



БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО ИНФОРМАЦИОННИ И КОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИ

*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. Миглена Маринова Панева

ТЕМА:

„Иновативни методи за технологична диагностика на автоматични машини и линии“

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.

СЪДЪРЖАНИЕ

Технически понятия:	7
Списък на използваните съкращения:	11
УВОД	12
<i>Глава 1</i>	14
ОБЗОР, АНАЛИЗ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ НА МЕТОДИ И СРЕДСТВА ЗА ТЕХНОЛОГИЧНА ДИАГНОСТИКА НА АВТОМАТИЧНИ МАШИНИ И ЛИНИИ	14
1.1. Историческа справка	14
1.2. Производители на тръби и профили	17
1.2.1. Компания (фирма, корпорация) „FERROPIPE” - Мумбай, Индия	17
1.2.2. „ОМЕГА“ ООД	19
1.2.3. Фирма Хъс ООД	19
1.2.4. Фирма „Мегапрофил“ („MEGAPROFIL”)	21
1.2.5. Фирма „ЗПТ“ АД	23
1.2.6. Компанията „Стийлимпекс“	24
1.3. Производители на метал	25
1.3.1. Компанията „АрселорМитал“	25
1.3.2. Магнитогорски металургичен комбинат	26
1.3.3. Запорожстал	26
1.4. Апаратни методи и инструменти за интелигентно измерване	26
1.4.1. Видове операции и машини за щанцоване	26
1.4.2. Машини за тестване на якост, опън, натиск и огъване	28
1.4.2.1. Стандартни методи за изпитване	28
1.4.2.2. Видове машини за тестване на якост на опън	29
1.4.2.2.1. Типаж на машините за тестване при нормална температура	29
1.4.2.2.2. Типаж на машини за тестване при ниски и високи температури	31
1.4.3. Избор на спектрални апарати	32
1.4.4. Механични средства за измерване	33
1.4.5. Измерване и контрол на физични величини	34
1.4.6. 3D компютърна томография	35
1.4.7. Видове принтери за 3D печатане на елементи	36
1.5. Анализ на поддръжката и повишаване на производителността на машините	39
1.5.1. Опити на Япония- Корпорации Тошиба и Сайко	39
1.5.2. Оптимална производителност на автоматичната техника	41
1.5.3. Поддържане живота на машините	44
1.5.4. Взаимо свързаност между ППМ, теротехнология и логистика	44
1.5.5. EFNMS	46
1.6. Заключение:	46

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД.....	47
<i>Глава 2</i>	<i>48</i>
ИНОВАТИВЕН ПОДХОД НА ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНОЛОГИЧНО ОБОРУДВАНЕ	48
2.1. Общи положения	48
2.1.1. <i>Производство на профили.....</i>	<i>48</i>
2.1.2. <i>Използвани марки стомана</i>	<i>48</i>
2.1.2.1. <i>Марки студено валцуван материал:</i>	<i>50</i>
2.1.2.2. <i>Марки горещо валцуван материал:</i>	<i>51</i>
2.1.2.3. <i>Стандарти на произвеждани прецизни тръби и профили</i>	<i>52</i>
2.2. Експлоатация на иновативни технологии и технологично оборудване.....	53
2.3. Подход за технологична реализация.....	69
2.4. Подход за контрол на качеството на шрипс.....	75
2.5. Анализ на дефектите.....	82
2.5.1. <i>Дефекти, получени при производството/ леенето на стомана.....</i>	<i>83</i>
2.5.2. <i>Дефекти, причинени при производството на полуфабрикатите горещо валцувани рулони.....</i>	<i>84</i>
2.5.3. <i>Дефекти, причинени при производството на полуфабрикатите студено валцувани рулони.....</i>	<i>85</i>
2.5.4. <i>Дефекти, възникващи по време на производството на тръби и контрол на качеството</i>	<i>86</i>
2.6. Ефективност от контрола на качеството	87
2.7. Заключение:.....	89
<i>Глава 3</i>	<i>90</i>
СЪЗДАВАНЕ НА МЕТОДИКИ ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ИНТЕЛИГЕНТНО ИЗСЛЕДВАНЕ	90
3.1. Метод за технологична подготовка на образец/спруветка.....	90
3.2. Съставяне на методика за тестване на образец (пробно тяло) за изпитване на якост на опън.....	91
3.2.1. <i>Вътрешни сили</i>	<i>91</i>
3.2.2. <i>Връзка между деформации, напрежения и премествания.....</i>	<i>92</i>
3.3. Съставяне на методика за тестване на линейна пластична деформация на твърдо тяло.	94
3.4. Създаване на методика за експериментално изследване графиките на въглеродна стомана при опън	95
3.5. Методика за подготовка и провеждане на спектрален анализ на метално пробно тяло.	98
3.6. Съставяне на методика за проследяване механичните характеристики при изпитване на опън на пробни тела на нисковъглеродна стомана при трансформацията ѝ от горещо валцувана в студено валцувана ламарина	100

3.7. Съставяне на методика за иновативно производство на високоякостна студено валцувана стомана за прецизни електрозаварени тръби	102
3.8. Съставяне на методика за иновативно измерване на геометричните характеристики на метално пробно тяло чрез 3D компютърен томограф	103
3.9. Проектиране на нов тип иновативен държач на пробно тяло/ образец с правоъгълно сечение за 3D компютърният томограф	104
3.9.1. 3D моделиране на опитни образци	104
3.9.2. 3D принтиран държач	105
3.10. Съставяне методика за анализиране характеристиките на пробно тяло преди заточване на щанца	106
3.11. Съставяне на методика за изследване твърдостта на работни валове на стан за студено валцуване	106
3.12. Съставяне на методика за механична обработка и грапавост на работните валове за реверсивен стан за студено валцуване	107
3.13. Съставяне на методика за тестване грапавостта на нисковъглеродна стомана след студено валцуване на реверсивен стан 700	108
3.14. Заключение:	109
ГЛАВА 4	110
ОПИТНИ РЕЗУЛТАТИ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧНА ДИАГНОСТИКА НА АВТОМАТИЧНИ МАШИНИ И ЛИНИИ	110
4.1. Технологична подготовка на образец/ пробно тяло	110
4.1.1. Форма	110
4.1.2. Размери на пробно тяло	110
4.2. Избор на техническо оборудване	110
4.2.1. Машина за тестване на якост на опън	110
4.2.2. Машина за спектрален анализ	111
4.3. Подготовка на пробно тяло/ образец за щанцоване	112
4.4. Подготовка при оразмеряване и линейна пластична деформация на метално пробно тяло	112
4.5. Експериментално изследване на образци от въглеродна стомана при якост на опън	114
4.5.1. Инициализиране на входни параметри при тестване на якост на опън	114
4.5.2. АНАЛИЗ НА ПОЛУЧЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ	115
4.6. Изследване на химичните показатели на въглеродна стомана	116
4.7. Технологична постановка и опитни резултати от трансформация на механичните характеристики от ГВР към СВР	117
4.7.1. Термообработка на метала	118
4.7.2. Опитни резултати	119
4.7.3. Диаграми от тестване на якост на опън	119

4.8. Иновативно производство на високоякостна стомана	121
4.8.1. <i>Предшестваща технология.....</i>	<i>121</i>
4.8.2. <i>Технологичен режим и опитни резултати.....</i>	<i>122</i>
4.9. Заточване на щанца	123
4.9.1. <i>Анализ на геометричните характеристики с микрометър и шублер и чрез 3D компютърен томограф преди заточване на щанца за отсичане на метални образци</i>	<i>124</i>
4.9.2. <i>Сравнителен анализ на геометричните характеристики преди и след заточване на пресата за отсичане на пробни образци.....</i>	<i>126</i>
4.10. Създаване на нов тип иновативен държач за пробни тела за 3D компютърен томограф	129
4.10.1. <i>Предшестващо състояние на техниката</i>	<i>129</i>
4.10.2. <i>3D моделиране на опитни образци.....</i>	<i>129</i>
4.10.3. <i>3D принтиран държач.....</i>	<i>130</i>
4.10.4. <i>3D компютърна томография</i>	<i>130</i>
4.10.5. <i>Изследване вътрешната структура.....</i>	<i>131</i>
4.10.6. <i>Карта за оценка</i>	<i>132</i>
4.11. Изследване твърдостта на работни валове.....	132
4.11.1. <i>Използвано оборудване за измерване на твърдост</i>	<i>132</i>
4.11.2. <i>Технологични особености при получаване на изделия и заготовки чрез валцуване</i>	<i>132</i>
4.11.3. <i>Резултати и дискусии.....</i>	<i>134</i>
4.12. Изследване грапавостта на работни валове и нисковъглеродна стомана	135
4.12.1. <i>Изследване грапавостта на работни валове</i>	<i>135</i>
4.12.2. <i>Измерване на грапавост на нисковъглеродна стомана след валцуване на реверсивен едноклетков стан 700.....</i>	<i>136</i>
4.13. Заключение	138
Глава 5	140
ПЛАН ЗА КОМЕРСИАЛИЗАЦИЯ НА НАУЧНИТЕ РЕЗУЛТАТИ	140
5.1. Иновативно производство	140
5.2. Заключение:.....	141
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	142
ПРИНОСИ.....	143
БИБЛИОГРАФИЯ	144
ДЕКЛАРАЦИЯ ЗА ОРИГИНАЛНОСТ	152
Публикации по дисертационната тема	153
Приложение:.....	154

БЛАГОДАРНОСТИ

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

Също така искам да благодаря на проф. д-мн Галя Ангелова за възможността да работя с уникална и модерна научно-изследователска апаратура в рамките на голям Европейски проект.

Разбира се, бих искала 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 всички тези години.

Сърдечно Благодаря на всички !!!

**Технически понятия:
Правописен речник [1]**

1. **Валцов-** (нем.) 1. С валяци, с цилиндри, 2. Валцова мелница, мелница, при която зърната се стриват не с мелнични камъни, а с валяци

Речник на чуждите езици в българския език [2]

1. Валцувам- (от немски) Прокарван между валци за даване на определена форма; изглаждам с валяци (стр. 113, 114)
2. Регламент- (френски reglement, от лат. Regula „правило“) 1. Сбор от правила за определена дейност или работа; правилник; 2. Ред за провеждане на заседания, сесии, събрания и др.; 3. Внедряване на изисквания, сесии, заседания и др. (стр. 541)
3. Реализация- (от лат. Realis „веществен“) 1. Книж. Осъществяване на план в живота; 2. Превръщане в имот или ценни книжа в пари
4. Технология- (от гр. Technologia) Съвкупност от знания и способности за преработване на суровини във фабрики
5. Методика- (от гр. Methodike) 1. Съвкупност от способности и начини за постъпване за най-целесъобразно извършване на някоя работа; 2. Отдел от педагогиката, който излага методите на преподаване; 3. Учебен предмет и учебник по тази наука
6. Методология- (от гр. Methos I logos „наука“) Наука за метода на научното изследване, Учение за научния метод
7. Критерии, критериум- (гр. Kriteriom „съд“, „съдилище“) Признак, въз основа, на които се прави преценка, определение, класификация, мерило (стр. 327)
8. Параметър- (parametros, отмерващ) (стр.467), 1. Величина, която влиза в математическата формула и запазва постоянно значение в границите на едно явление и зададена определена задача, но при промяна на явлението и задачата се променя; 2. Величина, която характеризира свойствата на някои явления
9. Фактор- (лат. Factor, „който върши“), 1. Движеща сила (съществена причина) за даден процес, който определя или обслужва неговият характер;
10. Ръководител, деец, 1. Технически ръководител в печатница, особено в наборен цех; 2. Математическо, съумножител, едно от умножаваните числа; 3. Влиятелно лице (преносно)
11. Факт (лат. Factum „направено“), 1. Действително събитие или явление; 2. Нещо дадено, установено върху, което се гради теория, истина, действителност; 3. Да, наистина, действителност
12. Мониторинг- наблюдение, анализ и оценка на дадено явление, събитие и т.н.
13. Техника- (гр. Technike), 1. Съвкупност от начини и средства за получаване на най-добри резултати при най-малко загуба на труд; 2. Съвкупност от правила и начини на постъпване в някоя работа, занаят или изкуство; 3. Владееене на тези машини и правила; 4. Процес на производство; 5. Съвкупност от машини, механизми, оръдия; 6. Висше училище за технически науки, политехника.
14. Технически- (гр. Technikos), 1. Който е свойствен или пренадлежи на техника; 2. Който принадлежи да се използва от техниката в промишлеността (ленът е

- техническо разстение); 3. Технически термин- специален анализ или термин, свойствен на някоя наука, област на труд, професия или занаят
15. Иновация- (от лат. In “във” и novos „ново”) нововъведение
- Иновацията също като еволюцията е в процес на постоянно откриване на начини за пренареждане на света във форми, които надали биха се появили случайно, а това е полезно. Освен това иновацията е потенциално безкрайна, помага дори новите неща да се изтърпят, тя винаги може да открива начини да изпълни нещо остановено по-бързо или с по-малко разход на енергия.
 - Иновацията е много повече от изобретение, понеже думата предполага разработване на изобретение до точката, в която се налага, понеже думата практично, достатъчно като цена, надеждно и повсеместно

Български тълковен речник [3]

1. Валцов- (прил) който се отнася до валц, валцова мелница, която е с железни валове, валяци вместо камъни; (стр. 86)
2. Валцовам- нсв. и св. прх Валцувам;
нсв- глагол, не свършен вид; св. глагол, свършен вид
прх- преходен; нпрх- не преходен
3. Валцовъчен- нсв. и св. прх. Валцувам;
4. Валцовъчен- прех., който е свързан с валцоване, валцуване
5. Валцувам- нсв. и св. прх. Обработван метал под налягане между въртящи се валци, за да му се придаде определена форма;
6. Регламент- Установен ред, съвкупност от правила за извършване, осъществяване, протичане на някаква дейност, (стр. 833)
7. Реализация- Осъществяване, изпълнение, превръщане в нещо в дейност, реалност, реализиране. Реализация на план (методика), (стр. 381)
8. Технология- 1. Съвкупност от методи за обработка на суровини, материали и полуфабрикати в процеса на дадено производство „не се спазва технологията“; 2. Технология за начините на въздействие върху суровините и материалите при тяхната обработка, преработка. Технология на металите.
9. Методика- 1. Съвкупност от методи и похвати за обучение или за практическо извършване, осъществяване на нещо; 2. Наука за методите на преподаване на даден учебен предмет. Методика за обучение по български език.
10. Методичност- Качество или проява на методичен, последователност, системност, обмисленост, методологичен и методологически, които се отнася до методология
11. Методология.
 1. Система от принципи и средства за организиране и провеждане на дадена научна или практична дейност.
 2. Наука за основните принципи и средства за научно познание
12. Критерий- м. книж. Мерило за оценка, признак, въз основа на които нещо се оценява, определя, класифицира. (стр. 395)
Критериум- Човешката практика е критерий за истината (гръцко)
13. Параметър- м. Величина, която характеризира определено количество, свойство или състояние на нещо (машина, съоръжение и др.)
Тази машина превъзхожда вашата по всички параметри (гръцко) показател! (стр. 614)

14. Показател- м. (стр 669)

1. Това, което показва, по което може да се съди за състоянието, развитието на нещо. Показател за културно равнище на нацията. Показател за производителността на труда.
2. Отделна част, елемент, страна на някаква дейност, процес, изпълнихме плана по всички показатели.
3. Математически. Число цифрово или буквално означение, което показва колко пъти дадено число се умножава само на себе си. В израза a^3 , показател е 3.

15. Автоматична линия (АЛ)- представлява съвкупност от производствени машини (автоматични, понякога и други технологични агрегати) и спомагателни устройства, автоматично изпълняващи в предварително зададена последователност, комплекс от операции за преработване, респективно изработване обекта на производство;- от библиография номер 18

16. Агрегатен принцип (АП)- на конструиране представлява изграждане на машини и устройства от отделни и самостоятелни и кинематично независими градивни единици, които могат да се използват като самостоятелно, така и в най-различни комбинации. Тези агрегатни единици (АЕ) са групирани по предназначение, а тяхната конструкция е нормализирана, унифицирана и стандартизирана. Агрегатните машини (АМ) и автоматични линии (АЛ) се изграждат до 80-85 % от такива единици;- от библиография номер 19

17. Фактор/ Фактори. м- 1. Основно обстоятелство, причинна движеща сила на процес или явление; условие. Необходим фактор. Факторът време; Външни, вътрешни, лъжливи; 2. Преносно. Човек, който заема отговорна длъжност, от когото зависят много неща. В своята област той е фактор; 3. Рисков фактор. Съвкупност от предпоставки, които създават опасност, несигурност в дадено начинание;

18. Иновацията- ж. книж. Промяна, изменение, нововъведение (от лат.); „Нов метод или нов продукт, които става нова практика някъде по света“- Еумунт Филпс, икономист, носител на Нобелова награда;

Иновацията не е отделно явление, а колективна бавно развиваща се и объркана мрежа от събития. Мат Ридли - от библиография номер 20

→ Иновацията също като еволюцията е процес на постоянно откриване на начини за пренареждане на света във форми, които надали биха се появили случайно, а това е олезно. Освен това иновацията е потенциално безкрайна, понеже дори новите неща да се изчерпят, тя винаги може да открива начини да изпълни нещо установено по-бързо или с по-малко разход на енергия.

→ Иновацията е много повече от изобретение, понеже думата предполага разработване на изобретение до точката, в която се налага, понеже е досттъчно практично, достатъчно като цена, надеждно и повсеместно разпространено, за да си струва да бъде използвано.

→ Иновацията е най-важният факт на модерният свят, но същевременно е и най-слабо разбран. Пътят на идеите от иновация до изобретение минава през дългата борба за налагане на идеята, което обикновено става с комбинирането ѝ с други идеи.

Томас Едисон рабрал по-добре от всеки друг преди него, а и повечето след него, че иновацията сама по себе си е продукт, чието осъществяване е отборно усилие,

изискващо проби и грешки. Знаменитата му реплика: „Изобретението е 1% вдъхновение и 99% пот.“ Но в същността си неговата работа не е да прави изобретения, а да въвежда иновации, да превърне идеите в практиката, надежда и достатъчна реалност.

Хенри Форд: „Провалът е само възможност да започнеш отново, но по-интелигентно.“ Направил революция в индустрията след 1908 г. Два пъти фалирал, но третият път изгазил. Форд бил истински неуморен гений в контролирането на разходите и започнал да прави автомобили, които били по-прости от повечето на пазара, сравнително евтини, а щели да станат още по-евтини с масовото производство (Посещава кланница за разфасоване на месото!)

Иновацията не е отделно явление, а колективна бавно развиваща се и объркана мрежа от събития.

Списък на използваните съкращения:

ЕС- Европейски съюз
БДС- Български държавен стандарт
ISO- International Organization for Standardization/ Международна организация за стандартизация
ЗПТМК- Завод за производство на тръбна мебел и компоненти
ЗПТП- Завод за производство на тръбни профили
NB- Nominal Bore- Номинален диаметър
А- Автоматизация
АЛ- Автоматични линии
АМ- Автоматична машина
ТЕ- Технологична екипировка
ТАЛ- технологични автоматични линии
МТС 2.2- Mill Test Certificate, Test report
СВ- Студено валцуван
СВР- студено валцуван рулон
СВС- Студено валцувана стомана
ГВ- Горещо валцуван
ГВР- Горещо валцуван рулон
ЕМО- Енерго механичен отдел
ПАЛ- Профилни автоматични линии
ППМ- поддържане производителността на машините
ОПМ- отстраняване повредите на машините
ДИПО- дейностите по индивидуалната поддръжка на операторите
ДПМГ- дейности, поддържани от малки групи
РПЖМ- разходите за поддръжка „живота“ на машините
LCC $\equiv$ ПЖМ- поддържане живота на машините
TRM $\equiv$ ППМ- Поддържане производителността на машините
PM $\equiv$ ПМ- Поддръжка на машините
MP $\equiv$ МНПМ- минимум необходима поддръжка на машините
L $\equiv$ Л- логистика
АНР- Агрегат за надлъжно рязане
НТА- Непрекъснат травилен автомат
ПСВ- Прокатно студено валцуване
МТ- Метричен тон
ПР- Провалцуван рулон
Щ- Щрипс
ТУ- Технически условия
ТО- Търговски отдел
МТС- Материално техническо обслужване
КК- Контролна карта
ТК- Технологичен картон
ЦППЩ- Цех за подготвително производство на щрипс
ЦППТ- Цех за профилно производство на тръби
САЛ- Слитинг автоматична линия
ОТД- Отдел за техническа диагностика
ЧМР- международна товарителница за автомобилен транспорт

УВОД

Най-общо с термина технологична диагностика се означава процес на разработване на алгоритми и техники, които са в състояние да определят дали една система функционира правилно. Ако работата на системата се отклонява от допустимите граници, алгоритъмът трябва да бъде в състояние да определи възможно най-точно на коя част от системата се дължи това отклонение, причините за него и какви ще са вероятните последици. Терминът диагностика (diagnostics) първоначално е използван в областта на медицината [4].

Основна задача на технологична диагностика е разпознаване на състоянието на техническите системи в условията на ограничена информация. Тази информация постъпва във вид на показания от различни измервателни, регулиращи, сигнални или управляващи устройства, най-често сензори (датчици) за вибрации, температура, налягане и др. По отношение на сложните технически системи, информация за текущото им поведение постъпва дискретно или непрекъснато. Информация се подава и се анализира и чрез визуални огледи.

Друго направление на технологичната диагностика са въпросите за търсене и автоматизиран контрол на неизправности. То е свързано с разработване на иновативни методи и средства за наблюдение и контрол, създаване на диагностични тестове, активно тестване, вградени диагностични системи, оценка на способността на системата за контрол и диагностициране.

В съвременните условия на експлоатация на автоматични машини и линии освен технологични, конструктивни и икономически изисквания, също така се отделя внимание на екология, енергийна ефективност, експлоатационна надеждност, както и на човешкия фактор.

Използваните иновативни методи за диагностиката са компютаризирани машини за тестване на якост на опън, спектрален анализ и томограф. Изискването за качество на изходния продукт трябва да бъде във функция от изискванията по БДС и ISO стандартите.

Настоящата дисертационна работа е структурирана както следва:

В ГЛАВА 1 е представена необходимостта от създаване на завода; български и световни производители на метал и тръби; апаратни методи и средства за интелигентно измерване и анализ на поддръжката на производителността на машините

В ГЛАВА 2 е представен иновативният подход за експлоатация на технологичното оборудване; представени са стандартите и марките стомани, както и произвежданите видове тръби и профили; анализирани са иновативните процедури по контрол на качеството при производство на тънкостенни електрозаварени тръби и профили, както и дефектите, които се получават в процеса на производството.

В ГЛАВА 3 са съставени методики, по които да се използват необходимите уреди; обърнато е внимание на основни функции, влияещи на измерванията. На база на съставените методики се осъществява подготовката на пробно тяло за тестване със спектрален анализ, якост на опън при нисковъглеродна стомана и производството на високоякостна стомана; измерване на грапавост и твърдост, както и измерването на

геометрични характеристиките и измерването на геометрични характеристиките с 3D компютърен томограф.

В ГЛАВА 4 са изложени резултатите, постигнати от научни изследвания и изследвания в производството. Направен е анализ на химичните и механичните показатели на нисковъглероден метал при трансформацията му от горещо валцуван метал в студено валцуван метал, резултати от производство на високоякостна стомана, както и анализ на измервани параметри, осъществени по време на технологичния процес.

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

Глава I

ОБЗОР, АНАЛИЗ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ НА МЕТОДИ И СРЕДСТВА ЗА ТЕХНОЛОГИЧНА ДИАГНОСТИКА НА АВТОМАТИЧНИ МАШИНИ И ЛИНИИ

1.1. Историческа справка

Съвременният международен глобализиращ се свят създава все повече възможности за съвместно сътрудничество и коопериране между фирми и компании от страните на Европейския съюз (ЕС). С развитието на науката и внедряването на иновациите се осигурява икономически растеж, висока производителност, опазване на околната среда, решаване на социални и управленчески проблеми. Осигурява се високо качество на произвеждания продукт.

