия.
3. Технологичният процес за производство на типоразмерите скоби включва две фази: производство и сглобяване, като първата фаза се състои от три етапа: студено формоване и обрязване, четириточково заваряване и поцинковане.
4. Внедряването в производство на определените типоразмери скоби изисква разработването на производствен процес, избор на технологично оборудване и планиране на разпределението на производствените площи.

Приноси в дисертационния труд

Научно-приложни:

- Разработена е класификация на санитарни скоби, като са въведени следните класификационни признаци – област на приложение, условия на работната среда и конструктивни елементи.
- Разработена и апробирана е методика за оценка и избор на санитарни скоби за подпомагане избора на скоба.
- Построен е мрежов модел на множеството от структурни варианти на санитарна скоба и са определени технико-икономическите характеристики на алтернативните градивни елементи.
- Построени са математически модели на задачата, които са използвани за избор на оптимален вариант на конструкцията на санитарна скоба чрез известен софтуер.
- Предложена е оригинална конструкция на санитарна скоба, която е защитена с полезен модел, позволяваща лесен монтаж и демонтаж.
- Разработена и приложена методика, позволяваща да се разкрият пазарните позиции на дадено предприятие и да се определят потребностите от санитарни скоби.

Приложни:

- Извършено маркетингово проучване, като са определени потребностите от санитарни скоби.
- Извършен е инженерен анализ на избрания вариант на санитарна скоба.
- Чрез експериментална проверка в оторизирана лаборатория са потвърдени техническите характеристики на новата конструкция, като същата е защитена с полезен модел в патентно ведомство.
- Разработена е схема за автоматично производство на санитарна скоба.
- Разработката може да се използва в учебния процес на катедра „Автоматизация на дискретното производство“ по дисциплината „Методология проектирането“ и в инженерната практика.

Публикации по дисертацията

Някои от получените в дисертационната работа резултати са представени в следните публикации:

1. Георгиев, Г., Малаков, И. Разработване на множеството на възможните варианти на санитарна скоба с един винт, XXVI МНТК „АДП-2017“, Созопол, 2017
2. Георгиев, Г., Малаков, И., Захаринов, В. Избор на оптимален вариант на санитарна скоба с един винт, НКМУ „Сливен 2017“, Сливен, 2017
3. Georgiev, G. Comparative analysis of pipe clamps with one screw. Innovative patented product – “FastClick”, XII International SAUM Conference, Niš, Serbia, 2014
4. Георгиев, Г. Методика за избор на скоби за тръби, XXIII МНТК „АДП-2014“, Созопол, 2014
5. Георгиев, Г. Система за оценка на скоби за тръби, XXIII МНТК „АДП-2014“, Созопол, 2014
6. Георгиев, Г. Сравнителен анализ на скоби за универсален монтаж на тръби с един винт, XXII МНТК „АДП-2013“, Созопол, 2013

IMPROVING THE DESIGN FOR ASSEMBLY OF SANITARY CLAMPS

Abstract

This PhD thesis presents the improvement of the design for assembly of a sanitary clamp for pipe installations.

In Chapter 1 the main technical features of the sanitary clamps are discussed. Some guidelines and requirements concerning the said features are provided. In addition, different application areas of sanitary clamps are outlined. Various methods for design evaluation are studied, in particular: design for assembly, Hitachi's method, Lucas' method, and MTM method. Several design methods and methods for choosing of an optimal variant of technical systems are reviewed and analyzed. Complementing the methods review, various software applications for choosing an optimal variant are presented and evaluated for suitability. At the end of the chapter methods for marketing research are summarized.

In Chapter 2 a classification of the different types of clamps is proposed. A method for evaluation and choosing of clamps is developed. An example of application of the said method is presented. Evaluation of the design of existing clamps is made with respect to assembly and disassembly.

In Chapter 3 a functional structure of a sanitary clamp is developed. The clamp's main function is defined, and a function tree is proposed. The functional structure with defined material, energy and information flows is drawn. For each function of the function tree are developed different variants of execution, comprising the set of possible variants. These are organized in tables, including the various devices used for function execution. The compatibility between the devices is defined. Choosing of evaluation criteria is carried out, and a mathematical model is built. The choice of optimal variant is done in two stages. The optimization problem is thoroughly analyzed, using weights for the chosen evaluation criteria. The chosen solution is patented as a utility model at the Bulgarian patent office.

In Chapter 4 a marketing research is carried out. An overview of methods for marketing research is made. Methods for market analysis are proposed. The proposed methods are applied in a market research for the chosen new design of clamp.

In Chapter 5 the chosen design is subjected to experimental evaluation. First a FEM analysis is carried out, and secondly laboratory tests are made. A production system is developed for the production of the innovative design. The production process is defined, and technological equipment is chosen for the various production operations. The layout of the production system is laid out, and some technical and economic parameters of the production system are determined.