„... Развитието на икономиката и нейната конкурентно способност са усъвършенстваните фактори- образовани човешки ресурси, достъп до капитали, устойчива инфраструктура, научноизследователски потенциал, ефективен мениджмънт и технологии.“ [5]

Тези предпоставки дават възможност през 1995 г. за създаване на ЗПТМК (Завод за производство на тръбна мебел и компоненти), съвместно с компания „ИКЕА“- Швеция. Договорено е съвместно реализирано производство на компоненти от детайли, възли и монтаж на съвременни и луксозни мебели от метал.

С течение на времето, за подобряване условията на работа, възниква необходимостта от организиране на собствено производство на тънкостенни електрозаварени профили и тръби от студено валцувани стомани (СВС).

За постигане на оптимална необходимост от съвместна дейност, ръководствата обобщават сегашните и бъдещи тенденции относно развитието на иновативни мебели от метал.

Ръководството се съобразява с изискванията на „стратегическия мениджмънт на производствения бизнес“ [6] при създаване на нов продукт. Изхожда се технологията на продукта, как производствената технология е реализирана в иновативните автоматични машини и линии, необходимата технологична екипировка, измервателни инструменти и др., квалификацията на човешкия фактор, внедряването, поддържане на производството, техническото обслужване, управлението и организацията, свързани с цифровизацията във фирмата. Стопанската дейност е свързана с: печалба, растеж, социален принос и качество на работа. Чрез тях се осигурява конкурентната мощ, оцеляването, непрекъснатото разширяване на бизнеса. „Укрепването на конкурентната мощ се постига чрез препоръчаните девет „ключови подхода“: опростяване, стандартизация, усъвършенстване, специализация, увеличаване на мащаба, натрупване на опит, коалиране, разширяване областта на дейност и адаптиране към външните условия и влияние към тях.“ [7].

Засегнати са основните национални политики на ЕС [8], стратегическите приоритети и икономическите стратегии. Те са ключовият елемент за бъдещото съвместно развитие на ръководствата на ЗПТМК и компания „ИКЕА“ [9]. Съобразявайки се с европейските политики, направените проучвания и анализи от световната практика, взимат решение за реализиране на фабрика на производство на гама нови продукти, използвайки създаване

на нови практики, технологии, внедряване в производството на иновативни машини и линии.

Съвместното производство разглежда и анализира стратегическата насока на съвместния годишен финансов план и какво ще бъде отражението на приетите критерии, параметри и показатели за отчитане на неговото изпълнение. Това е свързано със стратегическото управление и възприетата съвместна концепция на ЗПТМК и компания „ИКЕА“ - Швеция.

Анализирани са всички фактори, влияещи на производствения процес, процедурите по контрол на качеството на производството на тънкостенни тръби за тръбна мебел, което може да се постигне чрез внедряване на иновативна технология и методи за технологична диагностика на АМ и АЛ, агрегати и т.н [10]. Налагат се структурни нововъведения в някои от направленията за цялостната поддръжка на необходимото иновативно технологично оборудване с активното участие на всички членове на обслужващия персонал. Работния колектив ежедневно трябва да поддържа цялото технологично оборудване.

Анализирани са дейностите по маркетинг и продажби, както и каналите за дистрибуция.

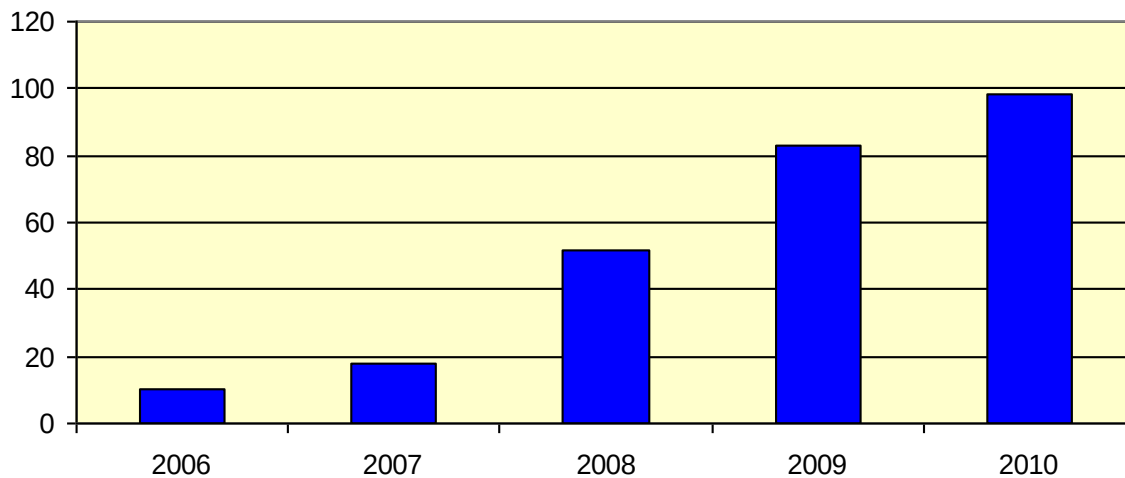
Подтиквани от затваряне на целия производствен цикъл и премахване влиянието на външните дистрибутори, доставчици на готови профили, съвместното ръководство взема решение да създаде и организира дъщерна фирма ЗПТП.

Създаването на новият завод е съобразено изцяло с тенденциите за дигитално развитие „Индустрия 4.0“ и внедряване на компонентите на кибер-физичните системи: интелигентни машини, вградени саморегулиращи се системи, хардуер, софтуер и др. уникално адресирани обекти и мрежи, които интелигентно взаимодействат помежду си за постигане на поставената цел (Фиг. 1.1), [162, 163].



Фиг. 1.1. Структура на Интернет на нещата

➤ Развитие на фирмата през годините, фиг. 1.2



Фиг.1.2. Графика с брой служители от 2006- 2010 г.

Производствен капацитет: 60 000 тона тръби, профили и ленти за две смени годишно.

Произвеждани продукти:

- Горещо валцувани тесни ленти
- Горещо валцувани байцвани тесни ленти
- Горещо валцувани байцвани прецизни тръби и профили
- Студено валцувани ленти и рулони (Фиг. 1.5.)
- Студено валцувани електрозаварени тръби и профили (Фиг. 1.3. и Фиг. 1.4.)



Фиг.1.3. Стоманени тръби



Фиг.1.4. Стоманени профили



Фиг. 1.5. Стоманени рулони

Приложение на продуктите:

- Автомобилна индустрия
- Мебели за дома и градината
- Болнично обзавеждане
- Външни мебели
- Нагреватели за баня
- Рамки за велосипеди
- Магазинно оборудване
- Съхранение и стелажни системи
- Строителна индустрия

1.2. Производители на тръби и профили

1.2.1. Компания (фирма, корпорация) „FERROPIPE” - Мумбай, Индия

Корпорацията „FERROPIPE” [11] е една от най-големите производители на тръбни продукти в световната енергийна индустрия и някои други индустриални приложения. Всичко произведено е нормализирано, унифицирано и стандартифицирано съгласно ISO 9001. Тя е една от световните водещи доставчици на тръби. Разработваните продукти са с високо качество, със стремеж да се сведе до минимум риска за техните клиенти, намаляване на разходите, увеличаване на гъвкавостта и намаляване времето за пускане на пазара.

„FERROPIPE” предлага широка гама на тръбни продукти от въглеродна стомана. Основният легиращ елемент е въглеродът в диапазон от 0,12% -2%. Също така се използват и други легиращи елементи като хром, кобалт, молибден, никел, ниобий, титан, волфрам, ванадий и цирконий. Чрез добавянето им се постига желаният легиращ ефект.

Тръбите от марка стомана A333 клас 6 са с висока якост на опън и ударно устойчиви свойства. Използват се при ниски температури, а тръбите клас A106 с ниска якост на опън и се използват при стайна температура или по-висока температура. Това се постига чрез добавяне на манган над 0,9%, което е ограничено до 0,65% в тръба A106. Като цяло тръбите от въглеродна стомана са с максимално определеното съдържание на манган - 1,65%, силиций - 0,6% и мед 0,6% не надвишава предписаната граница.

Тръбите от въглеродна стомана са допълнително разделени на четири категории:

- Нисковъглеродна стоманена тръба, съдържаща въглерод от 0,55 до 1,05%;
- Тръба от средна въглеродна стомана, съдържаща въглерод от 0,25 до 10,6%;
- Тръби от висока въглеродна стомана, съдържаща въглерод от 0,9 до 2,5%;
- тръба със супер високовъглеродна стомана, съдържаща въглерод от 2,5 до 3,0%.

Когато въглеродното съдържание се увеличава, тръбата от въглеродна стомана може да стане по-твърда и по-здрава чрез закаляване. Но чрез закаляването намалява пластичността. Тръбите от висока въглеродна стомана трябва да се отгряват и термично. Ако не се обработват термично се получава ниска точка на топене, което води и до ниска способност на заваряване. Тръбите от въглеродна стомана с голям диаметър се използват за транспортиране на вода.

В зависимост от метода на производство тези тръби са разделени на 3 различни типа.

- Безшевни тръби - образувани чрез преминаване на гореща стомана през матрица, в следствие на което се получава формата на тръба. Безшевните тръби от въглеродна стомана се произвеждат до диапазон от 24 до 600 NB. Въпреки че това е най-скъпият метод поради машините и времето, участващи в производството. Но това е най-надеждният метод и технология.

- Заварена тръба – образува се чрез обвиване на стоманена ламарина с кръгови движения, която след това се заварява по шева. Тези тръби се търсят най-много поради ниските цени. В зависимост от вида на изискванията тези тръби се заваряват в следните форми:

- A) Заварена електроустойчива тръба- ERW:
- B) Заварена тръба чрез електро стапяне - EFW
- C) Подводно дъгово заварена тръба- SAW

- Тръба формоизлята – това е най-старият и древен метод за леене на горещи течности. Тези тръби имат много по-малко търсене.

➤ **Топлинна обработка**

Тръбите от въглеродна стомана се обработват термично по следните различни начини:

- Нормализиране
- Отгряване
- Закаляване
- Закаляване и темпериране
- Аустенитно темпериране
- Сферодизиране

Диапазона на размерите при безшевните тръби е от ½“ до 24“, за размерите на заварените тръби е от ½“ до 72“. Предлаганите дължини са в размери от 4 до 7 m., а тези с единична произволна дължина са от 7 до 13 m., но може и с двойни произволни дължини. Покрити са с черен лакиращ завършек с обикновени или скосени краища. Предлагат се нарязани тръби по дължина според изискванията на клиента. Използваните производствени технологии, прилагани за тръби от въглеродна стомана се използват за различни тръбни продукти от меки въглеродни стомани, често използвани за пренос на петрол, газ, вода, структурни приложения, обшивка с обща цел, колони и механични компоненти.

Прецизни тръби- това са първокласни продукти, имат усъвършенствани физични и механични свойства, с дефинирани вътрешен и външен диаметър.

Електрически съпротивителни заварени тръби (ERW) са прецизни стоманени тръби от меки въглеродни стоманени сплави. Те отговарят на различни индустриални стандарти и се изпълняват по желание на клиента. Използват се за транспорта, енергетиката и общото инженерство.

Компанията „FerroPipe“ произвежда тръби по собствен патент по иновативен технологичен процес за производство на тръби- пиларинг. Тръбата “CEW/DOM” се изтегля студено върху дорник DOM с помощта на стенд (разработена иновативна машина) и електрически заварена. Част от факторите, допринесли за изработването на прецизната тръба са както следва:

1. Наличие на две производствени мощности в Пуне, Индия. Те са много добре пригодени да отговарят на всички изисквания на клиента;
2. Произвежданата тръба е от най-високо качество. Точно отговаря на изискванията на клиента, независимо от размера или други спецификации;
3. Осигурява разнообразни продукти, отговарящи на всички нужди на индустрията, включително тръби за гребни валове, гърбични валове, валове с люлки, стабилизаторни щанги и др.

4. Постоянно се разработват и прилагат в производството, както иновационни технологии, така и разработването на иновативни продукти;
5. Фирмата предлага перфектна комбинация при внедряването на технологии и управление. Това гарантира, че произведените продукти са с най-високо качество между всички производители в целия свят;
6. Гаранция за това е отличното поддържане на взаимоотношения с многобройните си клиенти.

1.2.2. „ОМЕГА“ ООД

“ОМЕГА“ ООД [12] е българска фирма със седалище в град София. Регистрирана е през 1995 г. с основна дейност производство на електрозаварени шевни тръби и профили, стоманени ленти, мантинели и други стоманени профили. Освен това фирмата поддържа дейности по внос, износ, реекспорт на метали, заготовки и суровини както следва:

- Студеновалцована, горещовалцована ламарина на рулони/листи;
- Арматурно желязо и бетонно желязо;
- Стоманени профили – винкел, швелер, двойно “Т”, кръг, шина и други;
- Бяло тенеке
- Поцинкована ламарина и тръби.
- Неръждаема стомана.

Поддържа производство на изделия от стомана с високо качество. Използват съоръжения на съвременно ниво, съобразени с екологичните изисквания. Фирма “ОМЕГА” ООД е установила дългосрочни директни взаимоотношения с производители от Украйна, Румъния, Гърция, Казахстан, Русия, Словения, Полша и Турция. Тези коректни контакти й позволява да се предлагат конкурентни цени на българският и страните от Европейския пазар. Поддържа тясна връзка и сътрудничество с клиенти, доставчици, държавни и обществени институции. Повишава професионалното развитие и квалификация на персонала, осигурява безопасни условия на труд, стреми се чрез непрекъснат мониторинг да намали замърсяването на околната среда и оптимизира използването на енергоносители. Усъвършенства както управлението на фирмата, така и производствения процес чрез внедряване на нови машини, инструменти, технологии, внедряване на интегрирани системи за управление.

1.2.3. Фирма Хъс ООД

Фирма Хъс ООД [13] е основана през 1990 г. за производството на метални изделия и търговия с метали с централен офис град Пловдив. Фирмата разполага със складови центрове в София, Девня, Варна, Бургас и Русе, а производствената база е в град Лом. „Хъс ООД“ притежава интегрирана система за управление по стандарти EN ISO 9001:2008, EN ISO 14001:2004, BS OHSAS 18001:2007, сертифицирана от ТЮФ НОРД България ЕООД, със следният обхват на дейности:

1. Производство на:

- Студенообработени заварени кухи конструкционни профили със или без хидротест;
- Студеноформувани стоманени тръби и профили (фиг. 1.9);
- Метални профили за конструкции за системи от гипсови плоскости;
- Разкроени листове и ленти;

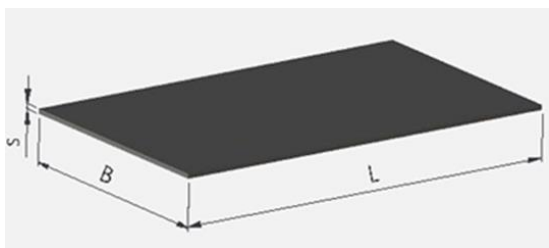
- Заварени мрежи за армиране на стоманобетонни конструкции;
- Арматурни заготовки;
- Покривна ламарина;
- Оградна мрежа от верижно свързан стоманен тел

А. ГОРЕЩОВАЛЦУВАНИ ПЛОСКИ ПРОДУКТИ

Фирмата има установени договори за доставка на горещовалцувани плоски и линейни продукти, които могат да бъдат от марка стомана DD11; S235JR/J2+AR,N; S355JR/J2+AR,N; 08kp, Зpsot, отговарящи на технически условия на доставка – съгласно БДС EN 10025-1/6:2005, БДС EN 10111:2009, ГОСТ 16523-97, ГОСТ. Те са без покритие, с технологични свойства - студенопластична деформация; заваряемост; пригодност за формувание; пригодност за горещопоцинковане; пригодност за обработка с металорежещи машини; съгласно характеристиките на горещовалцувания материал.

Стоманите са подразделени на марки въз основа на минималната определена граница на провлачване при температура на околната среда.

Предлагат се на листове/пачки (Фиг. 1.6.), рулони (Фиг. 1.7.) и разкроени продукти от рулони - надлъжно разрязани ленти и листове с размери, съгласно заявка на клиент.



Фиг. 1.6. Горещовалцуван, разкроен лист стомана

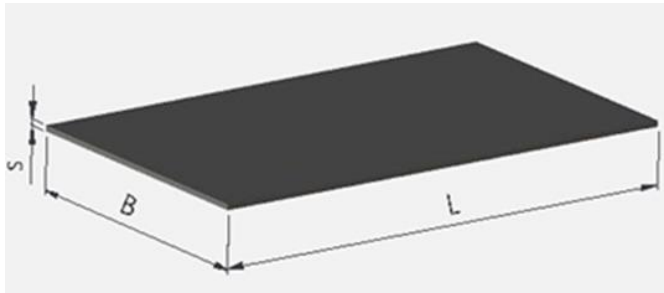


Фиг. 1.7. Горещовалцуван рулон

В. СТУДЕНОВАЛЦУВАНИ ПЛОСКИ ПРОДУКТИ

Фирмата предлага доставка на студеновалцувани плоски продукти от нисковъглеродна стомана от марки: DC 01, DC 02, DC 03, DC 04; 08kp и технически условия на доставка съгласно стандарт БДС EN 10130:2006, ГОСТ 16523-97 и ГОСТ1050-88. Те са без покритие, предназначени за студенопластична деформация и последваща преработка в продукти, съгласно характеристиките на студеновалцувания материал.

Предлагат се на листове/пачки (Фиг.1.8), рулони (Фиг.1.9) и разкроени продукти от рулони - надлъжно разрязани ленти и листове с размери, съгласно заявка на клиент.



Фиг. 1.8. Студеновалцуван, разкроен лист стомана



Фиг. 1.9. Студеновалцуван рулон

С. ТРЪБИ ЗАВАРЕНИ

Произвежданите тръби биват следните:

- Конструкционни кухи профили, отговарящи на БДС EN 10219 - кръгли, квадратни и правоъгълни

Те са студенообработени заварени конструкционни кухи профили от нелегирани и дребнозърнести стомани, без последваща термообработка, с форма размери и допуски съгласно БДС EN 10219-2 и експлоатационни характеристики съгласно приложение ZA.1 на продуктовия стандарт БДС EN 10219.

- Хидроизпитани, съгласно БДС EN 10255

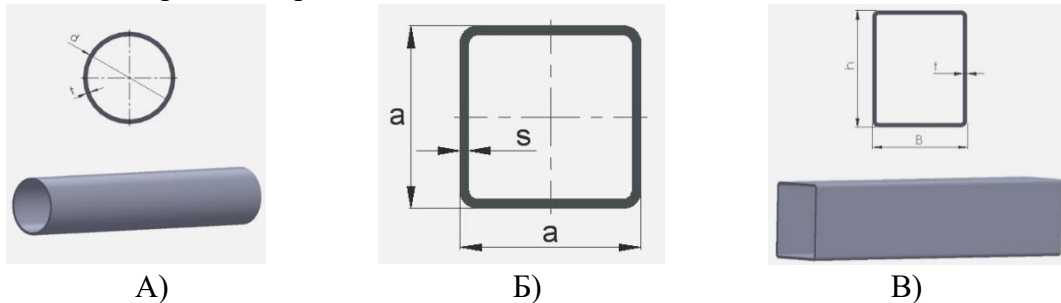
Това са електрозаварени тръби от нелегирани стомани, подходящи за свързване чрез заваряване или с резба, с или без покритие, с различна обработка на краищата – с резба или гладък ръб, изпитани за водопрopusкливост.

- С горещопоцинковано покритие, съгласно БДС EN 10255

Тръби от нелегирани стомани, подходящи за свързване чрез заваряване или с резба, с горещо нанесено вътрешно и външно цинково покритие, с различна обработка на краищата, изпитани за водопрopusкливост. В зависимост от дебелината на стената се предлагат в 3 серии - тежка Н, средна М и лека L

На фиг.1.10. е показан общ вид на електрозаварени прецизни тръби с различни форми- кръгла, квадратна и правоъгълна и допуски съгласно БДС EN 10305.

- Прецизни тръби, съгласно БДС EN 10305



Фиг. 1.10. Заварени тръби: А) Кръгла, Б) Квадратна; В) Правоъгълна

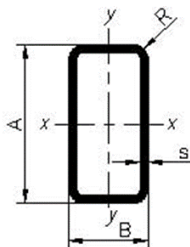
1.2.4. Фирма „Мегапрофил“ (“MEGAPROFIL”)

Фирма „Мегапрофил“ (“MEGAPROFIL”) [14] е основана през февруари 2006 г., базирана в Русе. Тя е сравнително нова компания, която е част от голямото семейство на ИНТЕРКОМ ГРУП ООД. В близост до фирмата се намира пристанище Дунав, което осигурява предимство за транспорт на продукти до целеви пазари в Централна и Западна Европа.

Специализира е в производството и търговията на кръгли тръби, квадратни и правоъгълни стоманени кухи профили електрозаварени. Съоръжена е със съвременно оборудване и модерни технологии в областта на производството на тръби. Осигурява нарязване на заготовки (ленти) до производство на големи мащаби от стоманени кухи профили и тръби с различни стандартни размери, а също така и по желание на клиента.

В промишлена експлоатация са внедрени три технологични автоматични линии (ТАЛ). Всяка от тях произвежда тръби в следните диапазони: ТАЛ.1- от 10 до 28 mm.; ТАЛ.2: от 38 до 42,4 mm. и ТАЛ.3 от 38 до 114,3 mm. с обща месечна производителност над 3000 mt. (Таблица 1.1).

Таблица 1.1. Основни произвеждани промишлени продукти.

		Технологични автоматични линии (Производствени)	Всяка от тях е в диапазон	ТАЛ.1	от 10 до 28 mm	Месечна производител -ност над 3000 mt
				ТАЛ.2	от 13,4 до 42,4 mm	
				ТАЛ.3	от 38 до 114,3 mm	
		Прецизни	Конструктивни	Промишлени		
1	Производствен стандарт	EN 10305-3:2010; EN 10305-5; DIN 2394	EN 10219-1; EN 10129- 2:2006; DIN 2395		DIN2858/DIN 1615	
2	Марка стомана	DC01 според EN 10025; Si _{max} 0.03%	S235JRH според EN 10025; Si _{max} 0.03%			
3	Размери, mm	15-30; до 30-15	30-10; до 120-60			
4	Дебелина, S mm	0,5 до 1,5	1,5 до 4			
5	Дължина, L mm	4000 - 6000	4000 - 9000			
6	Опаковане	На пачки от мах 1,5 t, превързани с min 5 метални щрипса МТС 2.2 според EN 10204	На пачки от мах 1,8 t, превързани с min 6 метални щрипса МТС 2.2 според EN 10204			
7	Скелета	Стандарт EN 39; B1139				
8	Инсталация	Стандарт EN 10255; DIN 2240; DIN 2441				

За гарантиране на високото качество на готовата продукция са внедрени Система за Управление на качеството и производството EN ISO 9001: 2000 и българско техническо одобрение за строителна марка „СО“ (N7 и N8 от Таблица 1.1) и внедрена маркировка „СЕ“.

В Таблица 1.1 са посочени основните произвеждани прецизни, конструктивни и промишлени продукти- тръби, профили- квадратни и правоъгълни, скелета и инсталации за строителството. Отразени са използваните основни структурни стандарти, отговарящи на стандартите EN, DIN и др. Посочени са производствените стандарти, марките стомани, размерите, дебелините и дължините на продуктите. Обърнато е внимание на опаковките, големината на пачките, отразени са минималният брой и превръзки от метални ленти щрипс МТ според стандарт EN 10204.

Производството на „Мегапрофил“ е в пълно съответствие със стандартите на ЕС. Внедрени са неразрушаващи вихрови тестове и контрол на качеството на всички основни и спомагателни процеси и операции, осигуряващи перфектно качество на произвежданите продукти в срок.

Компанията наброява повече от 100 квалифицирани оператори, служители за поддръжки и ремонт и пазари връзка със съответните сервиси. Тенденциите са в пълна цифровизация на цялото управление на компанията, внедряването на иновативни технологии и машини и непрекъснато следене на конкурентоспособността, както у нас така и на международните пазари.

1.2.5. Фирма „ЗПТ“ АД

Фирма „ЗПТ“ АД [15] е основана в град Стралджа. Фирмата разполага с два основни цеха “Тръбопроизводство” и “Поцинковане”, които са оборудвани със съвременни машини и съоръжения. Изградени са три открити складови площадки, оборудвани с козлови кранове.

В дружеството се предлагат следните продукти и услуги:

- Студеноформовани заварени конструкционни кухи профили, съгласно изискванията на стандарт EN 10219;
- Прецизни стоманени тръби с кръгло, квадратно и правоъгълно сечение, съгласно изискванията на стандарт EN 10305;
- Хидротествани заварени стоманени тръби, съгласно изискванията на стандарт EN 10255;
- Студеноформовани стоманени профили, съгласно изискванията на стандарт EN 10162;
- Стоманени предпазни огради за автомобили, отговарящи на изискванията на EN 1317-5:2007+A2:2012;
- “Горещо поцинковане”, в съответствие с EN ISO 1461;
- Надлъжно рязане на рулони - щрипс;
- Напречно рязане на рулони - лист.

В таблица 1.2 са посочени допустимите размери за надлъжно и напречно рязане на рулони на студено и горещо валцувани стомани. Отразени са допуските на размерите на готовия щрипс, дебелини, ширини на ленти и рулони, външни и вътрешни диаметри, както и теглото на рулоните. Дадени са и допустимите размери на рулони и разкроени листи, на готовият щрипс с допуски.

По-надолу в таблицата е отразено напречното рязане на рулони и листа от студено и горещо валцувани стомани, които се поцинковат. Посочени са допустимите размери на дебелини, ширини, външни и вътрешни диаметри и теглото на продукта. Същото е отразено и на готовият щрипс с допустими размери- дебелини, ширини и дължини на готовия вече щрипс с допуските, на които трябва да отговаря съгласно EN 10051.

Фирмата притежава сертификат за производствен контрол. Внедрената Система за Управление на качеството ISO 9001:2015, сертифицирана от ТЮФ Рейланд България ЕООД.

Таблица 1.2. Допустими размери на рулони

Надлъжно разфасоване (рязане) на рулони			
СВ/ Студено валцуван рулон		ГВ/ Горещо валцуван рулон	
Допустими размери на рулоните			
Дебелина	mm	0,8-2,0	1,5-8,00
Ширина на рулона	mm	max 1250	max 2000
Външен диаметър	mm	max 1500	max 2000
Вътрешен диаметър	mm	510-750	500-960
Тегло на рулона	t	max 12	max 30
Размери на готовия шрипс			
Дебелина	mm	0,8-2,0	1,5-8,00
Ширина	mm	32-400	60-700
Допуски			
Съгласно		EN 10051	EN 10051
Напречно рафасовани (нарязани) рулони			
СВ поцинковани на лист		ГВ поцинковани на лист	
Допустими размери на рулоните			
Дебелина	mm	0,4-2,5	2,0-12,00
Ширина на рулона	mm	max 1800	max 2000
Външен диаметър	mm	max 1600	max 2000
Вътрешен диаметър	mm	480-600	480-600
Тегло на рулона	t	Max 25	max 30
Размери на готовия шрипс			
Дебелина	mm	0,4-2,5	2,0-12,00
Ширина	mm	600-1800	max 2000
Дължина	mm	1000-6000	1000-6000
Допуски			
Съгласно		EN 10051	EN 10051

1.2.6. Компанията „Стийлимпекс“

Компанията „Стийлимпекс“ [16] ООД е с централен офис в град Варна, а двете производствено-складови бази са разположени в градовете Русе и Варна. В базата в град Варна е учреден склад под “митнически контрол“ тип А- обществен. Компанията е сертифицирана по ISO 9001:2008.

Фирмата извършва следните дейности:

- Произвежда електрозаварени прецизни тръби и профили по стандарт EN 10305-3 и EN 10305-5;
- Произвежда електрозаварени конструкционни тръби и профили по стандарт EN 10219;
- Рязане на тръби и профили на точен размер с последващо почистване и миене

- Надлъжно рязане на студеновалцувани, горещовалцувани, поцинковани и декапирани рулони
- Лазерна обработка на тръби, профили и лист

За поддържане на висококачествени и конкурентоспособни произвеждани продукти е осигурено съвременно оборудване от водещи италиански производители. Инсталираните високопроизводителни технологични автоматични линии, които произвеждат прецизни и конструктивни електрозаварени тръби и профили. Разполагат с широк набор от пренастройваема технологична екипировка от ролкови системи за различни видове тръби и профили. За производството им е използван висококачествен материал от СВ и ГВ на световно известни производители като Арселор Митал и Магнотогорск. Редовно се провежда профилактика, както на ТАЛ, на необходимата технологична екипировка така и на останалото технологично оборудване. Не се подминава и провежданият технически контрол на измервателните инструменти и апаратура. Компанията разполага със собствена лаборатория за изпитания на механичните свойства на входящия метал, последователен контрол на целият технологичен процес и операции и готовите произведени продукти. Издават се на клиентите сертификати 3,1 и 2,2 по стандарта EN 10204 на готовите тръби, профили и останалата произвеждана продукция. Компанията извършва и входящ контрол на грапавостта на доставения материал (Ra) за всяка отделна поръчка.

В промишлена експлоатация са две АЛ за рязане на студено и горещо валцувани и декапирани рулони. Разполагат и с АЛ за студено валцуване на ленти. Предлагат се дейности за зачистване на вътрешен шев и шамповане на тръби. За партньорите си от мебелната промишленост се предлагат изделия и компоненти, подходящи за хромиране и прахово боядисване без предварителна обработка.

Всички извършвани дейности на компанията „СТИЙЛИМПЕКС“ ООД създава благоприятни взаимоотношения на известни и основни клиенти от България и ЕС с водещи фирми и компании в областта на мебелната промишленост, строителството, машиностроенето, автомобилната промишленост и т.н.

1.3. Производители на метал

1.3.1. Компанията „АрселорМитал“

Компанията „АрселорМитал“ (ArcelorMittal) [17] е люксембургска металургична компания и е една от най-големите производители и доставчици на стомана в света. Създадена е през 2006 г. от Люксембургската компания „Арселор“, като през същата година се слива с нидерландската компания „Метал Стийл“ със седалище Люксембург и служители от 326000 вече през 2007 г. Председател и главен изпълнителен директор на съвместната компания „АрселорМитал“ е Лакшми Митал. През 2020 г. компанията е в класациите за водещ световен производител на второ място с годишно производство от 78,46 тона [18].

1.3.2. *Магнитогорски металургичен комбинат*

Магнитогорски металургичен комбинат (на руски : Магнитогорский металлургический комбинат), съкратено ММК [19], [20], разположена в град Магнитогорск , Русия. През 2017 г. е една от 30-те най-големи компании, производители на стомана в света. През 1870 г. в Украйна- царска Русия се произвежда по-голямата част от желязна руда, стомана и чугун. През 1913 г. Украйна със своите големи находища и развита индустрия е била отговорна за 75% от желязната руда. През 1917 г. се увеличава стремежът към разширяване на индустрията за производство на руда, стомана и чугун. Като част от пет годишния план, правителството спонсорира проект за създаване на най-големият в света комплекс за производство на стомана и чугун, съвместно с американската компания „Arthur McKee & Company“. Пещите в ММК са пуснати в експлоатация през 1932 г. и е произведен първият стопен чугун. А през 1933 г. заводът произвежда и стомана. В ММК работят 38% от населението в трудоспособна възраст в града. Производството на стомана през 2016 г. е 57% от бюджета на града.

1.3.3. *Запорожстал*

Създадена е през 1931 г. в Украйна [21]. Включен в топ 10 на най-големите производители на стомана. Интегрирана фирма с пълен металургичен цикъл. Производител на висококачествени стоманени горещо валцувани рулони, горещо валцувани листове, студено валцувани листове, студено валцувани рулони. Дебелина 0,5-8,0 mm, изработена от въглерод, нисколегирана, легирана и неръждаема стомани, както и стоманени ленти и листове. Продажби на продукти в повече от 40 страни по света. Основни купувачи: производители на заварени тръби, автомобилни компании, селскостопанска, транспортна техника, производители на продукти за бита техники и метални сервизни центрове. Благоприятно географско положение в индустриалното сърце на Украйна на пресечната точка на главната транспортни артерии, което определя редица предимства в логистиката пред конкурентите. Силна база за доставки, базирана на компаниите от групата Метинвест. Компанията има най-ниски разходи в сравнение с украинските колеги.

1.4. Апаратни методи и инструменти за интелигентно измерване

1.4.1. *Видове операции и машини за щанцоване*

Най-общо щанцоването може да бъде разделено на две основни операции: разделителна операция (рязане, пробване и други) и формообразуваща операция (пробиване, огъване, усукване, изтегляне и други). Чрез щанцоването (Фиг.1.11; 1.12) се подготвят металните образци за тестване на якост на опън [22, 23, 24, 25].

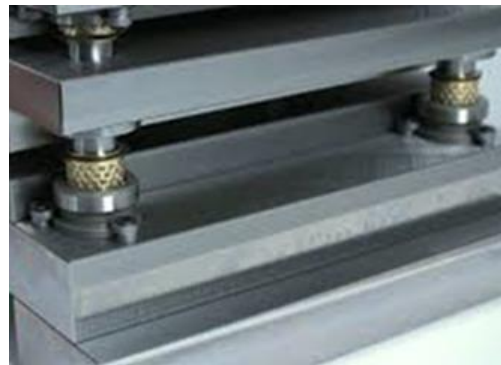
Една от най-използваните машини за щанцоване се нарича преса и може да се състои от една или няколко сменяеми матрици. Щанцоването се извършва с различни преси (щанци), които имат сложна конструкция и се делят на следните категории:

- В зависимост от операцията: щанци за рязане, дълбоко изтегляне, огъване и други;
- В зависимост от заготовката, която произвеждат - единични или сдвоени щанци, за ивици, за ленти и други;

- В зависимост от принципа на действие - комбинирани или с просто действие;
- В зависимост от конструктивните принципи - едноразположени, многоположени и т. н.



Фиг. 1.11. Хидравлична преса



Фиг.1.12. Щанца [26]

Преди обработката на металните листове или ленти на пресата, най-често листовият материал подлежи на първоначално изрязване, след което се поставя на пресата, която оформя крайния продукт.

Заготовката, която се използва е продукт от валцовото производство на завода или доставената суровина. Тестват се няколко типа метал с различни дебелини:

- Доставена суровина, която най-често са горещо валцувани рулони (ГВР) с дебелини от $2,0 \text{ mm} \div 2,7 \text{ mm}$, като механичните и химичните показатели са с добри показатели.
- Студено валцувана ламарина преди термична обработка, произведена от фирмата. Размерите на дебелината са от $0,8 \text{ mm} \div 1,9 \text{ mm}$. Тук механични показатели са високи и материала е с много малка пластичност.
- Студено валцувана ламарина след термична обработка, произвеждана от фирмата. Размерите на дебелината са от $0,8 \text{ mm} \div 1,5 \text{ mm}$. Механичните показатели са с добри параметри и метала е с добра пластичност.

Изходни заготовки за операциите изрязване и пробиване са метални ленти, ивици и листове - продукция на валцовъчното производство. Начинът на взаимно разположение на изрязваните изделия върху металния лист определя начина на т.нар. разкрояване на металните ленти и листове.

Отрязването се осъществява с механични ножици с успоредни или наклонени ножове или с дискови ножици. В механичните ножици с наклонени ножове, наречени още гилотини, горният нож е наклонен спрямо долния под определен ъгъл в диапазона $2-6^\circ$. Поради това с тях във всеки момент се отрязва само определена част от сечението на листа и следователно силата на отрязване е по-малка. Недостатък на гилотинните ножици е, че отрязваната ивица се огъва по посока на движението на горния нож и се налага тя да бъде изправяна. Отрязването с дискови ножици се извършва от двойка

дискови ножове, които се въртят в противоположни посоки. Под действието на сили на триене листовият материал се увлича между дисковете и постепенно се отрязва подобно на отрязването с гилотинни ножици.

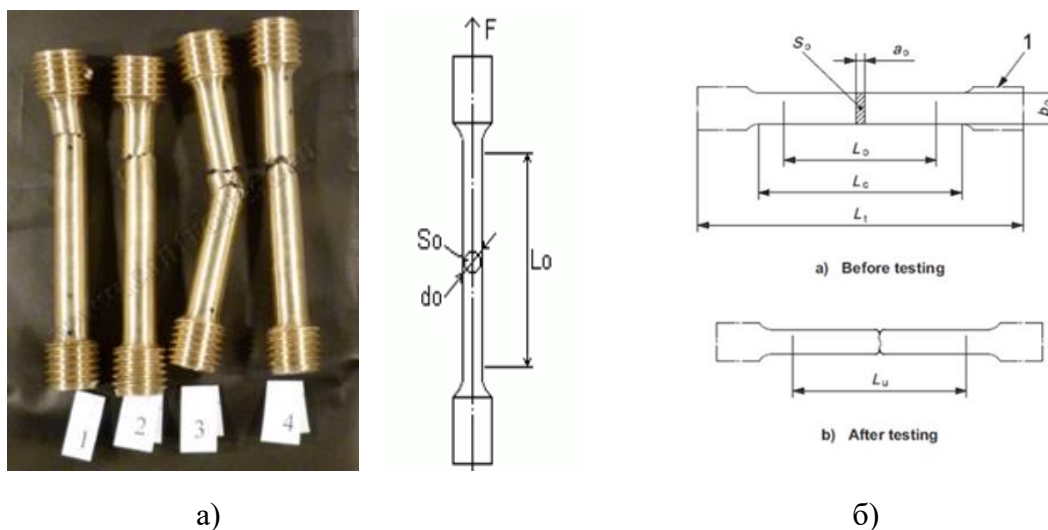
1.4.2. Машини за тестване на якост, опън, натиск и огъване

1.4.2.1. Стандартни методи за изпитване

С изпитванията на якост се извлича информация за определени механични свойства на материалите, важни за по-нататъшното им използване при изработването на различни детайли, машини и съоръжения. Тъй като тестовите завършват най-често с разрушаване, нормално е при тях да се работи с пробни тела, а не с готовата продукция.

➤ **Якост на опън.** Определянето на якостта на опън при статично (кратковременно) натоварване е основно за металите (фиг. 1.13), дървесината, някои видове пластмаси и др. и включва определянето както на механичните характеристики - якост на опън, якост на скъсване и граница на провлачване, така и на деформационните характеристики - относително остатъчно удължаване и относително остатъчно свиване (изтъняване) на напречното сечение [27, 28].

Методите за изпитване са стандартизирани за опън. Има отделни стандарти за тестове при стайна температура (ГОСТ 1497-73), при повишена до 1200° С (ГОСТ 9651-73) и понижени от 0° С до -100° С (ГОСТ 11150-75) температури.



Фиг. 1.13. Образци за якост на опън: а) тръба; б) плоско тяло с правоъгълно сечение

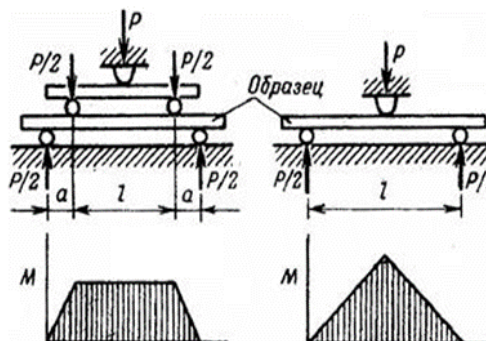
➤ **Якост на натиск.** Определянето на якостта на натиск също е основно (за бетона, гранита, варовика и други естествени каменни материали) изпитване и се извършва с пробни тела, които имат кубична (принцип на действие: зависимостта между големина на отскока от бетонна повърхност и якостта на натиск) [29], призматична или цилиндрична форма (фиг. 1.14). За всеки материал размерите и начинът на изработване на пробните тела са стандартно определени.

При натоварване на крехки материали става странично отделяне на материала, като се образуват две челно допрени пресечени пирамиди, докато при пластичните материали се получава издуване на пробните тела [30].

➤ *Якост на огъване.* При определяне якостта на огъване се използват греди с квадратно, правоъгълно или кръгло сечение. Закрепването на гредите е на две опори, а натоварването е с две еднакви сили или с една (фиг. 1.15.).



Фиг. 1.14. Образец якост на натиск



Фиг. 1.15. Якост на огъване

1.4.2.2. Видове машини за тестване на якост на опън

1.4.2.2.1. Типаж на машините за тестване при нормална температура

1. Електронна пластмасова машина за изпитване на якост на опън за единично рамо.

Капацитета на машината варира от $300 \div 1000$ N. Този тест за опън се използва за изпитване на пластмасови филми, ламинирани филми, торби, фолио, ленти, стикери, медицински пластири, защитно фолио, хартия и други продукти с якост на опън, деформация, якост на скъсване, тест за представяне. Този тестер за якостна опън отговаря на Методи за изпитване на нетъкан текстил: ISO 9073-5: 2008, ASTM D3787 и др.

- С прецизен автоматичен контрол и система за събиране на данни за реализиране на пълна корекция на цифровизацията за събиране на данни и процес на контрол.
- По време на изпитването може да се измерят натоварването на лагера, деформацията на компресията и други технически индекси.
- След тестването на опън, горепосочените параметри могат да се изчислят автоматично чрез главния контролер според тестовите параметри, които са зададени преди изпитването и междувременно показват съответните резултати от теста. Всички тестови параметри могат да бъдат запазени след теста, също могат да бъдат свързани с принтера за отпечатване на протоколи от теста.

2. Компютърно контролирана двуколонна Универсална машина за изпитване за якост на опън с максимален товар до 50 kN.

Максималният товар е 10 kN, 20 kN или 50 kN. Машините за изпитване на опън се използват широко за анализ и откриване в космически, нефтохимически, автомобилни, машиностроителни, телени и кабелни, пластмасови, каучукови, текстилни, керамични, строителни материали, домакински уреди и други индустрии. Изпитателят за якост на опън е идеален тестер за промишлени и минни предприятия, научно изследователски институти, университети и колежи, арбитраж за инспекция на стоки, отдели за технически надзор и т.н.

3. Компютърно контролирана двуколонна Универсална машина за изпитване якост на опън с максимален товар от $50 \div 600$ kN.

Максималният товар е $50 \div 600$ kN. Типични образци: Метали, строителни компоненти, големи крепежни елементи, композитни материали, изделия от дърво.

ЕТМ тип D отговаря на нуждите на стандартизирано и рутинно тестване. Системите за изпитване с двойна колона със здрава структура са подходящи за приложения за опън и / или компресия с изисквания за натоварване от 50kN до 600kN. Те обикновено се използват за контрол на качеството и тестване на производството [31].

4. Универсална машина за якост на опън WDW-300, показана на фиг. 1.16.

Максималния капацитет на товара е 300 kN, като измерителният обхват е от 1.2 kN ~ 300 kN. Точността на товара е $\pm 0.5\%$; Обхвата на скоростта е от 0.005 mm/min ~ 500mm/min безстепенно. Работа при околна температура от $10 \sim 35^{\circ}$ C и относителна влажност $\leq 80\%$ [32]. Максималното движение на опън е 600 mm, максимално движение на натиск – 600 mm, широчина на тест област: 600 mm и максимално движение на плъзгача: 1350mm;

➤ Приложение и обхват:

Конструирана е за изпитване на опън, прегъване, натиск и т.н Използва се за анализиране на механични свойства на метал и неметал. Подходяща е за използване в научни и изследователски институти, колежи и университети, центрове за контролиране на качеството и контрол на стоките.



Фиг. 1.16. Универсална машина за якост на опън WDW-300

Операционният принцип на двигателя на машината работи с хидравлично задвижване с приспособления за опън за плоска челюст от $0 \div 21$ mm и с кръгла челюст от $9 \div 26$ mm (фиг. 1.17., а).

Машината има и механично задвижване (фиг. 1.17., б) за приспособления за опън за плоска челюст от $21 \div 30$ mm и с кръгла челюст от $26 \div 40$ mm.

Резултатите от механичните изпитания се изчисляват компютърно в програма на excel (фиг. 1.18) според въведените входни параметри на пробното тяло, както и копие с изчертана графика в базата данни на компютъра.



а)



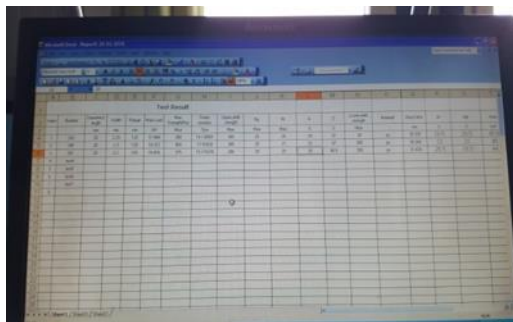
б)

Фиг. 1.17. Приспособления за изпитване на опън: а) Челюсти за плоски и кръгли детайли; б) Глава за челюсти с механично задвижване за големи образци

5. Универсална машина за изпитване на якост на опън

Капацитета на машината е с обхват от 600÷1000 kN.

Предназначението на тази машина, показана на фиг. 1.19 за опън е за много големи материали - строителни компоненти, големи крепежни елементи, композитни материали, изделия от дърво.



Фиг. 1.18. Компютърно изчисление.



Фиг. 1.19. Универсална машина за изпитване на якост на опън

1.4.2.2.2. Типаж на машини за тестване при ниски и високи температури

1. Машина за якост на опън за тестове в температурен диапазон от - 80° C до + 250° C, показана на фиг. 1.20.

Пробните тела, които се анализират на тази машина за опън са с малки размери и сравнително малка твърдост. Целта е да се анализира дали материалът ще издържи на съответната температура [33].



Фиг. 1.20. Якост на опън при температурен диапазон от - 80° C до + 250° C

2. Машина за тестване на якост на опън при висока температура от $50 \div 1100^{\circ}\text{C}$ е показана на фиг. 1.21. [34].

Този стенд за изпитване на материалите при високи температури е проектиран и изработен в ТУ-София.

Той се състои от изпитвателна машина, предназначена за изпитване на пробни тела с диаметър на работната част 6 mm и максимална сила на опън 10 kN. Има устройства за измерване на надлъжна и напречна деформация на пробното тяло, посредством екстензометър, електронно управление и компютърна система за регистриране на измерваните величини.



Фиг. 1.21. Стенд за изпитване при висока температура

1.4.3. Избор на спектрални апарати

Спектралният анализ е открит през 1859 г. от Г. Кирхоф и Р. Бунзен, преподаватели по химия и физика в една от най-старите и най-престижни образователни институции в Германия - Университета на Хайделберг на име Рупрехт и Карл. Те доказват, че всеки химичен елемент има свой характерен спектър. Това позволява впоследствие да се създаде разновидност на елементния анализ — атомният спектрален анализ, с който може количествено да се определя съдържанието на различни елементи в проба от веществото чрез разлагането им до атоми или йони в пламъка или в електрическата дъга. Спектралният анализ е съвкупност от физични методи за количествено и качествено определяне на състава на веществата чрез изследване на техните спектри. Съотношението между състава на дадено вещество и електромагнитния спектър, излъчен или погълнат от него, позволява спектралният анализ да се използва като чувствителен, относително лесен и бърз метод в научните изследвания, в промишлеността и други области. Над 30 % от всички анализи се извършват чрез този аналитичен метод [35, 36]. Чувствителността на тези прибори е толкова по-голяма, колкото по-мощен е постоянният магнит. Пропорционално на напрегнатостта на магнитното поле расте и резонансната честота, която е необходима за възбуждане на ядрата. Тя служи като мярка за класа на прибора. Спектрометрите от среден клас работят с честота 60 MHz (при записване на протонни спектри); приборите от по-висок клас работят с честота 90, 180, 360 и повече MHz.

В спектралният анализ се използват така наречените спектрални апарати. Основните елементи на всеки такъв апарат са източник на светлина, която се изследва, средство за разлагането ѝ и регистриращо устройство. Той е основен метод за

изследвания и анализи в астрофизиката, екологията, медицината, промишлеността и металургията за определяне чистотата на състава на металите и сплавите.

1.4.4. Механични средства за измерване

Механичните системи за измерване и контрол на физични величини са най-масово използвани системи в индустрията. Те обхващат механичният принцип на възприемане и преобразуване на измерваната величина, както на външни, така и на вътрешни повърхнини от шублерни уреди (фиг. 1.22), микрометрични измервателни уреди (Фиг. 1.23), измервателни глави и стойки (Фиг. 1.24 а, б)) и т.н. Измерването при тях е твърде условно, а широкото използване на дигитализацията (цифровизация) чрез електрониката преобразува и предоставя измервателната информация (Фиг.1.25- а), б), в), г)) [37].



Фиг. 1.22. Електронен шублер INSIZE [38]



Фиг. 1.23. Микрометър



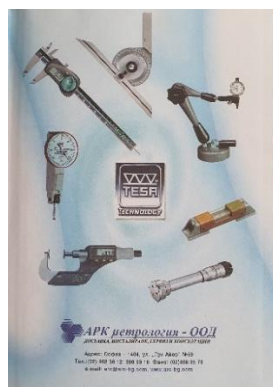
а)

б)

Фиг. 1.24. Измервателни: а) глави, б) стойки [39]



а)



б)



в)



г)

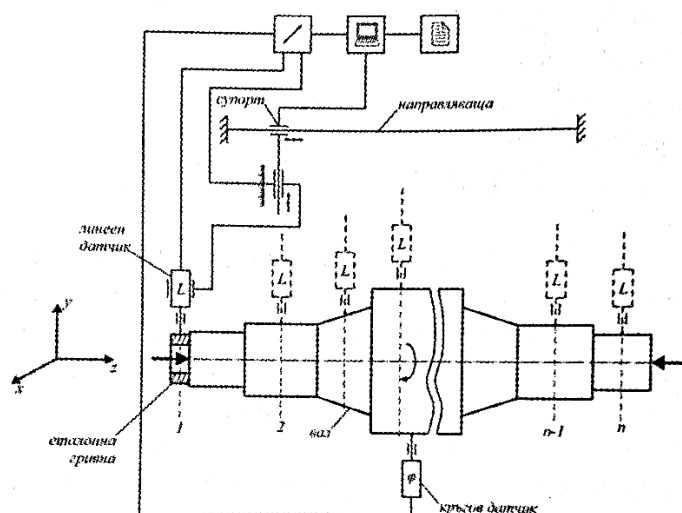
Фиг. 1.25. Измервателна информация за:

- а) Производител на измервателни прибори; б) доставчик на измервателна техника; в) система за управление на качеството; г) научно-приложна лаборатория

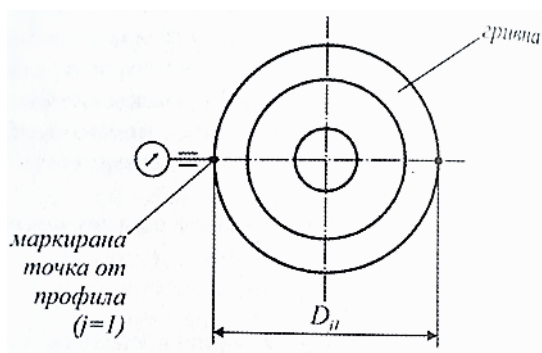
1.4.5. Измерване и контрол на физични величини

Проф. Хр. Радев с три различни колектива, предлагат и разглеждат три методики за измерване и контрол на физически величини [40, 41, 42].

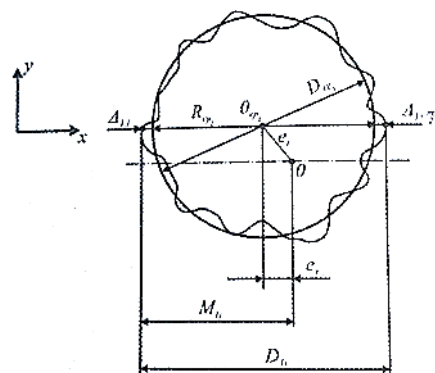
В първата [40] публикация колективът разработва оригинален метод за измерване диаметрите на отговорни ротационни повърхнини на голямо габаритни валове. В описанието на метода се предлага принципна схема на измерването (Фиг. 1.26) диаметрите са средните окръжности при базиране на вала между центри на струг, а процедурата на измерването се извършват чрез датчик (линеен) в контакт с гривна в маркирана точка ($j=1$) на калибрирано напречно сечение ($i=1$) (фиг. 1.27) калибриране по диаметър D_{11} гривна), с която се измерва радиалното му биене. Заснемат профилограма на i -то напречно сечение при завъртане един оборот на вала (фиг. 1.28) и определят източниците на неопределеност т.е. функционалната връзка между диаметър на средната окръжност $D_{срi}$ в дадено сечение i .



Фиг. 1.26. Схема на измерване на диаметри при базиране на вала на центрите на металорежеща машина



Фиг. 1.27. Калибрирана по диаметър D_{11} гривна



Фиг. 1.28. Профилограма на i -то напречно сечение

В следващата статия [41], колективът разглежда определянето на непостоянството на оста на въртене на обекти. Анализират различни схеми на измерване на това непостоянство, изразено чрез блуждаещи, радиално, аксиално и ъглово биене. Посочват основните предимства и недостатъци на предложените схеми и областта на тяхното приложение. Чрез съответна автоматизация и програмно осигуряване се определят блуждаещото биене в статичен и динамичен режим.

В последната [42] разработка на колективът предлага методики за измерване на геометрични параметри на голямогабаритни ротационни детайли тип „пръстен“. Измервателната система е изградена на кароселен струг, съоръжен със специална измервателна екипировка, съответно програмно осигуряване, позволяващо измерване отклоненията на i кръглост, перпендикулярност, съсност, успоредност както и измерване диаметрите на външните и вътрешните повърхнини. Разработените от колектива методики за измерване определят отклонението на формите и разположението на резултатите от радиално, челно и блуждаещото биения.

1.4.6. 3D компютърна томография

3D компютърният томограф е неинвазивна процедура, при която се използва специален рентгенов апарат, свързан с компютър, който създава множество изображения (минимум 2000) на част от тялото, която е необходимо да бъде изследвана. На базата на тези изображения компютърът синтезира триизмерен модел на заснетите структури.

Най-често компютърната томография се използва в медицината, когато предстои оперативна интервенция (отстраняване на ретениран зъб, голяма киста, тумор или поставянето на дентални импланти). Триизмерната томография предоставя изображение на устната кухина, показвайки обемът и плътността на изследваната област, затова дава много по-добра информация от обикновената панорамна снимка.

3D компютърната томография също намира голямо приложение и в анализа на различни материали. За анализа на линейните величини ширина и дебелина е използван 3D индустриален компютърен томограф Nikon XT H 225 (фиг. 1.29) [43, 44].



Фиг. 1.29. 3D индустриален компютърен томограф Nikon XT H 225

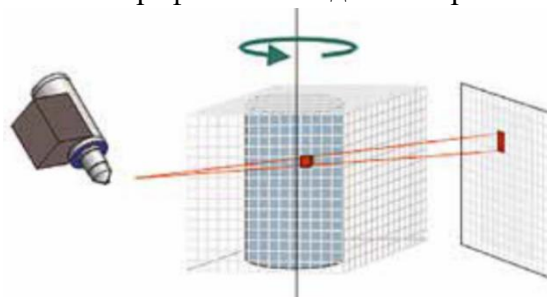
Компютърната томография (СТ) е безразрушителен метод, който осигурява висока точност и има способността да изследва вътрешни и външни размери на предоставените образци (проби, заготовки). Освен това осигурява допълнителен поглед

на вътрешната микроструктурата на изследвания обект, като го изследва за нехомогенност.

Работи на следния принцип: образеца се поставя на ротационна маса между рентгеновия източник и детектора; позиционирането на пробата по-близо до рентгеновия лъч увеличава точността на получените данни; генерира се рентгенов лъч, който се предава през пробата; цифровият детектор заснема изображение, което се състои от множество нюанси на сивото на базата на сянка, причинени от абсорбцията на рентгенови лъчи при преминаване през сканираната проба; по-дебели или по-плътни материали, като желязо, мед и олово, водят до по-тъмни области, отколкото тънки или леки материали като пластмаси, хартия или въздух.

Използваният СТ притежава рентгенов източник с микро фокус, голям инспекционен обем, висока разделителна способност на изображението (максималната способност на детектора е 1900×1500 с активна площ 467 cm^2), бърза 3D компютърна реконструкция, сечението на X-Ray лъча е под $3 \text{ }\mu\text{m}$, разполага с пет-осна система за позициониране. Максимално допустимото тегло, което може да се постави на въртящата маса е 15 kg , а максималните габарити на обекта са $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}$.

Получените резултати се представят в 3D обем, който се състои от серии от последователни 2D рентгенови изображения, които се снимат, докато обектът се завърта на 360° (фиг. 1.30). След сканиране, получените изображения се реконструират от софтуера на компютърния томограф, за да се генерира 3D изображение на сканирания обект. Също така реконструирания обект съдържа цялата информация за микроструктурата на повърхностите и на вътрешността. Възможно е наблюдение чрез софтуера на компютърния томограф на всяка една повърхност.



Фиг.1.30. Outline of X-ray technology [18]

1.4.7. Видове принтери за 3D печатане на елементи

3D печатането е метод за създаване на прототипи и е един от най-бързите и най-достъпни начин за създаване на потребителски стоки по поръчка [45, 46, 47].

Има няколко различни метода за 3D печат, но най-широко използваните са два процеса: единият е известен като моделиране на стопено отлагане (FDM), а другият е стереолитография (SLA). FDM принтерите използват термопластична нишка, която се нагрява до точката на топене и след това се екструдира, слой по слой, за да се създаде триизмерен обект. SLA обаче използва втвърдяващ се фотополимер - обикновено течна смола - който се втвърдява чрез прилагане на фокусирана светлина или UV светлина (този процес се нарича втвърдяване).

А) Принцип на работа

Създаването на обекти чрез 3D принтер започва като файлове за компютърно проектиране (CAD). Преди даден обект да бъде отпечатан, неговият CAD файл трябва да бъде преобразуван във формат, който 3D принтерът може да разбере – обикновено .STL (Standard Tessellation Language) формат.

➤ FDM

Принтерите FDM използват два вида материали: моделиращ материал, който съставлява готовия обект, и поддържащ материал, който действа като скеле, за да поддържа обекта, докато се отпечатва. По време на печата тези материали приемат формата на пластмасови нишки или нишки, които се развиват от намотка и се подават през екструзионна дюза. Дюзата разтапя нишките и ги екструдира върху основа, понякога наричана платформа за изграждане или маса. И дюзата, и основата се управляват от компютър, който превежда размерите на обект в координати X, Y и Z, за да следват дюзата и основата по време на печат.

В типична FDM система, дюзата за екструдирание се движи над платформата за изграждане хоризонтално и вертикално, "чертавайки" напречно сечение на обект върху платформата. Този тънък слой пластмаса охлажда и се втвърдява, незабавно се свързва със слоя под него. След като слой е завършен, основата се спуска - обикновено с около една шестнадесета от инча, за да се направи място за следващия слой пластмаса.

Времето за печат зависи от размера на обекта, който се произвежда. Малките обекти — само няколко кубични инча — и високите, тънки обекти се отпечатват бързо, докато по-големите, по-сложни геометрични обекти отнемат повече време за отпечатване. В сравнение с други методи за 3D печат FDM е доста бавен процес.

След като даден обект се свали от FDM принтера, неговите поддържащи материали се отстраняват или чрез нахисване на обекта във вода и разтвор на детергент, или, в случай на термопластични подпори, счупване на поддържащия материал на ръка. Обектите могат също да бъдат шлайфани, фрезовани, боядисани или покрити, за да подобрят тяхната функция и външен вид.

Има богат избор от FDM 3D принтери като цената варира в широки граници. Консуматив в FDM принтерите са дюзи и ролки с нишки. Макарите с нишки са сравнително евтини, започвайки от едва 15 долара за килограм. Тези фактори правят FDM принтерите много популярни сред производителите и домашните потребители.

➤ SLA

SLA принтерите обикновено изграждат моделите с главата надолу, тоест платформата за изграждане повдига модела нагоре, извън ваната със смола. SLA имат четири основни части: резервоар, който може да се напълни с течна пластмаса (фотополимер), перфорирана платформа, която се спуска в резервоара, ултравиолетов (UV) лазер и компютър, контролиращ платформата и лазера. В началния етап на процеса на SLA, тънък слой фотополимер (обикновено между 0,05-0,15 mm) се излага над перфорираната платформа. UV лазерът удря перфорираната платформа, "рисувайки" шаблона на обекта, който се отпечатва. UV-втвърдяемата течност се втвърдява

моментално, когато UV лазерът я докосне, образувайки първия слой на 3D отпечатания обект. След като първоначалният слой на обекта се втвърди, платформата се спуска, разкривайки нов повърхностен слой от течен полимер. Лазерът отново проследява напречно сечение на обекта, който се отпечатва, който моментално се свързва със закалената част под него. Този процес се повтаря отново и отново, докато целият обект се оформи и бъде напълно потопен в резервоара.

След това платформата се повдига, за да се изложи триизмерен обект. След като се изплакне с течен разтворител, за да се освободи от излишната смола, обектът се пече в ултравиолетова пещ, за да се втвърди допълнително пластмасата. Обектите, направени с помощта на стереолитография, обикновено имат гладки повърхности, но качеството на обекта зависи от качеството на SLA машината, използвана за отпечатването му.

В) Материали за принтиране

- FDM

FDM принтерите обикновено използват PLA, PETG или ABS нишка. Повечето FDM принтери могат да се справят и с някои найлони, PVA, TPU и различни PLA смеси (смесени с дърво, керамика, метали, въглеродни влакна и др.) Филаментите се предлагат в различни цветове.

Повечето FDM принтери могат да използват стандартни ролки с нишки, които се предлагат в два стандартизирани диаметъра (1,75 или 2,85 mm) от различни източници. Няколко принтера използват собствени нишки или касети с нишки - те обикновено са по-скъпи от стандартните ролки, но (предполагаемо) осигуряват по-добро качество.

- SLA

За SLA принтерите има по-ограничен палет от смолни материали. Доста често те са собствени и не могат да се обменят между принтери от различни производители. Изборът на цветове също е ограничен. От друга страна, те предлагат по-трайни или високоспециализирани материали (т.е. стоматологични, топлоустойчиви или гъвкави смоли) за промишлени цели.

При SLA принтерите не се консумира само смола. При SLA принтерите долният филм на резервоара за смола трябва да се смени след отпечатване на 2-3 литра смола. Причината е, че резервоарът се размазва вътре с течение на времето, така че източникът на светлина вече не е в състояние да проектира точно изображението в смолата. В зависимост от производителя и модела, резервоарите за смола (или заместващият FEP филм) ще ви върнат около 20 до 80 долара.

Смолата също е скъпа: 1 литър стандартна смола ще ви върне някъде между 40 и 150 долара.

SLA принтерите постоянно произвеждат обекти с по-висока разделителна способност и прецизността на движенията на екструдера (ос X/Y) е по-голяма.

Друг компонент, който се нуждае от подмяна от време на време и в двете системи, е платформата за изграждане, тъй като може да се повреди, когато потребителят премахне отпечатания модел; една платформа може да струва до \$100.

Кога да се използва FDM принтер:

1. Бързо прототипиране
2. Изграждане на евтини модели
3. Страхотно за любители и производители
4. Когато прецизността и покритието на повърхността не са от решаващо значение
5. обикновените FDM принтери могат да печатат само с височина на слоя от 100 до 300 микрона.

Кога да се използва SLA принтер:

1. Когато сложните детайли и/или много гладката повърхност са от решаващо значение
2. Когато здравината и издръжливостта на модела не са от решаващо значение (моделите, направени от смола, могат да пострадат, когато са изложени на слънце за продължителни периоди)
3. За създаване на форми за леење за улесняване на масовото производство (например от производители на бижута или играчки)
4. SLA принтерът може да печата с височина на слоя от 25 до 100 микрона.

1.5. Анализ на поддръжката и повишаване на производителността на машините

1.5.1. Опити на Япония- Корпорации Тошиба и Сайко

Тошиба провежда 3 кампании [48]:

1. Подобряване
 - Маркетинг
 - Продажби
 - Развитие на технологичната производителност
 - Производствени възможности, поддръжка
 - Иновативна продукция
 - Кадрите- обучение
- 1.1. Кампания, софтуерна технология и отлични продукти

Технология за създаване на високо рентабилна организация на работа (стратегия програми, управление на производството, Усъвършенстване на средствата за производство (иновация).
- 1.2. Кампания- повишаване на производителността. Да се създаде високо-чувствителна продукто-ориентирана общност със светкавично бързи реакции. Изграждане на система за планиране, разработка на продукти, реагиране на пазарите, доставки и разпределение, бърза реакция. Да се поддържа диалог с пазарите. Минимизиране времето за внедряване.
- 1.3. Иновация в продажбите и маркетинга

Цялостна система за поддържане производителността на машините- (ППМ, ТРМ) (корпорация „INAX”- завод „Цикуба“)

 - Постигане на максимална ефективност на машините в резултат на пълно разгръщане на човешките ценности и активно участие на всички членове на работния колектив. Поддръжката се извършва от операторите. Внедряването на

ППМ трябва да се промени начина, по които работниците са мислели и действали досега.

- Ежедневно технологично обслужване на машините (смазване, почистване, притягане и проверка). Машините имат явни признаци на бързо износване в т.ч. празни ходове, луфтове, замърсеност, изтичане на масло и др. Ръководството трябва твърдо да приложи ППМ

ППМ: Определяне, значение, резултати

ППМ е необходимо да се организира като движение във фирмата. Ръководството трябва твърдо да е решило да приложи ППМ. ПМ е важно да остане единствено като задължение на работещите от производството (наречени оператори).

Дефиниция на JPE от 1971 г. за цялостна поддръжка на оборудването (автоматичното) описано в следната последователност:

1. ППМ осигуряване на оптимална производителност
2. ПМ трябва да има създадена система, обхващаща целият срок на експлоатация на машините.
3. ППМ обхваща всичко свързано с експлоатация на машината, включващо планирането, използването, поддръжката, сервиза
4. В ППМ трябва да вземат участие всички членове във фирмата- от висшето ръководство, преди всичко от преките работници (оператори) в производството.
5. ППМ се въвежда чрез мотивация за контрол или чрез индивидуални дейности, осъществявани от малки групи по поддръжка на машините.

На табл. 1.3 са показани характеристиките на ппм т.е. разликата на поддръжката на производителността на машините и профилактичната им поддръжка, плюс дейността на малките групи.

Таблица. 1.3. Връзката между ППМ, поддържането на производителността и профилактичната поддръжка

№ по ред	Характеристика	Особености на ППМ	Поддръжка на производителността	Профилактична поддръжка
1	Реализиране на икономия (рентабилност на ПМ)	O	O	O
2	Цялостна система (ПМ/МР/ СМ)	O	O	X
3	Индивидуална поддръжка на оператора (дейности на малките групи)	O	X	X

Крайно необходимо е създаване на система, покриваща жизненият цикъл на машината поддържаща производителността ѝ. От това следва, че поддръжката на машините основно трябва да се осъществява от работника/оператора (дейности на малките групи по поддръжка). В различните страни е както следва: отделите за техническо обслужване или с участието на всички.

1.5.2. Оптимална производителност на автоматичната техника

Стремежа на всяка фирма е да постигне оптималната производителност на машините с цел да се постигне по-голяма производителност и по-малко разходи. Но тук вече се наместват: Да се произвежда по-добро качество, повишаване безопасността на работа, опазване на околната среда, необходимост от по-висок морал.

Тази зависимост „Вложени разходи- получена продукция“, представена в табл. 1.4. все повече се намества в управлението на фирмата свързано с маркетинга.

Разглеждайки последователно матрицата за получаването на крайната продукция е обърнато внимание на заложените стойности на човешкия труд, на машинното време и на суровините за да се получат съответно П, К, Р, Д, Б, М.

Контрола на качеството извършва по категории както следва: контрол по величините (факторите) [49].

На входа на матрицата са отразени необходимите разполагаеми финансови средства за работна сила, машини, материали и използвани методики, осигуряващи строг контрол на производството (П), качеството (К), разходи (Р), добавки (Д), Безопасност и замърсяване (Б) и човешки взаимоотношения в колектива- морал (М).

Таблица 1.4. Матрица на зависимостта „Вложени разходи- Получена продукция“

Вход Изход	Финансови средства			
	Работна сила	Машини	Материали	Метод
Производство (P)				Контрол на производството
Качество (Q)				Контрол на качеството
Разходи (C)				Контрол на разходите
Доставка (D)				Контрол на доставките
Безопасност (S)				Контрол на безопасността и замърсяването
Морал (M)				Човешки взаимоотношения
Метод	Пълномощия на работната сила	Организация и поддържане на производството оборудване	Управление на складовите запаси	Производителност Получена продукция = Вложени ресурси Цел на дейностите в завода

На изхода на матрицата много прегледно е отразена получаващата крайна продукция, дадена със заложените стойности на вложеният човешки труд с необходимото машинно време и суровини, вложени в производството (П), за да се получат съответните готови продукти, отговарящи на стандарта за качество (К), направените разходи (Р), свързани с необходимите вложени материали, енергия, газ, вода и др. с цената на доставка (Д) и заводска цена за доставка на дистрибуторите не без значение на безопасност, околна среда и здраве (Б) и необходимост от постигане на по-висок морал (М).

Водещите методи за управление са делигирани на пълномощията на работната сила (работниците, цялата организация на завода и поддържане производството на

оборудването и управлението на складовите запаси (контрол на материалите). Всички те определят производителността
$$= \frac{\text{произведена продукция}}{\text{вложени ресурси}}$$
, с което се постига целта по възприетите дейности от завода.

С анализиране на резултатите от матрицата много ясно се подчертава, че за поддръжката на завода се оказва решаващо значение на показателите П, К, Р, Д, Б и М. С все по-всеобхватното развитие на автоматизацията и икономията на труд, машините са все повече решаващия фактор за сметка на намаляване значението на производителния, монотонен, тежък физически труд.

В днешно време все повече се налага навлизане и прилагане на съвместни решения на все още по-трудното съвместяване на комплексната автоматизация между непрекъснатите и дискретни процеси в различните отрасли на промишлеността. Разширява се и се налага приложението на иновативни технологии за автоматизация на процеси и операции, основни и спомагателни, намалява се чувствително обслужващия персонал (оператори, ремонтчици), увеличава се внедряването на цифровизация (дигитализация), свързано с поддържане производството на машините и иновативните системи за цялостното управление на завода. Цифровизацията ще реши оптимизацията на ритъма на производството.

За постигане на целта за внедряване на ППМ е необходимо използването на съвременни методи и технически средства за постигане и анализиране на оптимални стойности на показателите на П, К, Р, Д, Б и М чрез осигуряване на най-рационалното и ефективно използване на машините (Таблица 1.5.). Високата производителност може да се постигне чрез овладяване на: общите извън циклови загуби на време (собствени, допълнителни и ремонтни) и постигане на високо качество на произвеждания продукт.

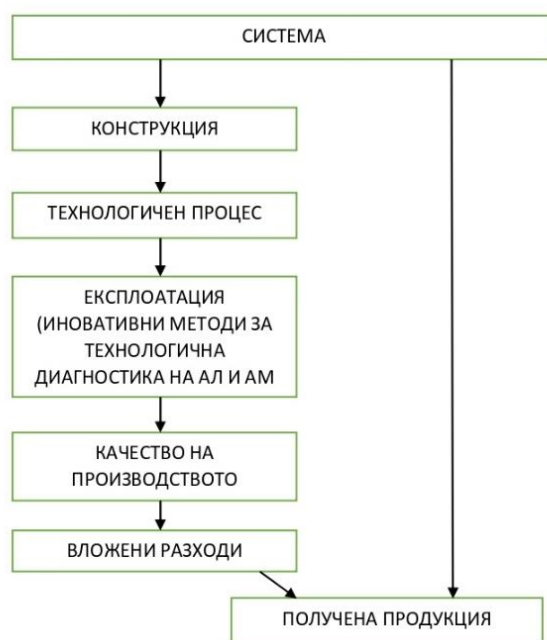
Но автоматичните машини, автоматичните линии и оборудване имат зададен ресурс за „живот“ (зададена конструктивна надеждност). Това означава, че разходите за поддържане на живота на машините в оптималната производителност са ограничени т.е. възможно най-малко вложени средства за възстановяване работоспособността на машините [50].

Таблица 1.5. Примери за резултати

№ по ред	Фактори/ Критерии	Резултати	
1	2	3	4
1	Производство (П)		
2	Качество (К)	Въвеждането на изследване на епруветки	С постъпването на работа на докторанта от ИИКТ
3	Разходи (Р)		
4	Доставка (Д)		
5	Безопасност (Б)		
6	Морал (М)		

Оценка на риска (Фиг. 1.31.) и последиствие на отказите в комплексната система, конструкция, технологичен процес, качество, експлоатация, вложени разходи, получена продукция (цена) [51- 55].

Състоянието на оборудването (АМ и АЛ, А на целия технологичен процес и операции) определя производството, качеството, доставките, безопасността и морала. Целта е да се стремим към оптимални стойности.



Фиг. 1.31. Система за оценка на риска

Не може да се говори за ефективно използване на машините ако те внезапно и непрекъснато се повреждат. Това нарушаване на производствения процес води до ниска производителност, влошаване на качеството на произвежданата продукция и увеличаване на брака. Следователно целта е да се осигуряват иновативни методи за технологична диагностика на автоматични машини и линии като се спазват факторите, предствени във Фиг. 1.32 .



Фиг. 1.32. Модел на факторите, влияещи на качествено производството

Задължението на фирмата е да създава иновативни методи за технологичната диагностика на АМ и Л, осигуряваща възможно най-доброто състояние и оптимална производителност, придружена с качество на произвежданата продукция.

1.5.3. *Поддържане живота на машините*

Поддържане живота на машините (ПЖМ) в идеално състояние не трябва да се отразява на разходите за поддръжка, които все пак са ограничени. Тези неконтролируеми разходи е необходимо да бъдат в границите на допустимото, осигуряващи оптимална производителност с най-малко вложени ресурси [54].

1. Загуби от престои
 - загуби от внезапни повреди
 - загуби от пренастройки
2. Загуби от ниска (средна) скорост на производството- загуби от:
 - Празни ходове
 - Междинни спирания на отделните машини позиции/стъпки в АЛ и АМ
 - От занижени скорости
3. Загуби от дефектна продукция- загуби от:
 - Некачествени заготовки
 - Некачествена обработка
 - Некачествени полуфабрикати
 - При пускане – следнастройки
 - след поднастройки

След внедряване на ППМ в редица компании, висшите им мениджъри са единодушни: „Цялостната поддръжка на производителността на машините си струва и резултатите са значителни!“ За най-добре реализирани дейности на ППМ през 1981 г. за постигане на особено значими резултати са наградени 10 компании.

1.5.4. *Взаимо свързаност между ППМ, теротехнология и логистика.*

Организирана е международна конференция (май 1980 г. Опатия, Югославия) спонсорирана от Европейската федерация на националните дружества за поддръжка (EFNMS). Конференцията е била открита от г-н Денис Паркър (Великобритания) с доклад на тема теротехнология и нейното разпространение в международен мащаб. Обръща внимание на новосъздадения термин ТЕРОТЕХНОЛОГИЯ, въздаден през 1970 г. в Англия. Дефинират го като цялостна технология за съкращаване експлоатационните разходи на машините. Тя осигурява ефективна работа на оборудването през целият им експлоатационен живот, свързан със следните фактори: технически, технологични, организационни, сервизни и установяване на връзките между тях.

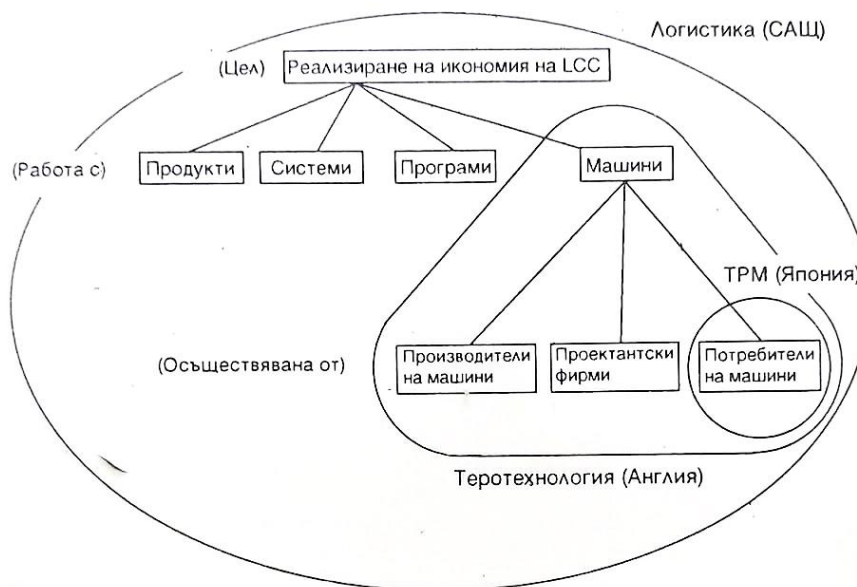
Теротехнологията възниква и се налага като наука с търсене, прилагане и използване на съвременни иновативни методи и технически средства, осигуряващи ефективната работа на машините. Класифицира принципите и елементите, осигуряващи поддръжка, ремонт, сервиз и кога да се вземе решение за отстраняване на оборудването. Г-н Денис Паркър отбелязва, че теротехнологията включва: мениджмънт, финансиране, производствени технологии и други практически дейности, прилагани при Управлението на материалното стопанство. За постигане целта на теротехнологията препоръчва овладяване и намаляване на икономическите разходи за поддържане живота на машините (ПЖМ).

След внедряването на ППР в редица компании в Япония е постигната оптимална ефективност на машините и се отбелязва, че тя се припокрива със стремежа към икономии на разходите за поддръжката живота на машините (ПЖМ). Но Япония като потребител на машини е част от варианта на предложената и възприета теротехнология от Великобритания.

Г-н Денис Паркър посочва като първи привърженик на идеята за икономии на разходите на ПЖМ (LCC) е военното министерство на САЩ. Започва да развива програма (1966 г.) за намаляване експлоатационните разходи. Пентагона започва да сключва договори за доставка на въоръжения и други материали, произведени с малки експлоатационни разходи.

Използвана е модерната научна концесия за логистика (военен термин) за поддържане на фронтната линия чрез доставка, съхранение, транспортиране и поддръжка на продукцията и системите чрез стандартизирани контейнери и контейнеровози. С въвеждането на новите идеи на ПЖМ и планиране на надеждността в рамките на целия срок на експлоатация на продукти и системи постига целта-реализиране на икономия на ПЖМ. Логистиката (САЩ) свързва работата с продукти, системи, програми и машини, осъществявани от теротехнологията (Англия) на производители на машини, проектантски фирми и ППМ (Япония) на потребители на машини.

Г-н Паркър показва на фиг. 1.33. връзките между ППМ≡ТРМ, теротехнологията и логистиката. Съществуващата разлика между тях се изразява в това кой ги прилага и по какъв начин ги прилага.



Фиг. 1.33. Връзка между ППМ, теротехнология и логистика

1.5.5. EFNMS

EFNMS е организация с нестопанска дейност в ЕС/ЕО. Тя [56] е създадена през 1970 г., която се е трансформирала в във формална организация с нестопанска дейност („Vereniging zonder Winstoogmerk”) съгласно белгийската законодателна система, регистрирана на 18 януари 2003 г. в Амстердам, с цел подобряване поддръжката в полза на ЕС/ЕО.

Възприета е дефиниция по термина „поддръжка“: комбинация от всички техники, административни и управленчески действия по време на жизнения цикъл на елемент, предназначен да го задържи или възстанови до състояние, в което може да изпълнява предназначената си функция.

Поддръжката е от първостепенно значение за : търговията, околната среда, общото здраве и безопасност. С поставените си цели EFNMS ще е основна организация за националните дружества за поддръжка с нестопанска цел в ЕС/ЕО.

За реализиране на целите си, EFNMS обхваща и следните дейности:

1. Координира въпросите за поддръжка между Европейските национални дружества за техническо обслужване и установява контакти с дружествата за техническо обслужване извън ЕС/ЕО;
2. Проучва и въвежда добро управление на поддръжката и насърчава започването на технически процеси за поддръжка;
3. Насърчава връчването на награди и отличия, свързани с поддръжката;
4. Осигурява насока и развитие на поддръжката;
5. Инициира и насърчава публикуването на резултати от научната и практическата работа в областта на поддръжката;
6. Финансира проекти за насоки за поддръжка
7. Организира двугодишни международни конференции и конвенции относно поддръжката.

1.6.Заклучение:

В настоящата глава е направен обзор и анализ на различни производители на ГВ и СВ метал и български и чуждестранни производители на тръби. Представени са различни типове машини за щанцоване на детайли (пробни тела), за тестване за якост на опън, натиск и огъване, спектралния анализ на материали, механични измервателни средства и как се измерват физични величини. Основното предназначение на машините за якост на опън е анализирането на различни типове материали. Те се използват за анализ на метала през различните етапи на производството при преработката на горещо валцуван в студено валцуван нисковъглероден метал. Разделят се на три типа: тестване при висока температура, при ниска температура и при стайна температура. Разгледан е иновативният метод за анализ чрез компютърна томография и видовете принтиращи устройства чрез SLA и FDM. Разгледани са модели на управление на фирмите Цикуба и INAX за анализ на поддръжката и повишаване на производителността на машините, връзката между ППМ, поддържането на висока производителност и профилактичната поддръжка, както и оптималната производителност на автоматичната техника.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Целта на дисертационния труд е да се изследва напредъка и интегрирането на нови технологии в съвременната диагностика на автоматични машини и линии и да се предложи иновативен подход за създаване на методики за изпитване.

За изпълнение на тази цел ще се решат следните задачи:

1. След детайлен обзор да се направи анализ и систематизация на подходи и методи за интегриране на интелигентни технологии в техническите диагностични процедури.
2. Да се изследват съществуващи методи и средства за съвременна диагностика на автоматични машини и линии.
3. Да се изследва влиянието на ИКТ върху методите за техническа диагностика.
4. Да бъдат предложени и обосновани иновативни методики за видове диагностика на автоматични машини и линии.
5. Да се проведат експерименти и симулации на различни методики в индустриална среда.
6. Получените резултати да бъдат анализирани и апробирани.

Глава 2

ИНОВАТИВЕН ПОДХОД НА ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНОЛОГИЧНО ОБОРУДВАНЕ

За проследяване на иновативният подход за използване, внедряване и експлоатация на технологии и технологично оборудване се създава регламент, проследяващ производството на тънкостенни електро-заварени затворени профили от студено валцувани стомани (СВС) [57, 58] в Завод за производство на тръби и профили (ЗПТП) дъщерно предприятие на Завод за производство на тръбни мебели и компоненти (ЗПТМК), съвместно с компания ИКЕА.

Използваният подход има за цел да проследи последователно стъпка по стъпка внедрените иновативни технологии и техническо оборудване, реализиращи особено трудното съчетаване при автоматизирането на непрекъснатите и дискретни, основни и спомагателни процеси и операции, осигуряващи и постигащи високи технико-икономически показатели с осигурен цялостен контрол на материали, оборудване, работна сила, риск, запазване на околната среда и т.н.

2.1.Общи положения

2.1.1. *Производство на профили*

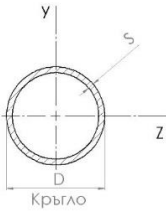
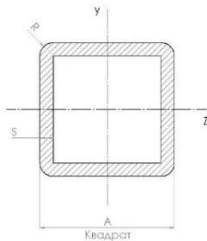
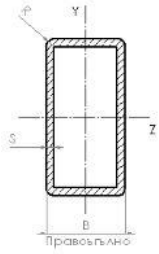
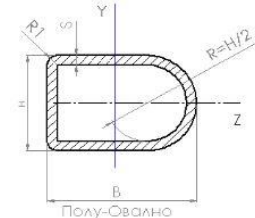
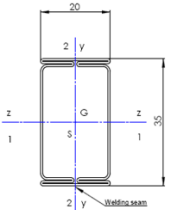
На таблица 2.1. са представени произвежданите профили със следните напречни сечения: кръгли, квадратни, плоско-овални, правоъгълни, полу-овални, елипсовидни и със специална форма. Посочени са произвежданите брой профили с външните размери, дебелините на стените и теглото на тръбите. Производството на тънкостенни електро-заварени профили от студено валцувани стомани е съобразено и отговаря на съвременните изисквания на стандартите по БДС, DIN, EN, EO, ИКЕА [59, 60].

2.1.2. *Използвани марки стомана*

За реализиране на производствения процес се доставят от производителя нелегирани ниско въглеродни стомани на рулони. В таблица 2.2. са дадени три номинала: минимални, нормални и максимални и размери: вътрешни, външни ширини, дебелини с бруто и нето тегло.

Освен това, суровината която се обработва в завода са горещо валцувани рулони (ГВР) [61-65] и студено валцувани рулони (СВР). Теглото на рулоните варират между 7-14 тона и ширини 1010, 1105 и 1135 mm. Доставят се с товарни камиони, разтоварват се с мотокар (16 Т) или с кран (20Т). ГВР в повечето случаи се разкрояват на две половини надлъжно и тогава се насочват за изпълнение на технологичния процес травление (байцване) на непрекъснат травилен агрегат (НТА). Но понякога, когато рулоните са твърде големи, те се разкрояват на 4 части- надлъжно и напречно до достигане на подходящите параметри за ширина до 600 mm и тегло до 6,2 МТ на последващото технологично оборудване. СВР се разкрояват (разфасоват) директно на щрипсове по поръчката за съответният размер профили тръби.

Таблица 2.1. Тънкостенни електро-заварени затворени профили от СВР

№ по ред	Профил/Сечение	Бр. Профили	Външен размер d,mm	Дебелина на стената Т, mm	Тегло на тръбата 1m/kg
1		25	Ø13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 28, 30, 32, 34, 35, 38, 40, 44, 45, 50, 60, 80, 114	0,6;0,7;0,8; 0,9;1,0;1,1; 1,2;1,35;1,4; 1,5;1,6;1,7; 1,8;1,9;2,0; 2,25	0,1399÷6,2008
2		12	15x15;15,8x15,8; 20x20;22x22;25x25; 30x30;35x35; 40x40; 50x50;60x60; 70x70;80x80	0,6;0,7;0,8; 0,9;1,0;1,1; 1,2;1,35;1,4; 1,5;1,6;1,7; 1,8;1,9;2,0; 2,25	0,2707÷5,4845
3		11	20x10;20x15; 30x15;33x16; 40x20;50x10; 60x20;70x11; 70x20;80x20; 140x21	0,6;0,7;0,8; 0,9;1,0;1,1; 1,2;1,35;1,4; 1,5;1,6;1,7; 1,8;1,9;2,0; 2,25	0,2330÷5,2441
4		16	20x10;30x10; 30x15;30x20; 35x20;40x15; 40x20;40x30; 46,5x15,35; 50x20;50x25; 50x30; 70x20;70x25; 60x30; 80x30	0,6;0,7;0,8; 0,9;1,0;1,1; 1,2;1,35;1,4; 1,5;1,6;1,7;1,8; 1,9;2,0;2,25	0,2707÷3,7189
5		6	33x16;35x30; 40x20;40x30; 41x35; 50x25	0,6;0,7;0,8; 0,9;1,0;1,1; 1,2;1,35;1,4; 1,5;1,6;1,7; 1,8;1,9;2,0; 2,25	0,694÷2,12
6		1	50x40x25	0,6;0,7;0,8; 0,9;1,0;1,1; 1,2;1,35;1,4; 1,5;1,6;1,7; 1,8;1,9;2,0; 2,25	1,3573

Всички ГВР, СВР, подрулони и щрипсове се връзват (опаковат) с чембер лента, осигуряващи ги против развързване (саморазмотаване). Логистиката в завода от цех в цех, от агрегат до агрегат се извършва от мотокар или от кран.

Таблица 2.2. Габаритни размери на рулони при заявка

№ п о р е д	Показа тели номина ли	Рул они	Подру лони	Размери				Тегло- по товарител ница		ОТК			Забеле жка
		№	брой	Вътре шен d	Вън шен D	Шир ини B	Дебел ини S	Бру то	Нет о	контро льор	лабор ант	начал ник	
				mm	mm	mm	mm	MT	MT				
1	миним ални		2;4	450	900	250	0,85÷4 ,5	7- 14	7- 14				
2	нормал ни		2;4	508	1430	510	0,85÷4 ,5	7- 14	7- 14				
3	максим ални		2;4	550	1520	600	0,85÷4 ,5	7- 14	7- 14				

На Фиг. 2.1. са показани необходимите използвани стомани, осигуряващи производството на профили от тънкостенни студено валцувани електро-заварени стомани, отговарящи на стандартите по БДС, DIN, EO, EN, IKEA. Техническите условия на доставката са както следва:

2.1.2.1.Марки студено валцуван материал:

➤ DC 01 (1.0330) = 08kp, DC 03 (1.0347);

- Технически условия на доставка – съгласно стандарт БДС EN 10130:2006, БДС EN 10139:1997 [66-68]

EN10130- студено валцувани плоски продукти от материал нисковъглеродна стомана, предназначена за студена пластична деформация,

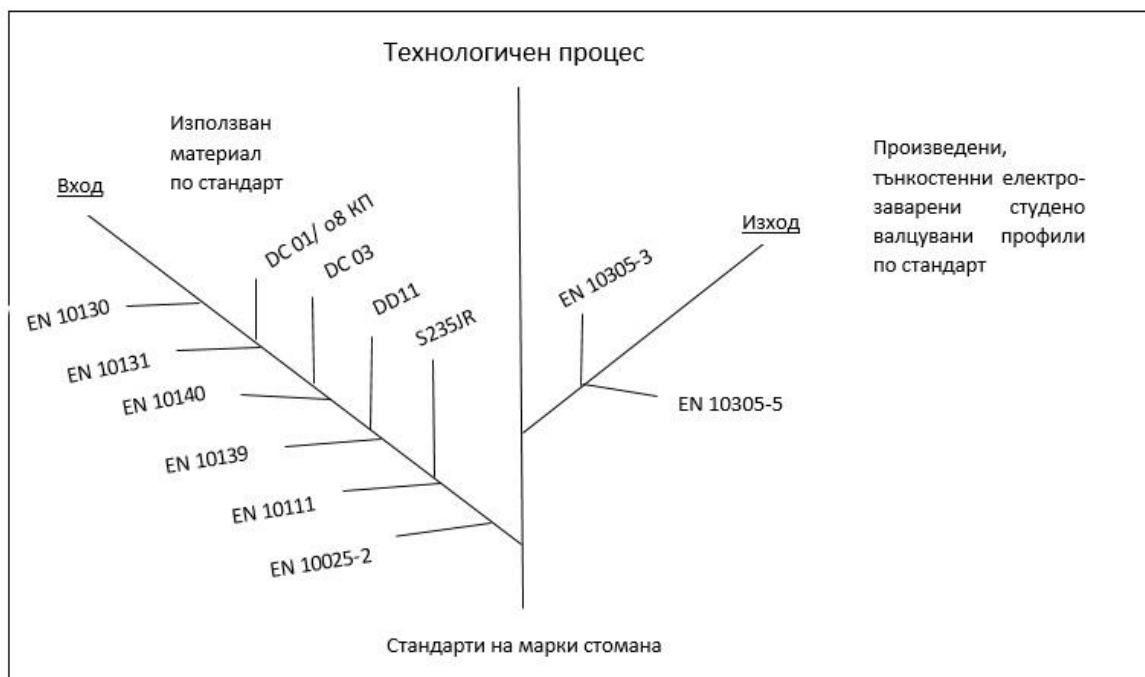
EN10139- Студено валцувана мека стоманена лента без покритие за студено формоване. Технически условия за доставка.

- Форма и размери, допустими отклонения – съгласно БДС EN 10131:2006, БДС EN EN10140, [69, 70]:

EN10131- Студено валцувани плоски продукти без покритие и с електролитно покритие от цинк или цинк-никел от нисковъглеродна стомана и от стомана с повишена граница на провлачване, предназначени за студена пластична деформация. Допустими отклонения от размерите и формата.

EN10140- Този европейски стандарт се прилага за студено валцувани тесни ленти в рулони и дължина на рязане с дебелина до 10 mm и с ширина по-малка от 600 mm, изработени от нелегирани и легирани стомани, с изключение на неръждаеми и топлоустойчиви стомани и продуктите. Прилагането на този европейски стандарт за продукти с други размери се договаря отделно.

Нелегираната стомана DC01 съгласно DIN EN 10130 е подходящ за студено формоване на прости профилни форми и компоненти. Възможно е механично сгъване при дебелини до 1,5 mm.



Фиг. 2.1. Използвани марки стомана и съответстващи стандарти

- Заваряване: DC01 се заварява чрез следните методи на заваряване: MAG (метал-активен газ), плазмено заваряване, лазерно заваряване, заваряване чрез компресионно заваряване, съпротивление за заваряване (точково, ролково заваряване, заваряване с катарама), дъгово заваряване. Стоманата действа като субстрат за повърхностно рафинирани и покрити ленти и листове.

- Приложение на DC01: индустрия за домакински уреди, търговия в строителството, производство на автомобили, система за движение.

Съгласно по DIN EN 10139 DC01 се предлага като студено валцувана лента или щанга, нарязана в диапазона на якост НК270 до НК690. При заваряване на DC01 в състояние НК290 до НК690 трябва да се вземе предвид потенциалното влияние върху механичните свойства, Нелегираната стомана DC01 в съответствие с по DIN EN 10130 е подходящ за студено формоване на прости профилни форми и компоненти. Възможно е механично сгъване при дебелини до 1,5 mm. Към свободата на носещите линии се прилага период от 3 месеца след предоставянето на продуктите за повърхностен тип В. Препоръчва се да се обработва стоманата в 6-те седмици след доставката.

2.1.2.2.Марки горещо валцуван материал:

- DD11 (1.0332), S235JR+AR (1.0038)
- Технически условия доставка – съгласно стандарт БДС EN 10111:2009, БДС EN 10025-2:2005 [71,72]

EN 10111:2009- Непрекъснато горещовалцувани лист и лента от нисковъглеродна стомана за студена пластична деформация. Технически условия на доставка

- ОБЛАСТ НА ДЕЙСТВИЕ

Този европейски стандарт определя марките нисковъглеродна стомана за непрекъснато валцувани лист и лента (на рулони), предназначени за студена обработка. В зависимост от нейната действителната широчина лентата се класифицира като: - горещовалцувана широка лента, ако нейната широчина е по-голяма или равна на 600 mm; - горещовалцувана надлъжно разрязана широка лента, ако нейната широчина е по-малка от 600 mm. Химичният състав и механичните свойства са определени за всяка марка стомана. Този европейски стандарт е приложим за продукти с дебелина, не по-малка от 1,0 mm и непревишаваща 11 mm.

EN 10025-2:2005- Горещовалцувани продукти от конструкционни стомани. Част 2: Технически условия на доставка за нелегирани конструкционни стомани

- ОБЛАСТ НА ДЕЙСТВИЕ

Част 2 на този документ, в допълнение към част 1, определя техническите условия на доставка за плоски и линейни продукти и полуфабрикати, предназначени за последваща преработка до плоски и линейни продукти от горещовалцувани нелегирани качествени стомани

2.1.2.3. Стандарти на произвеждани прецизни тръби и профили

Произведените от студено валцувани плоски продукти от материал ниско въглеродна стомана, предназначени за студена пластична деформация на тънкостенни прости профилни форми, тръби и компоненти отговарят на ЕО стандарти: EN10305-3 и EN10305-5 [73, 74].

1) EN10305-3- Европейски стандарт за прецизни стоманени тръби. Технически условия на доставка. Част 3: Заварени студено-калибрирани тръби.

Този европейски стандарт определя техническите условия за доставка на заварени студени тръби с кръгло напречно сечение за прецизни приложения с посочен външен диаметър $D \leq 193,7$ mm. Този документ може да се прилага и за други типове (с изключение на квадратни и правоъгълни) с напречно сечение. Тръбите съгласно този документ се характеризират с това, че имат точно определени допуски на размерите и определена максимална грапавост на повърхността. Типичните области на приложение са в автомобилната, мебелната и общата инженерна индустрия.

2) EN10305-5- Европейски стандарт за прецизни стоманени профили. Технически условия на доставка. Част 5: Заварени студено-калибрирани тръби с квадратно и правоъгълно сечение

Този европейски стандарт определя техническите условия за доставка на заварени студени тръби с квадратен и правоъгълно напречно сечение за прецизно приложение. Тръбите съгласно този документ се характеризират с това, че имат точно определени допуски по отношение на размерите и определена максимална грапавост на повърхността. Типичните области на приложение са в автомобилната, мебелната и общата инженерна индустрия.

Според условията на доставка съгласно стандарт EN 10305-3 и EN 10305-5 се различават 2 вида по вид обработка: + CR1, + CR2, (табл. 2.3) и 2 вида по състояние на повърхността: S2 и S3, (табл. 2.4).

Таблица 2.3.

Състояние на доставка

Код	Описание
+ CR1	Обикновено не се обработва след заваряване, но е подходящ за окончателно отгряване
+ CR2	Не е подходящ за термична обработка след заваряване и оразмеряване.

Забележка: Тръбата, която обикновено се произвежда заварена и оразмерена и готова за употреба, е обозначена със символа + CR2.

Таблица 2.4.

Състояние на повърхността

Код	Описание
S2	От байцван горещо валцуван шрипс
S3	От студено валцуван шрипс

Характеристиките от механични и химични показатели и отговарящата им марка стомана съгл. EN 10305-3 и EN 10305-5 за различните условия на доставка са показани в таблица 2.5 за +CR1 и таблица 2.6 за +CR2.

Таблица 2.5. Характеристики за +CR1 условие за доставка съгл. EN 10305-3 и EN 10305-5

STEEL GRADE			MECHANICAL PROPERTIES MINIMUM VALUES			CHEMICAL COMPOSITION % MAX		
	STEEL NUMBER	STRESS Rm N/mm2	A %	C	Si	Mn	P	S
E155	1.0033	290	15	0,11	0,35	0,7	0,025	0,025
E195	1.0034	330	8	0,15	0,35	0,7	0,025	0,025
E235	1.0308	390	7	0,17	0,35	1,2	0,025	0,025
E275	1.0225	440	6	0,21	0,35	1,4	0,025	0,025
E355	1.0580	540	5	0,22	0,55	1,6	0,025	0,025

2.2. Експлоатация на иновативни технологии и технологично оборудване

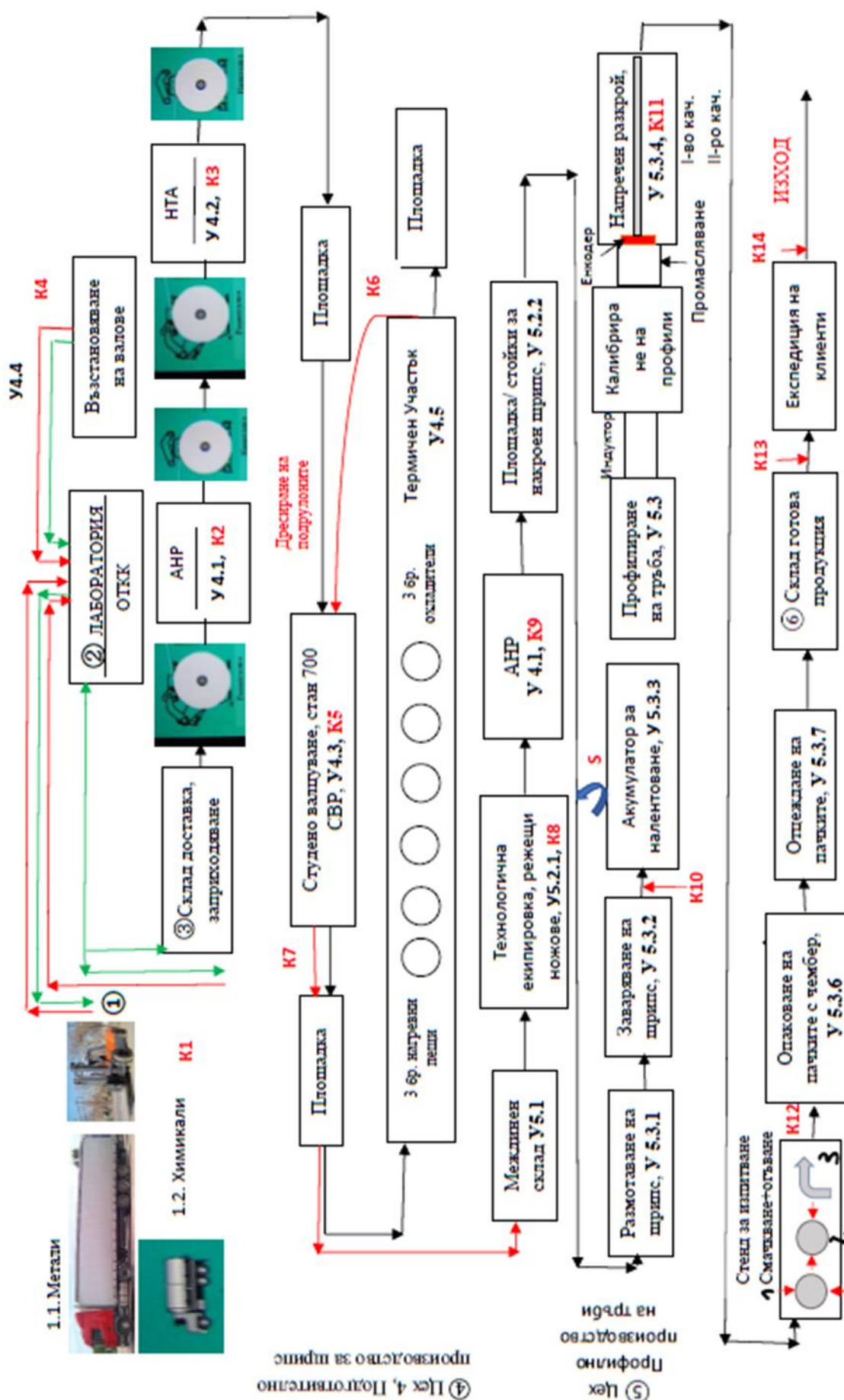
На Фиг. 2.2. е показана схема на внедрени иновативни технологии, осигуряващи иновативното оборудване за производство на тънкостенни електро-заварени затворени профили от СВС, осигуряващи преди всичко собственото производство на тръбна мебел и за външни клиенти. Едновременно с проследяване на управлението, производството, контрола по качеството стъпка по стъпка се внедрява и цифровизацията на „стегнатото производство“.

Таблица 2.6.Характеристики за +CR2 условие за доставка съгл. EN 10305-3 и EN 10305-5

STEEL GRADE		MECHANICAL PROPERTIES MINIUM VALUES			CHEMICAL COMPOSITION % MAX					CORRES. PREVIOUS STANDARDS		
	STEEL NUMBER	STRESS Rm N/mm2	YIELD POINT Re N/mm ²	A %	C	Si	Mn	P	S	UNI 7947	DIN 2394	NFA 49-646
E190	1.0031	270	190	26	0,10	0,35	0,7	0,025	0,025	FE 280		
E220	1.0215	310	220	23	0,14	0,35	0,7	0,025	0,025	FE 320	st 34.2	ES200
E260	1.0220	340	260	21	0,16	0,35	1,2	0,025	0,025			ES250
E320	1.0237	410	320	19	0,20	0,35	1,4	0,025	0,025	FE 360	st 37.2	ES320
E370	1.0261	450	370	15	0,21	0,35	1,6	0,025	0,025	FE 410	st 44.2	ES380
E420	1.0575	490	420	12	0,16	0,35	1,7	0,025	0,025	FE 490	st 52.3	ED420

Освен това предприятието проследява как се развиват производствените дейности, включващи закупуването на суровини, елементна база и части, как се развива пазара на ресурси (АМ,АЛ, оборудване, захранващи/ разтоварващи системи, работна сила (човешкия фактор; съвременните прогресивни технологии), управлението на персонала, технологиите за разработване на продукта и отпадъчните продукти, захранващите системи (електричество, вода, газ, масла и др.), екология и т.н., до получаване на готовата продукция, изнасянето на пазара, как се намества в конкуренцията. Насочва се много интензивно към иновативните методи и средства за технологичната диагностика на цялостното оборудване. Проследяват дистрибуцията на готовата продукция (маркетинг и продажби). Непрекъснато проследяват: производствения процес на произвежданото изделие, колко е общата стойност на закупените суровини, необходимите елементи, консумирани от технологичния процес и оборудването, колко са вложените разходи за получаване на готовото изделие със стойност по-висока от стойността между входа изхода на целия процес. Анализират се подходите по контрол на качеството и управлението на производството на тънкостенни профили от СВС, как се отразяват на използваните методи и средства за технологична диагностика на АМ, АЛ и останалото автоматично технологично оборудване.

На схемата е показан в най-общ вид реализацията както следва: приемане на суровини, заприходяване, преминаване през цех подготвително производство на шрипс, следва травилен процес, валцуване на ниско въглеродна стомана на стан 700, термична обработка и дрсирание. В цех профилно производство се извършва разкрояване на рулони на шрипс според заявката на различни ширини, профилиране на различни профили на автоматични профилиращи линии, нарязване на готовите профили, преминаване през стенд за изпитване (2 вида смачкване + 1 на огъване и конус), опаковане, заприходяване на готовата продукция в склада. През целия производствен процес се извършват 14 броя операционен контрол.



Фиг. 2.2 Схема на иновативни технологии и технологично оборудване

Принципната схема проследява иновативния подход, реализиращ създаденият регламент има за цел да регламентира реда и начина на целият производствен процес както следва:

- 1) Площадка за приемане на метал, химикали и други продукти, необходими за производствения процес.
- 2) Извършва се първият входящ контрол ВК1, съвместно от ОТКК и лабораторията за механични качества/ характеристики на Rm, Re, A₈₀ и химичен състав. ЗПТП разполага с химична и механична лаборатория.

➤ В химичната лаборатория се извършват следните анализи от специалист химик:

*Доставни суровини:

- Свежа солна киселина- да се удостовери концентрацията в %, посочена в сертификата за качество.

Съхранява се в цистерна, от където при необходимост се смесва в специално проектирано съоръжение до достигане на нужната концентрация.

*НТА по предписания на производителя на оборудването:

- На солната киселина:

- Определяне на свободна киселина
- Определяне на желязни йони Fe²⁺
- Свободна киселина

- На промивните води:

- рН
- Електропроводимост

При отработване на разтворите със солна киселина, тя се евакуира в специални съдове, до запълването им и извозване от оторизирана фирма за преработка. Отпадните промивни води също се съхраняват и се извозват.

Системите по евакуиране и доставяне на разтвори са компютаризирани и управлението се извършва чрез пулт за управление от инженер- химика на участъка.

*Стан 700- анализ на емулсията/ охладителната течност

- рН
- Осапонително число
- Свободна киселина
- Определяне на концентрация на тоталното масло

➤ Механичната лаборатория извършва следните анализи посредством лаборанта:

- Контрол на доставен метал, сравняване с серификат за качество на химични елементи: C, Mn, Si, P, S, Al и механични показатели: Rm, Re, A₈₀.

- Контрол на механични показатели: R_m , R_e , A_{80} на студено валцувания метал
- Контрол на механични показатели: R_m , R_e , A_{80} след дрсирание на подрулоните
- Контрол на механични показатели: R_m , R_e , A_{80} след производството им на тръби или профили.
- Измерване на грапавост на студено валцувания метал
- Измерване на твърдост на работни и опорни валове на стан 700
- Измерване на дебелина на студено валцувания метал
- Измерване на диаметрите на работните валове след шлайфане

➤ Служителят от ОТКК извършва следният контрол:

- Измерване на тегло, ширина и дебелина на доставеният метал и сравнява с характеристиките, посочени в сертификата.
- Измерва ширините на подрулоните след първото им разкрояване
- Измерва ширината и дебелината на студено валцуваният шрипс. Окачествява външността и краищата на разкроеният шрипс.
- Измерва диаметъра, дължината, височината на заваръчния шев, радиуса и праволинейността при настройване на производството на тръби и профили.
- Следи температурата на охлаждащата течност и концентрацията ѝ чрез рефрактометър на АТЛ
- Тества тръбите на смачкване в две позиции на тръбата за заваръчен шев и за здравина на метала, на огъване и на раздуване на конус.
- Следи за усенъци в края на тръбата, получени при разкрояване на тръбите по дължина
- Окачествява произведените тръби в I-во качество, II- ро качество и брак.
- Участва в крайният контрол при товарене на готовата продукция

Служителите от химична и механична лаборатория работят в тясна връзка със служителите от отдел ОТКК.

- 3) Входящ склад за доставка, приемане, окачествяване, заприходяване на всички пристигащи продукти.
- 4) Цех подготвително производство на шрипс

Участък (У) 4.1. Агрегат за надлъжно и напречно разкрояване (АНР)- Фиг. 2.3

По предварително направено задание за работа на АНР, изготвено от съответното длъжностно лице, старши оператора с помощта на помощник оператора правят настройка за разкрояване на рулона на АНР.

Рулоните се зареждат на линията посредством кран или мотокар. С помощта на подвижна маса, рулоните се придвижват до барабана на размоталката. При необходимост се отрязва предният край, за да може да се пхне в отвора на намоталката и да се заципи чрез хидравлика. Лентата се прекарва през S- образни ролки и преминава през ножовете. Ножовете са предварително настроени, в зависимост от това на какъв размер е зададено да се разкрои рулона. Подреждат се ножовете като между тях се поставят гуми и дистанционни втулки за раздалчаването им. Те се следят постоянно от оператора дали те не са изхабени и при нужда се изпращат в инструменталния цех за

тяхното заточване на шлайф. АНР има 2 пулта за управление. Първият е този, който служи за прекарването на лентата през ножовете и нареждачите, а вторият е основният, през който се регулира скоростта и натежението на лентата. Скоростта на рязане се регулира от оператора. В началото тръгва на бавна скорост при преминаване на лентата от началото до края- приблизително 10 м/мин. След това поддържа около 50÷60 м/мин. Средно един рулон се разкроява за 30 мин. След ножовете се намира петлеева яма и подвижна маса за по-лесното прекарване на лентата. Петлеевата яма служи за буфер, защото в различните краища на лентата дебелината може да варира и често се случва някои от щрипсовете да е по-опънат, а друг по-отпуснат. Също така това съоръжение предпазва от евентуално скъсване на някоя от подлентите. Максималният брой ленти, които могат да се разкроят едновременно са 11 броя, защото оборудването на АНР разполага с 11 ножа. При необходимост от по-голям брой ленти, се прави настройка на част от лентите и една по-широка, която ще се разкрои втори път. В другият край на линията са подредени само нареждачи и дистанционни втулки и (подредени по същият начин като ножовете), които спомагат за правилното позициониране на лентите. От там те влизат в намоталката, където трябва да се насочи лента по лента. Краищата също се защитават в намоталката посредством хидравлика. При първоначалното разкрояване на ГВР, те се връзват с чембер ленти, надписват се номера на подрулоните и се предават към следващата операция. При разфасоването на СВР, всяка една от получените ленти се връзва по диаметър и напречно с метален чембер и клипси и се закопчават със специална хидравлична машинка.



Фиг. 2.3. Агрегат за надлъжно и напречно рязане АНР/Р

Чрез бутало подрулоните и лентите се избутват на ротационна стойка, от където се свалят с помощта на кран. Върху готовият щрипс се поставя етикет с размера, номера, теглото на рулона, както и смяната от която е изработен и се поставят на специални стойки.

Участък 4.2. Непрекъснат травилен агрегат (НТА)

Общата схема на технологичния процес на НТА е представена на фиг. 2.4. Захранването на размоталката с ГВР/СВР става посредством кран и подвижна количка. Разопаковане и премахване на чемберите [75] .

Съвместното задвижване на размоталката и рулона се осъществява с притискащи ролки. Лентата преминава през правилна машина и скенер за центриране с вградено автоматично устройство (Фирма ФИФЕ), засичащо центъра на лентата, съоръжено със собствени автоматични следящи системи, разполагащи с уреди за отчитане,

разположени на контролното табло. Настройката се извършва в ръчен режим, а в работен режим е автоматично. Същият скенер за центриране е разположен и на изхода на НТА. При „зашиване“ на лентите обработената/теглещата с новата се налага технологичен престой за напречното им изрязване и съединяване чрез натиск. Този престой създава условия да се появяват петна от перитрав (прекалено дълъг престой на лентата в киселината и разяждане на метала) по обработвания ГВР от ваните с киселина.



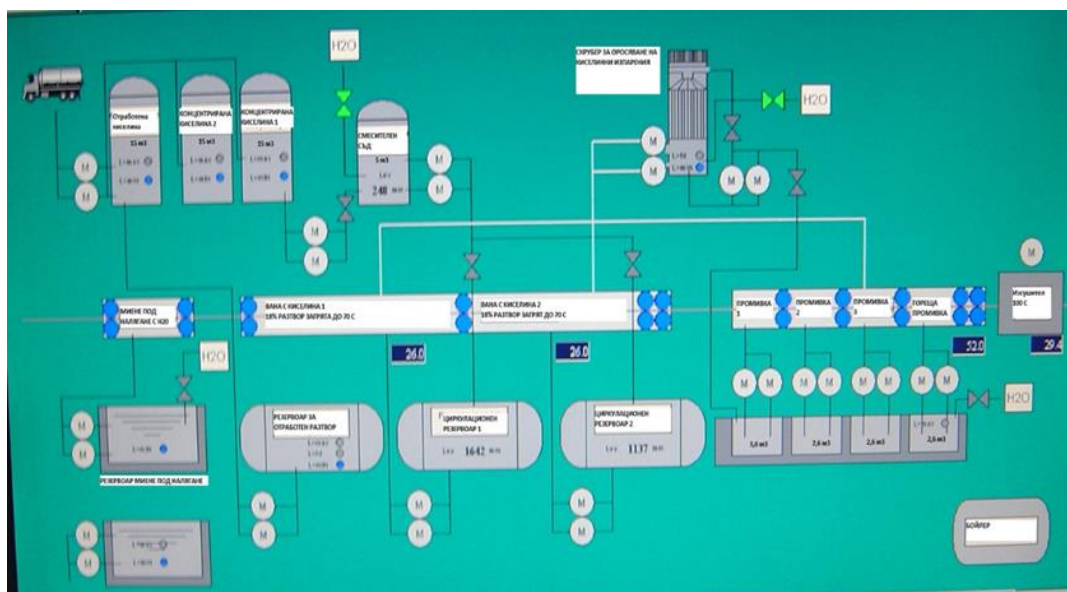
Фиг. 2.4. Схема за движение на лентата чрез теглещи ролки

Така защита лентата преминава през позиция 1, блок за изправяне, премахващ неравностите. В блока са разположени водачи, направляващи линейното движение на лентата. Следват позиции 2, 3- притискащи ролки; позиция междинна- петлеева яма с маса, служеща за акумулатор при наличие на допълнително оборудване (при зашиване на лентите или опаковане на готовият рулон на намоталката да не стои лентата във ваните с киселина); позиция 4- притискащи ролки 4.

На фиг. 2.5. е показана структурната компоновка на НТА. НТА почиства полуфабриката ГВР от завалцуваната окалина (окисен слой), ръжда и други замърсяващи частици. На позиция 1- миене със студена вода под налягане от 3 bar и дебит от 3 m³/час. Почистването на ГВР става посредством използването на солна киселина 18 %-ен разтвор. Като почистването става чрез преминаване последователно през 2 вани със солна киселина: позиция 2- първа вана с концентрация от 18 %-ен разтвор на солна киселина и позиция 3- втора вана с по-ниска концентрация от около 12-14 %-ен разтвор на киселината при температура от 70°C. В края на всяка вана има гумирани ролки, за да изтискват течността останала по металната лента и предотвратяване на пренасяне на киселина към следващите вани. След втората вана с киселина са разположени 2 комплекта изтискващи ролки. Разтворът от двете вани с киселина циркулира чрез дюзи върху металната лента, докато разтворът не се изтощи и се смени със свеж разтвор. Позиции 4, 5, 6 са промивни вани 1, 2 и 3 със студена вода. Позиция 7 е гореща промивна вана с температура до 70 °C. РН трябва да бъде неутрално и за тази цел се препоръчва поставянето на добавка- инхибитор, която поддържа нивото на рН в неутрални граници и има определени антикорозионни ефекти. На изхода има 2 комплекта изтискващи

ролки. Позиция 8 е последният етап на преминаване на лентата през сушене, достигаща 100 °C.

След излизане на лентата от непрекъснатият технологичен процес следва Позиция- скенер за центроване, Позиция 5- притискащи ролки 5, междинна позиция-петлеева яма, акумулатор, позиция 6- притискащи ролки 6. Позиция 7- хидравлична ножица за отрязване на шева между обработваната лента и теглещата лента; Позиция 8- Блок натяжение, опъва лентата и регулира намотаването на подрулона. Позиция 9- промасляване на лентата на подрулона посредством пулверизатор. Позиция 10- намотаване на подрулона.



Фиг. 2.5. Структурна компоновка на НТА

Участък 4.3. Студено валцуване на едноклетков реверсивен стан 700 СВ [76]

Компонентите в тази спецификация се състоят от механични, хидравлични, пневматични и електрически съоръжения за 4 ролков високо реверсивен стан- Студено валцуваща линия за ниско въглеродни стоманени щрипси с ширина на валовете 700 mm, фиг. 2.6, диаметър на работен вал 210 mm и диаметър на опорен вал 580 mm. Максималната работна непрекъсната скорост на линията е $800 \text{ m/min} = 13,3 \text{ m/sec}$ и минимална валцувана дебелина 0,3 mm. Системата позволява да се преработват 3 различни марки стомана: DD11, DD12, DD13 (с различни химични показатели). Позволените дебелини на входа са 3,5 mm; 3,0 mm; 2,7 mm и 2,5 mm.

Параметрите, които се следят са изтегляне, деформация, скорост, дебелини, напрежение към DC моторите, разделителна сила, консумация на емулсия и др. Краткотрайни отклонения в дебелината се компенсират чрез опъване, дългосрочни отклонения чрез промяна на скоростта. Консумацията на емулсия осигурява охлаждането на работните валове, опорните валове и самата ламарина, достигащи доста високи температури. Чрез процеса валцуване се разрушава структурата и кристалната решетка на метала в следствие, на което се повишават механичните показатели. Тази промяна в структурата и кристалната решетка на метала налага използването на

технологичния процес- термообработка. Избират се режими на работа, осигуряващи достигането на оптималните първоначални механични показатели на метала.



Фиг. 2.6. Едноклетков реверсивен стан за студено валцуване INCO

Използваните за задвижване DC мотори осигуряват прецизно контролирана широка скорост, постоянна мощност на въртящият момент при настройващата система, постоянна скорост чрез контрола на волтажа на DC моторите (I.E.C. стандарт).

Стан 700 използва следните системи:

- Система за непрекъснат контрол на дебелината (X лъчи)- мах. Дебелина 4,5 mm
- Система за непрекъснат контрол на пукнатини по валовете (AGC)
- Система за автоматичен контрол на плоскостта- (AFC функция), пневматична система- помощна, необходима за правилната работа на линията- Р въздух
- Охлаждаща и омаслителна система- състои се от основен резервоар от 15000 l с автоматична водна охлаждателна система
- Система за прецизен контрол на AGC: при 2 mm дебелина ± 10 микрона при 1 mm дебелина ± 6 микрона
- Система USC, контролираща 3 стъпковите спрей вентили (за AGC функция).

Факторите, които влияят на добрата работа на валцовият стан са добре почистена лента от травилния агрегат, добрата концентрация на емулсията, осигуряваща правилно охлаждане и смазване на метала и опорни и работни валове; качествени опорни и работни валове; оптимална програма за валцуване и съобразена скорост в зависимост от метала.

Участък 4.4. Възстановяване на работни валове

При студено валцуване на ниско въглеродни стомани най-големи са разходите, влагани за поддържане на работните валове на едноклетков реверсивен стан 700 СВ. Разработена е методика непрекъснато следяща режима на работа, особено скоростта на валцуване, време на работа, преработения тонаж метал и как се изменя консумацията на емулсията, осигуряваща охлаждането на валовете. Много обстойно се следи какво е

качеството на валцувания материал. След изработване на допустимите преработен метал и работни часове, работните валове се демонтират, подробно се оглеждат за наранявания и дефекти; измерват се всички размери на диаметрите по сечение; как се е променила цилиндричността, дълбочината на прорезите, ако има; грапавостта и др. параметри. Всички получени данни се анализират и ако е наложително първо се струговат, а след това се шлайфат. За шлифование се избират абразивни брусове, осигуряващи качествена обработка. Наново се измерват всички размери, грапавостта, които се цифровизират в участъка, а от там в сървър на базата данни [77-80].

Участък 4.5. Термичен участък [81]

Специалното оборудване, осигуряващо възстановяване на нарушената структура и кристална решетка на СВР са пещите за термоотгряване, фиг. 2.7. След валцуване механичните показатели се променят изцяло, като якостта на опън, R_m става много висока, горната граница на провлачване, R_e става равна с R_m , а удължението клони към минимум. Металът от пластичен и лесно обработваем става крехък и невъзможен за формообразуване на тръби и профили. В зависимост от степента на: деформация, химичен състав и начални механични показатели на ГВР се определят режимите на термообработка. Необходим е опитен технолог, който на база показателите на рулона и поръчката за тръби изготвя режима.



Фиг. 2.7. Термичен участък

Термичният участък се състои от 6 бази:

- 6 броя муфели
- 3 отгряващи камбанни пещи
- 3 бързо охлаждащи кули

В зависимост от ширината на рулоните те се посаждат от 5 до 7 броя един върху друг, като максималната височина на кулата трябва да е под 3100 mm. След всеки рулон

се поставя циркуляционен ринг като кулата завършва с рулон. Функцията на този ринг е да се осигури преминаване на топлина навсякъде между рулоните, за да се отгреят равномерно във всички страни. След нареждането на всички рулони върху тях се поставя така нареченият муфел, под който се осигурява атмосфера без кислород в присъствие на защитна газ в съотношение 96%/ 4%- азот (N_2)/ водород (H_2). Муфелът защитава рулоните и от проникване на вода по време на охлаждането, като водата циркулира върху него. Потреблението на защитна газ е азот (N_2)- 25 Nm³/h и водород (H_2)- 1Nm³/h.

Преди запалването на нагревният калпак се прави продувка от 1 час, който е достатъчен за изгонване на кислорода и наличието само на защитна газ, която предпазва метала от окисление. През това време се проверяват системите за управление и се измерва налягането чрез манометър/ U коляно. Автоматичното изпълнение на технологичния процес започва чрез въвеждане на предписаните режими за работа, на който ще се отгрява метала и кой е оператора. Чрез диаграма се следи непрекъснато, включването и изключването на горелките и помпите чрез цифровизация/ компютърно. В някои екстремни моменти се налага намесата на оператора с ръчно пускане и спиране на някои от системите. След приключване на нагряването, рулоните са с температура от около 500 °C. След приключване на процеса по нагряване се отстранява нагревният калпак и се поставя охладителната кула до завършване на технологичния процес. Охлаждането се извършва първо чрез циркулация на въздух, и след достигане на 300°C се включва автоматично вода. Като потреблението е 30 m³/h за 1 пещ.

При разопаковане на рулоните те са с температура от 80÷110 °C. След това те се слагат на стойки, в същото легнало положение, каквото е било по време на отгряването. Там стоят докато достигнат ~40°C (да могат да се пипнат с ръка). След това се поставят на кантовател- устройство, което обръща рулоните от легнало в право положение и обратното (процес, извършван преди термичното отгряване). Рулоните, кулите за нагряване и охлаждане, циркуляционните рингове се манипулират посредством кран 20 т.

Зареждането/ разопаковането на рулоните в/от пещите се извършва от операторите посредством кран. Цикълът на работа на един отгрев е около 48ч. След приключването му се прави почистване на тръбите, през които преминава газа, както и изтеклите масла под рулоните.

След термообработката се подготвят по три проби от всеки СВР начало, среда и край и се правят лабораторни изследвания на механичните показатели на метала- Rm, Re, A₈₀. Още в самото начало на обработка на СВР се придружава от контролна карта, в която се вписват последователно технологичният регламент, № на поръчката, № на СВР, основните и спомагателни процеси и операции, режимите на работа, т.е. сертификатът му.

Следва повторното студено валцуване на рулона с минимална деформация- така наречения процес „Дресиране“, който осигурява още по-добро загладяване на повърхнината му.

5) Цех профилно производство за тръби

От цех подготвително производство за щрипс студено валцуваните подрулони (СВР) се предоставят в цех профилно производство на тръби.

Междинен склад 5.1. Площадката е съоръжена със специални стойки, на които се поставят рулоните. Те се заприходяват със следните придружаващи документи: технологична карта, задание за рязане на СВР с посочен № на поръчката, техническите условия, на които трябва да отговаря нарязаната лента- шрипс, дебелини, тегло на шрипсовете, както за качество и други придружаващи документи, схеми за разкрояване по ширини.

Площадка към У.5.2. Настройки 5.2.1. Технологичната екипировка на АНР се намира в непосредствена близост до линията, като тя включва дискови ножове, дистанционни втулки и гуми, както и необходимата измервателна екипировка. На фиг. 2.7. е представен списък с наличната екипировка за разфасоване на ГВР и СВР и техните диаметри. При изхабяването им те се заточват в Участък 4.4 на шлайф машина. Настройката на АНР се извършва от старши и помощник оператора, а опаковчикът подготвя чембер ленти за опаковането на шрипса. По време на пренастройката, която е в порядъка на 30÷50 мин., в зависимост от броя ленти, които ще се разфасоват, машината не работи. Това са така наречените циклови загуби на време- $t_{из.ц.з} - s, min, h$, влияещи пряко върху производителността на завода, отразяващо се на икономическата ефективност.

Таблица 2.7. Опис на налични ножове на АНР

комплект	брой ножове	брой гуми	размер	Забележка
1) с жълти гуми	38	47	318.85	в употреба, за СВ
2) с червени гуми	32	22	317,5	в употреба, за СВ
3)за ГВ	31+1 счупен	21	313,23	в употреба, за ГВ
4) жълти-турски	63	17		ДЕФЕКТИРАЛИ, отчупване на парчета

Участък разкрояване на СВР в шрипс 5.2. – АНР

СВР подлежи на разфасоване със строго оразмерени ширини на шрипсовете, съобразени с технологичната екипировка на тръбните линии в зависимост от размера и дебелината на профила, технологично реализирано от АНР- в У. 4.1. Технологичният процес по разкрояване става на същият принцип като при ГВР и закупените СВР. Извършената работа се описва в производствен лист с номера, размерите и количеството на входният материал; конфигурацията на полученият продукт- шрипс, с получените количества и отпадък и дали отговарят на качеството.

Много важно е предписаният режим на работа така да бъде съобразен, че след направено задание за разкрой, да останат 10 mm- по 5 от всяка страна за технологичен отпадък. Затова сборът на ширините на лентите трябва да бъде с 10 mm по-малък от цялата ширина на подрулона. Още при разкрояване на ГВР се планира какви да бъдат ширините на подрулони, за да отговарят на технологичната екипировка на последващите технологични процеси, но и след това да се разфасоват на строго определени ширини с планиран отпадък. При разкрояването на СВР е много важно дисковите ножове да са в

изправност и добре заточени, за да не се допускат мустаци, които възпрепятстват формообразуването на тръбата и нейното последващо електро-заваряване. Разкроените щрипсове се установяват на стойки в площадка, У 5.5.2.

Участък тръбни линии 5.3 За производството на електро-заварени шевни тръби, завода разполага с 4 автоматични тръбни линии (АТЛ). Всяка една от тях има своите специфики и произвежда различни профили и тръби. Те са: Смако (Китай), Елмаксан (Турция) [82], Олимпия80 (Италия) [83], и Даниели (Италия) [84]. Последната е значително по-прецизна, по-бърза и по-модернизирана от предшестващите. Но тя е единствено доставена и сглобена и предстои внедряване в производствения процес. Има възможност за производство на тръби с малки дебелини $t=0,5\text{ mm}$ и минимален диаметър от $\phi 10\text{ mm}$. Производителността ѝ е в пъти по-голяма от останалите и е от порядъка на 120 m/min . Елмаксан и Смако са със средна скорост от $60\div 80\text{ m/min}$. При Смако, Елмаксан и Олимпия 80 при наличие на дефекти по тръбите, се отделят ръчно от оператора, докато при Даниели е монтиран дефектоскоп. Отделянето по качество или неизползваемо се осъществява автоматично.

В таблица 2.8 са посочени размерите на най-често произвежданите тръби и профили, дебелините (t) на тръбите и профилите, възможният обем/ тегло щрипс (T), побиращ се при налентоването му в акумулатора на АТЛ.

Таблица 2.8 Най-често произвежданите тръби и профили

№ по ред		кръгли	квадратни	правоъгълни	Плоско-овални	дебелина	Акумулатор
		mm	mm	mm	mm	t	T
1	СМАКО	Ф38, Ф40, Ф44	25x25 30x30	20x10 35x20 40x20 50x20 50x25	40x20 60x20	от 0,7 до 2,0	1,00
2	Елмаксан	Ф18, Ф19, Ф28, Ф30, Ф38, Ф60	20x20 30x30	20x10 40x20 30x40 60x20 70x25	33x16	от 0,8 до 2,0	2,00
3	Олимпия 80	Ф38, Ф40, Ф44,5, Ф97	50x50 80x80	50x20 60x20 140x21		От 1,0 до 4,0	3,00
4	Даниели	от Ф10 до Ф44	от 14X14 до 35x35	от 10x20 до 20x50		от 0,5 до 2,5	2,00

Внедрени са иновативни пренастройваеми автоматични тръбни линии, осигуряващи оптимална производителност, висока ефективност и качество на произвежданата продукция в ЗПТП, произведени от известни фирми на индустриално

развити страни. Техническата реализация застъпва двете характеристики: 1. Структурно построяване, определящо количеството елементи в линиите и 2. Взаимовръзката между функционалните елементи, оформящи конструктивните компоновки на линиите-тяхното пространствено разположение, осигуряващо високи ефективности и качество на произвежданата продукция.

Готовите разкроени подрулони в шрипсове се установяват на стойките, непосредствено до АТЛ. Взима се лента по лента и се установява на хаспела (размоталката), У 5.3.1. и се подава към хоризонтално разположен акумулатор, посредством телферен кран. Ротационният пневматичен хаспел има позиция за поставяне на ленти/ 2 успоредни колела. След поставянето на лентите на хаспела, който се задейства ръчно с пневматика, за да се позиционира неподвижно към подвижния хаспел. След това се освобождава опаковъчната лента (чембер), пристягаща шрипса и лентата се подава към акумулатора, У 5.3.3. Подаването на метала е ръчно за всички линии. След налентоване в акумулатора се подава втората лента от хаспела, която се съединява посредством телоподаващ заваръчен апарат, У 5.3.2 (мястото на заваряне се нарича челна заварка, а тръбата в която се намира се отделя за 2-ро качество). Заваръчният шев се шлайфа с ръчен шлайф до достигане на дебелината на лентата. Спирачката, намираща се в хаспела служи за обтягане на лентата в акумулатора и е постоянно включена. (За да се контролира скоростта на лентата в акумулатора се използва спирачката, която е приспособена към хаспела. Спирачката е включена постоянно и се служи за обтягане на лентата, когато се спира за шлайфане на заварката.) Скоростта на акумулатора се регулира посредством потенциометър, определяш скоростта му ръчно- за линии Смако и Елмаксан. При АТЛ Даниели скоростта се регулира автоматично- скоростта намаля непосредствено преди свършване на лентата и спира като свърши. При АТЛ Олимпия скоростта се контролира комбинирано- ръчно и автоматично. Тази операция по налентоване се повтаря до приключване на целия обем метал от произвеждания размер. При изготвянето на задание за работа се комбинират еднакви тръби с различни дебелини или с еднаква ширина на разгъвката на тръбата или профили, за да се спести време от пренастройка или да се сведе до половина.

Заваръчните устройства за тръбите са различни за 4 –те АЛ. Заварката на Смако и Елмаксан е телоподаващо с ЦО, Олимпия е с полуавтоматично телоподаващо-аргонова заварка, а при Даниели- заварянето е автоматично с аргон.

След налентование на шрипса в акумулатора, лентата се подава ръчно към S-образната станция, която е разположена в края на акумулатора и непосредствено в началото на 1-вата изправяща секция. След преминаването през тази секция лентата преминава през редуващи се формовачи секции (формоваща секция), Профилиране на тръбата, която започва да се формира и сгъва лентата.

П-пасивна секция

А-Активна секция

TG- Шевонаправляваща ролка

A,П,А,П,А,П,А,П,П,П,А,П,А,П,А,ТG→Заваръчна станция (3 броя ролки)

Между ТГ и заваръчната станция стои индуктор (меден), който е закрепен за човката на ТВЧ (апарат за заваряване).

В тръбата и непосредствено под тръбата е закрепен неподвижно с краче, така нареченият ферит, който се охлажда от емулсията против прегаряне. Той концентрира

енергията на индуктора (индукция), за да стопи само и единствено двата края на лентата. След преминаването на стопените краища през заваръчните ролки се получава здрав заваръчен шев.

Заваръчният шев има провар от вътрешната и от външната страна на тръбата на мястото на заварката. Външният провар се обира с пластини от рапидна стомана с определен радиус- R (закръглението на пластината). R -а на пластината се определя от диаметъра на тръбата.

Напр. тръба $\Phi 45$ - $R45$.

При липса на същият размер пластина като диаметъра на тръбата може да се използва размер на пластина с възможно най-близкият по-малък наличен.

Напр. тръба $\Phi 45$ - $R40$.

След обирането на външният провар, отделеният метал се получава във вид на стружка, която се навива на намоталка и се изхвърля в контейнер за отпадъци.

Позиционирани са 2 ножа на разстояние един от друг на 20 см, на които са закрепени пластините. Една пластина може да издържи преминаването на около 50 т. метал.

След преминаването на тръбата през охладителя, тръбата влиза в 1-ва П (пасивна) калибровъчна секция, която се използва и за позициониране на заваръчният шев. Това е много важно при профилните тръби, защото всеки клиент има свое изискване къде да бъде позициониран.

След преминаването на всички 12 секции- 6А и 6П последователно, като се започне с пасивна и се завърши с активна и ги редуваме. След 12-тата секция тръбата излиза на размер, калибрирана и влиза в турските глави. В зависимост от това дали тръбата ще е кръгла, квадратна, правоъгълна, овална или плоскооовална са подредени различни видове глави за съответните размери. Праволинейността на тръбата се контролира също чрез турските глави.

След турските глави се намира ФРП-то, което мери дължината на тръбата. То подава сигнал на отрезната машина, която е след него каква дължина да отреже, У 5.3.4. Дължината се задава предварително от оператора в автоматичната система.

Причини, които могат да доведат до изкривяване на тръбата:

- При изместване на позицията на заваръчния шев
- При прегряване на емулсията (затова тя се следи на всеки 2 часа от контролър ОТК и се описва в дневник)

След отрязването на тръбата на желаният размер, тръбата преминава през ролганг като тръбата може да падне от ляво или от дясно на линията. Тръбите се подреждат в пачки с определен брой тръби, в зависимост от размера на тръбата и изискванията на клиента, У 5.3.6. Тръбите се пристягат (връзват) с чембери (метална лента с ширина 3 mm). Броят им е от 4 до 6 броя в зависимост от дължината на тръбата или изискването на клиента. При пачките с кръгли (малки), елипсовидни полу-овални и плоско-овални тръби се добавят дървени трупчета, които служат за предотвратяване на смачкването на тръбите. Тръбите в пачката се редят в квадрат. Големите кръгли тръби се редят на шестостен. Квадратните и правоъгълните профили се редят на правоъгълни или квадратни пачки. След връзването всяка пачка се поставя на стойки, У 5.3.7 наречени цедилки, за да се изтече останалата емулсия от тръбите и след това се подреждат в склада за готова продукция

Скоростта на производство е различна, при различни видове тръби. По-дебелите тръби се произвеждат по бавно в сравнение с по-тънките. При тях е необходима по-бавна скорост, за да може да се завари качествено тръбата. При тръба с размери $\phi 40 \times 1,0$ mm, скоростта е около 60 m/min.

След отцеждането на произведените окачествени пачки тръби се подреждат и съхраняват в склада за готова профукция.

Промасляваща станция на тръбни линии

Промасляващата станция се намира след формиращите ролки преди да бъде отрязана тръбата. Промасляването се извършва с цел по-дълго съхранение на готовата продукция от тръби – около 6 месеца. Маслото, което се използва е специално пригодно да отблъсква останалата вода в емулсията и да предпази тръбата от корозия.

- 6) Склад готова продукция
- 7) Експедиция на тръбите до клиента

Контролът по измерване на дължината, дебелината, диаметъра, тестването на смачкване, огъване и измерването на температура на емулсията на тръбните линии се извършва от контролиращият качеството орган- ОТК, който вписва в дневници измерените резултати, а от механична лаборатория извършва тестването на якост на опън (трябва да отговаря на стандарта за съответната твърдост, желана от клиента. Резултатите се описват в дневник.

При експедиция на готовата продукция отговорник ОТК, заедно с експедитора на готова продукция следят за правилното подреждане на пачки в камиона и се изготвят документи за експедиция- експедиционна бележка, опаковъчен лист, фактура и сертификат за качество с количеството продукция и неговите химични и механични показатели.

Конструктор и производство на инструмент за производство на тръби- ролки и челюсти

За да се произведе определен размер тръби първо се проверява дали има необходимият инструмент (ролки и челюсти), за да се произведе, а също така и да се изчисли разгъвката (ширината) на лентата (щрипса), за да се получи тръбата или профила в точният размер с допустими допуски. Изчисляването на разгъвката и проектирането на чертежите на ролките се извършва от компетентен технически конструктор. Първоначално без значение дали се произвежда тръба или профил на тръбната линия след калибриращите ролки винаги се оформя кръгла тръба ϕ , а във формиращите ролки се оформя желаната форма. Например от лента с разгъвка 118 mm, може да се произведе тръба $\phi 38$ mm и профил 40×20 mm. След като организатора производство знае как се получават тръбите може така да се съчетае производството на тръбите, че да е с минимални пренастройки. Например за пренастройка на тръбна линия от размер 20×20 mm в размер 40×20 mm трябва да се направи пълна пренастройка, смяна на всички калибриращи и формиращи ролки, която отнема приблизително 2-3 часа с настройката на всички параметри- диаметър, заварка, дължина на профила или тръбата. А при пренастройка от размер $\phi 38$ mm на 40×20 mm, пренастройката е само във формиращите

ролки, като времето за пренастройка намалява на половина –около 1ч. Чрез подреждането на еднакви рагъвки тръби се намаля и времето за пренастройка на АНР.

Ролките за тръбните линии за производство на тръби се произвеждат и препрофилират в завода на ЦПУ. Закупуват се заготовки от метала с определена твърдост.

2.3.Подход за технологична реализация

Предложеният подход за технологична реализация обхваща всички стъпки на производствените основни и спомагателни процеси и операции за производство на тънкостенни профилни тръби от стомана. Те определят: реда, изискванията, взаимоотношенията, задълженията и отговорностите за управление на контрола на качеството на произвежданата продукция.

Стъпките се провеждат в следната последователност:

Стъпка 1: Заявка от клиент до ЗПТП. Поръчката се описва подробно във формуляр.

- 1.1.Изтегляне и попълване на формуляр/ поръчката на ЗПТП;
- 1.2.Клиент/ Фирма, директор, техн. Директор, конструктор, икономически директор, гл. счетоводител;
- 1.3.Входен материал, марка стомана, стандарт;
- 1.4.Профил, размери, тегло, механични показатели (R_m , R_e , A_{80}), химичен състав и др.
- 1.5.Стандарт за изпълнение, желани количества и качества и др;
- 1.6.Логистика- в каква опаковка желаят да се транспортира готовия продукт, какъв транспорт ще се ползва и др.;
- 1.7.Време за изработка, цена на продукта, транспорта и др.;
- 1.8.Дата на предаване, подписи, чрез дистрибутор или без дистрибутор

Стъпка 2: Заявка на ЗПТП за доставка на ГВР и СВР от доставчика;

- 2.1. Изтегляне и попълване на формуляри от производители или на ЗПТП, без дистрибутор
- 2.2. Материал по стандарт на ГВР и придружаващи документи:
 - 2.2.1. Сертификат за качество
 - 2.2.2. Товарителница, фактура
 - 2.2.3. За всеки рулон контролни размери, тегло (бруто/ нето) с механични показатели и химичен състав; по етикет;
 - 2.2.4. № на рулона; № на плавката, марка стомана, размери, тегло
 - 2.2.5. Логистика- опаковка и опаковъчни консумативи, транспорт;
 - 2.2.6. Количество, срок на доставка, кога пристига;
 - 2.2.7. Специфични изисквания
 - 2.2.8. Начини на плащане и др.;
 - 2.2.9. Дата, подпис и печат;
 - 2.2.10. Отговор от фирмите производители под входящ номер;
 - 2.2.11. Сключване на договор под №

Стъпка 3. Приемане на входящ продукт от фирмата производител/доставчик;

- 3.1. Съобщение от производителя, поръчка № е готова. Пристига на дата.
- 3.2. Приемане на ГВР и СВР, с придружаващи документи. Съставяне на „Дневник на заприходените рулони“
- 3.3. Сертификат за качество
 - 3.3.1. Товарителница
 - 3.3.2. За всеки получен ГВР на завода се правят следните контролни замервания:
 1. Тегло- бруто, нето;
 2. Размери- външен, вътрешен диаметър, дебелина и ширина;
 3. Механични показатели- R_m , R_e , A_{80}
 4. Химичен състав
- 3.4. При възникнали несъответствия между данните от сертификата и направените контролни измервания и останалите придружаващи документи се съставя констативен протокол от анализите. Служителите от ОТКК и Лаборатория подготвят рекламационен протокол към доставчика, съгласно условията на сключения договор.
- 3.5. Разпределението и заприходяването на метала от входящият склад към цеховете и участъците на завода се осъществява на основание производственото задание за работа, подготвено от мениджъра на производството и технолога.
- 3.6. Предаване на метала от склада към съответния участък с предавателно-приемателен документ за количество, вид и придружаващите го сертификат за качество, протоколи и анализи;
- 3.7. За организиране и прилагане на изискванията от стъпка 3 от настоящата технологична реализация отговаря Началника на склада за входящата и готовата продукция.

5) Цех подготвително производство за щрипс.

Стъпка 4. Агрегат за надлъжно и напречно рязане (АНР)

- 4.1. Полуфабрикат ГВР влиза в звено ППЩ: Участък 4.1. с нареждане, придружено с необходимите документи, предавателно- приемателен протокол.
- 4.2. Разопаковане, премахване на чембера
- 4.3. Рязането на ГВР се осъществява на база поръчка №, ТК1 (Технологична карта за заприходяване на ГВР), КК (Контролна карта от лабораторни изпитвания + ОТКК) входяща и изходяща, ТК2 (с посочени технически условия в поръчката + технолога, режимите за работа, времето за работа (настройки, поднастройки, работа, извънциклови престои/ загуби), чертеж/скица с размери за рязане, тегло и др.;
- 4.4. Лабораторен контрол + ОТКК, записан в КК вход-изход, годно 1-ви сорт, отклонение от направление, технологични обреси, брак;
- 4.5. Ако имам установени дефекти по ГВР се отбелязват в картоната
- 4.6. Отговорността за провежданата ТР (технологична реализация) носи Старши оператора на АНР.
- 4.7. Контрола и спазването на ТР се осъществява от началника на участъка и началника на цеха.

Стъпка 5. Непрекъснат травилен агрегат (НТА)

5.1. ГВПР (горещо валцуваните подрулони) постъпват с нареждане в участък 4.2 за преработка в непрекъснат травилен (байцващ) процес в НТА, придружен с предавателно-приемателен протокол и необходимите документи;

5.2. Зареждане с рулони

5.3. Обработката на подрулоните в НТА се осъществява на база на Поръчка № с предписани в ТКЗ (с предписани химични рецепти, режими на работа, посочени технологични условия на работа, на които трябва да отговаря травленето на подрулоните, извършване на настройки и поднастройки)

Технологичните режими на работа се изготвят от технолога 2.9. Концентрацията на разтвора, скоростта на движение на подрулона, дали е необходимо повторно почистване на окалината, време за настройка, поднастройка, работа, извън циклови загуби на време, пускане на НТА и следене на непрекъснатия травилен процес. С цифров електронен мониторинг на температурата на разтвора от киселината, каква е нейната концентрация на 1-ва вана, на 2-ра вана, скорост на движение на подрулона, времето, сравняване на режима на работа с предписания от технолога режим и др.;

5.4. Оценяване на качеството на почистване

Органолептична оценка на повърхността, сравняване визуално с цялостната обработена повърхност. Дефектите, установени по лентата на подрулона се описват с код в КК. При необходимост травилният процес се повтаря.

Вземане на проба от травления материал за щанцоване на пробно тяло за анализ на механични и химични показатели за изготвяне на сертификат за качество.

5.5. Протравленият подрулон подлежи на лабораторни изследвания, проверяване на качеството и количеството от ОТКК. Попълване на съпроводителен КК от лаборанта и контролора от ОТКК. Теглото на протравления подрулон се отчита и записва в КК на технологичния кантар на входа от стан 700 СВ.

5.6. След постигане на получените резултати от лабораторните изследвания и изпълнените качествени параметри на подрулона се връзват с чембер.

5.7. Залагане на следващ подрулон.

5.8. Отговорността за спазване на ТР се носи от старши травилчика (байцъора) и технолога предписал техническите условия.

5.9. Контрола по спазване на ТР носят управителя и началникът на Участък 4.2.

Стъпка 6. Студено валцуване на едноклетков реверсивен стан 700

6.1. Подрулоните (ПР) за преработка в едноклетков реверсивен стан 700 постъпват в Участък 4.3 с нареждане, придружено от предавателно-приемателен протокол, КК на НТА по качество и количество, с установено тегло на технологичния кантар пред входа на стан 700 СВ и необходимите още придружителни документи

6.2. Зареждане с подрулони стан 700 и премахване на опаковъчния чембер

6.3. Валцуването на ПР в стан 700 СВ се осъществява на база ТК4 на Задание за студено вълцуване, съставено от технолога с необходимите техническия условия, на които трябва да отговаря щрипса по поръчка №, предписаните скорости на студено валцуване, охлаждащата емулсия, оптимална температура, натиск и натежение. Избира се режим на работа, съгласно клиентската поръчка и параметрите се вкарват в компютъра за управление на технологичния процес.

6.4. Мониторинг на постигнатата дебелина и грапавост

6.4.1: Измерване на стойностите на Т и Ra

6.4.2: Сравняване с БДС и EN, Табл. 2.9

6.4.3: При несъответствие ПР се връща за преработка, а при съответствие се предават за следващата операция

6.5. За провалцуваните подрулони се прави мониторинг по качество и количество. За всеки провалцуван подрулон се попълва съпроводителна ТК5, издаден от лабораторията по сертификат и контролора от ОТКК. Отчита се теглото на провалцувания ПР от технологичния кантар на стан 700 СВ.

Дефектите, установени по ПР се посочват с код в ТК5.

6.6. Отговорността за спазване на технологичната реализация носи старши валцъора и технолога, предписал техническите условия.

6.7. Контрола по спазване на ТР носят управителя, началник цеха и технолога.

Таблица 2.9. Толеранс на дебелината, mm по стандарт БДС EN 10140.

Границите на дебелината са нормални (А), фини (В) или прецизни (С).

Dimensions in millimetres

Nominal thickness		Tolerances on thickness for nominal widths					
		< 125			≥ 125 and < 600 ^a		
>	≤	A	B	C	A	B	C
	0,10	± 0,008	± 0,006	± 0,004	± 0,010	± 0,008	± 0,005
0,10	0,15	± 0,010	± 0,008	± 0,005	± 0,015	± 0,012	± 0,010
0,15	0,25	± 0,015	± 0,012	± 0,008	± 0,020	± 0,015	± 0,010
0,25	0,40	± 0,020	± 0,015	± 0,010	± 0,025	± 0,020	± 0,012
0,40	0,60	± 0,025	± 0,020	± 0,012	± 0,030	± 0,025	± 0,015
0,60	1,00	± 0,030	± 0,025	± 0,015	± 0,035	± 0,030	± 0,020
1,00	1,50	± 0,035	± 0,030	± 0,020	± 0,040	± 0,035	± 0,025
1,50	2,50	± 0,045	± 0,035	± 0,025	± 0,050	± 0,040	± 0,030
2,50	4,00	± 0,050	± 0,040	± 0,030	± 0,060	± 0,050	± 0,035
4,00	6,00	± 0,060	± 0,050	± 0,035	± 0,070	± 0,055	± 0,040
6,00	8,00	± 0,075	± 0,060	± 0,040	± 0,085	± 0,065	± 0,045
8,00	10,00	± 0,090	± 0,070	± 0,045	± 0,100	± 0,075	± 0,050

^a Can be extended to 650 mm: see 6.2.4.

Стъпка 7. Термично отгряване (ТО)

7.1. ПР за термично отгряване постъпват в Участък 4.5, с нареждане придружено от предавателно-приемателен протокол, КК от лабораторията и ОТКК по сертификат, качество и количество, с установено тегло, ТК6 за технологичните условия на работа и останала документация.

7.2. Отгряването на ПР се осъществява в защитна атмосфера. Осъществява се на база ТК 7 на задание за отгряване, съставено от технолога с необходимите технически условия, на които трябва да отговаря шрипса по Поръчка № на клиента.

Посаждането на СВПР се извършва чрез вертикално установяване върху основата от стенда за термоотгряване. Редуват се подрулон с въздушен разделител до достигане на оптималната височина, като кулата завършва с рулон. Захлупват се отгоре с муфел, който осигурява херметичност, чрез продувка от защитна газ. Спуска за нагревния калпак и стартира процеса по обезвъздушаване.

7.3. Избор на температурен режим, осигуряващ термообработката на рулона:

1. Химичен състав
2. Приложена деформация при валцуване
3. Температура
4. Време за реализиране на термичната обработка
5. Време за охлаждане

Технолога предписва технологичния режим, съобразен с описаните параметри. След приключване на процеса по нагряване, нагревния калпак се заменя с охладителна кула до приключване на целият процес. Кулата и муфелът се демонтират и рулоните се разопаковат и остават да се охладят напълно.

7.4. Измерване на механични показатели

Чрез предварително поставени проби, симулиращи начало, средата и края на рулона се правят лабораторни измервания на механичните показатели R_m , R_e , A_{80} , чрез епруветки, попълват се КК за качество и се съставя протокол с получените резултати от измерването.

Дефектите при отгретите СВПР се отразяват в контролните карти, означени с код.

7.5. Отговорностите за спазване на технологичната реализация се носят от старши термиста, от лаборанта, началник цеха и технолозите.

7.6. Контрола по спазване на ТР носят управителя, началник цеха и технолога.

Стъпка 8. Стан 700- „Дресиране“ на отгретите подрулоните

8.1. Подрулоните (ПР) за преработка в едноклетков реверсивен стан 700 постъпват в Участък 4.3 с нареждане, придружено от предавателно- приемателен протокол, КК на ТО по качество и количество и още придружителни документи.

8.2. Зареждане с подрулони стан 700 и премахване на опаковъчния чембер

8.3. Дресирането на ПР в стан 700 СВ се осъществява на база ТК8 на Задание за дресиране на отгретите СВР, съставено от технолога с необходимите техническия условия, на които трябва да отговаря щрипса по поръчка №, предписаните скорости на студено валцуване, охлаждащата емулсия, оптимална температура, натиск и натежение. Избора се режим на работа, съгласно клиентската поръчка и параметрите се вкарват в компютъра за управление на технологичния процес.

8.4. Мониторинг на постигнатата дебелина и грапавост

8.4.1: Измерване на стойностите на T и R_a

8.4.2: Сравняване с БДС и EN

8.4.3: При несъответствие ПР се връща за преработка, ако е поправим дефекта, а при съответствие се предават за следващата операция

8.5. За дресираните подрулони се прави мониторинг по качество и количество. За всеки дресиран подрулон се попълва съпроводителна ТК8, издаден от лабораторията по сертификат и контролора от ОТКК. Отчита се теглото на дресираният ПР от технологичния кантар на стан 700 СВ.

Дефектите, установени по ПР се посочват с код в ТК5.

8.6. Отговорността за спазване на технологичната реализация носи старши валцбъра и технолога, предписал техническите условия.

8.7. Контрола по спазване на ТР носят управителя, началник цеха и технолога.

6) Цех профилно производство на тръби (ЦППТ)

Стъпка 9: Маркиране „Годен“ подрулон за надлъжно разкрояване

Стъпка 10: Надлъжно разкрояване на подрулона- слитинг автоматична линия (САЛ)

Стъпка 10.1: Набиране, нареждане на режещите дискове по планувани ширини на щрипсове на дорник и настройване

Стъпка 10.2: Установяване на подрулона на САЛ

Стъпка 10.3: Настройка

Стъпка 10.4: Избор на режими на работа

1. Скорост на щрипса
2. Време за реализиране на подрулона
3. Навиване на разкроените щрипсове

Стъпка 10.5: Начало на разкрояването

Стъпка 10.6: Измерване и окачествяване на разкроените щрипсове

Стъпка 10.7: Анализ на получените резултати от измерването

1. Ширината на разкроените щрипсове
2. Оценяване краищата на щрипсовете
3. Действия при несъответствие

Стъпка 11: Маркиране „Годен“ на щрипси

Транспортират се на площадката за оформяне на профили, заваряването, калиброване, охлаждане

Стъпка 12: Производство на профили, Табл. 2.10

1. Настройка на АЛ за даден профил (заварка, параметри, ток, напрежение)
2. Установяване на необходимият щрипс в откритото бункерно захранващо устройство на оформящата АЛ
3. Установяване на щрипса в изтеглящия механизъм в АЛ
4. Ръчен режим
5. Настройка, поднастройка на АЛ
6. Автоматичен режим
7. Напречно разкрояване на зададената L, m
8. Контрол, сертификат и останалите подробности
9. Готовите окачествени профили могат да опаковат в пачки с напречно обвързване през определена дължина, поставяне на трупчета, транспортиране до площадката за готова продукция, склад

Таблица 2.10 Процедура към стъпка 12, Операционен контрол - Причина за брак

№	Код	Причина за допуснатото II-ро качество
1	201	Наличие на корозия
2	202	Наличие на тъмни петна
3	203	Отклонение от геометричните размери
4	204	Отклонение от геометричната форма
5	205	Отклонение от праволинейността
6	206	Дефекти по повърхността на профила
7	207	Лошо зачистен заваръчен шев
8	208	По-висок заваръчен шев (провар)
9	209	Наличие на деформации по краищата
10	210	Отклонения от механичните показатели
11	211	Челна заварка
№	код	Причини за допуснатия брак
1	301	Без заваръчен шев
2	302	Недопустимо отклонение от праволинейността

2.4.Подход за контрол на качеството на шрипс

Подходът последователно проследява и анализира операционният контрол при технологичната реализация при производството на шрипс от СВР или ГВР. Този разкроен по стандарт лентов шрипс е основа за профилиране и калиброване на тръби и профили в пренастройваеми автоматични тръбни линии на продукта тънкостенни електрозаварени затворени профили. По време на технологичния процеса се попълват редица документи, с цел проследимост на метала и възможност за анализ на постигнатите резултати.

Данните се въвеждат в IT компютърната система на сървъра, от където всеки ръководител и заинтересован може да следи състоянието на дадена поръчка-времетраенето и операциите, през които е преминал метала. Създадена е система за управление на качеството (СУК), която предстои да се сертифицира по ISO 9001. Прилагането на тази процедура има за цел да осигури постоянната актуалност, адекватност и ефикасност на СУК, включително на политиката и целите по качеството, да гарантира непрекъснатото и подобряване. С цел обсъждане на текущи задачи, проблеми, проекти и разработки могат да се провеждат събрания ежедневно, ежеседмично или ежемесечно под формата на оперативки между отделните звена в Организацията.

В процеса на производство при констатиране на продукти с отклонения се информира съответния ръководител цех. Продукти, които могат с последващи действия да се коригират е необходимо да се пакетират в отделна опаковка и да се отделят в предвидените за това площадки за несъответстващи продукти (изолатори) или върху тях да се поставят маркировка ОД 05-00-01 с конкретния дефект или проблем.

Съотношението на доставения ГВ към СВ метал е 95% към 5%, като ГВ се разделя на 2 групи: за производство на тръби и за щанцоване в съотношение 77% към 18%, Фиг. 2.8.

Произведената продукция от тръби и профили е предназначена за експедиция към основната фирма ЗПТМ и външни клиенти- износ в съотношение 70% на 30%, Фиг.2.9.



Фиг. 2.8. Съотношение на доставен метал,%



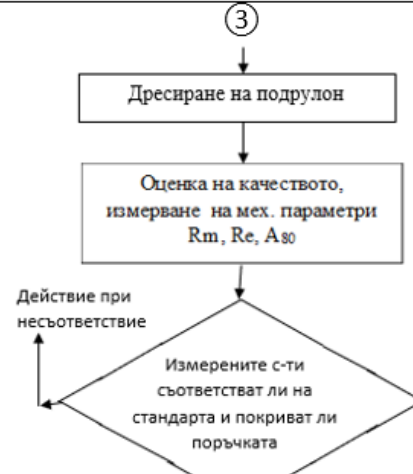
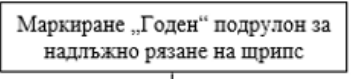
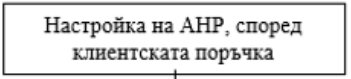
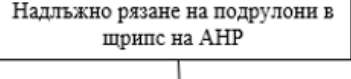
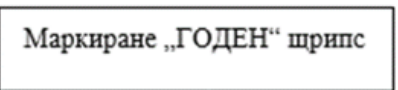
Фиг. 2.9. Съотношение на произведени тръби,%

Таблица 2.11. Процедури по контрол на качеството

Изпълнители	№ п о р е д	Вход на ЗПТП Процедури по контрол на качеството	Придружаващи документи, дейности и анализи на входящи с вътрешен контрол на качеството
1	2	3	4
Доставчик/ фирма, началник склад, мениджър ТО, мениджър МТС	1	Ниско въглеродна стомана: СВР или ГВР	Товарителница, приемо- предавателен протокол, Сертификат за качество
Лаборатория/ лаборант+менидж ър ОТКК, началник склад	2	Обезпечаване на входящият контрол, измерване на механичните параметри Rm, Re, A ₅₀	Органолептична оценка на повърхнината, проверка на теглото и размерите, вписване в „Дневник на входящия контрол“.
Н-к склад, лаборант, мениджър ОТКК	3	Съставяне на протоколи предавателно-приемателни, анализ на резултатите, получени от входящият контрол	Завеждане на входящите документи, записване на резултатите от обезпеченият входящ контролДоказване на качество на СВР и ГВР.
Н-к склад	4	Заприходяване на доставените <u>рудони</u> ①	Данните се вкарват в IT системата на завода, цифровизация със сървър на ЗПТП

Отдел поръчки, мениджър поръчки	5	① Заявка на поръчки: - За собствено производство - За външни поръчки График за изпълнение ↓ Заповед за нареждане на вътрешни и външни поръчки ↓ Технологичен отдел Конструктивен отдел ↓ Агрегат за надлъжно и напречно разкрояване на ГВР и СВР на подрулони за щрипс. ⑤Цех ППТ, Участък 5.2 ↓ Оценяване качеството от разкрояване на подрулоните от ГВР ↓ ②	Мениджъра по поръчките да разпредели ГВР и СВР за кои поръчки са: Мениджърът поръчки съставя графил за изпълнение.
Зам. Управител, началник цехове, р-л лаборатория	6		Създаване на заповед за нареждане за изпълнение на поръчките по цехове, технологични и конструктивни отдели, счетоводство
Ръководител ТО, Ръководител КО, н-к цех, старши оператор	7		1.Мениджър ТО разработва технологичния процес 2.Мениджър КО подготвя технологичната екипировка 3.Съставяне на схеми за преработка с минимален брак 4.Попълване на технологичен картон
Н-к цех ППТ, Н-к участък 5.2, старши оператор, оператори	8		Получаване нареждане с всички заявки и заповеди, режими на работа, попълване на карти за използван % материал от рулоните и %брак
Лаборатория-лаборант, ОТТК мениджър	9		Лаборанта и мениджъра оценяват подрулоните от ГВР или СВР

Н-к ④ ЦППЩ, Н-к У4.2, старши оператор, химик, лаборант	10		Н-к У4.2 организира и определя избора на техн. режим и поставя срок за изпълнение. Попълва се технологичен картон и КК
Лаборант, химик, мениджър ОТКК, н-к цех 4, н-к У 4.2, старши оператор	11		Химика непрекъснато следи химичния процес, а лаборанта прави анализи на киселината и промивните вани. Качествен контрол, органолептична оценка.
Н-к ④ ЦППЩ, Н-к У4.3, старши оператор, лаборант, менижър ОТКК	12		Определя се технологичен режим от н-к ЦППЩ, Попълват се ТК и КК от старши оператора
Н-к ④ ЦППЩ, Н-к У4.3, У4.4 старши оператор, менижър ОТКК, лаборант	13		Началник цех измерва стойностите на Ra и T и прави оценка дали двата параметъра съответстват на стандартите и на клиентската поръчка. При несъответствия се предприемат действия по пренасочване или коригиране ако е възможно
Ръководител Л-рия, мениджер ТО, н-к цех 4, н-к У4.5, старши оператор	14		Определяне на техн. процес, съгласно химичния състав, приложената деформация, изискванията на клиента и стандарта, попълване на ТК и КК
	15		Р-л лаб. изготвя по минимум 3 бр. проби от началото и края на подрулона. Измерване на параметрите и попълване на резултати в КК. При несъответствие се повтаря терм. обраб.
	16		

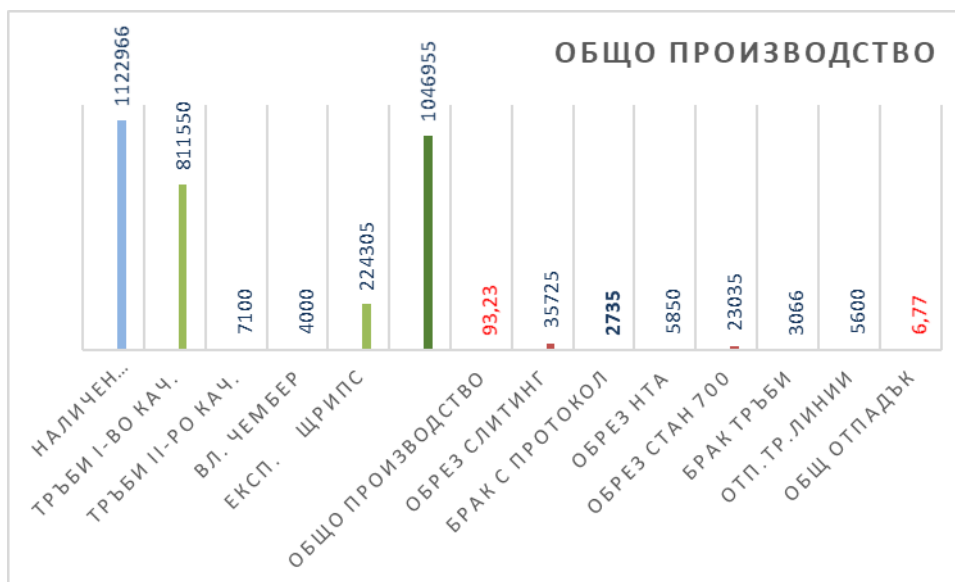
Ръководител линия, мениджер ОТКК, н-к цех 4, н-к У4.3, старши оператор	17		Н-к отдел 4 и страши технолог изготвят програма за дресине. Попълва се ТК и КК на дресираните подрулони. Измерват се механичните показатели и се попълват в Дневник. Анализират се данните дали отговарят на зададеният стандарт.
Ръководител линия, мениджер ОТКК, н-к цех 4, н-к У4.3, У-к 5.1, старши оператор	18		Попълване на карта за контрол на качеството
Н-к цех 5, н-к У-к 5.2, У-к 5.2.1, ст. Оператор	19		Избор на настройка, според заданието и поставяне на срок в зависимост от производствения план. Опис на накрояния шрипс в ТК и КК
	20		
Контрольор ОТКК Н-к цех 5, н-к У-к 5.2, ст. Оператор,	21		Контрольор ОТКК измерва ширините на шрипсовете и дава оценка за качеството на краищата
Зам. Управител, Цех 5 ЦПП, н-к У-к 5.1, н-к У-к 5.3, контрольор ОТКК,	22		Измерват се теглото на получените шрипси и се етикетират с размер, тегло, дата, смяна.
Зам. Управител, Цех 5 ЦПП, н-к У-к 5.1, н-к У-к 5.3, контрольор ОТКК	23		Шрипсът за всяка линия се доставя, посредством мотокар от У-к 5.1 и се прави настройка в зависимост от клиентската поръчка за вида тръба или профил

Цех 5 ЦПП, н-к У-к 5.3.1, У-к 5.3.2, У-к 5.3.3, контролър ОТКК, старши оператор, оператори, технолог, настройчик	24	④ Настройка на Автоматични тръбни линии: 1. Смако 2. Елмаксан 3. Олимпия 80 4. Даниели	Прави се настройка на диаметъра на тръбата, профила, профилиране и калибриране, праволинейност, дължина,
Н-к У-к 5.3.2, У-к 5.3.3, старши оператор, заварчик, контролър,	25	Налентоване на шрипса в АТЛ Челно заваряване на отделните шрипси	Описват се номерата и теглото на вложените ленти шрипс, за проследяване качеството на произведените тръби.
Н-к У-к 5.3.2, У-к 5.3.3, старши оператор, заварчик, контролър, лаборант, Н-к склад готова продукция, експедитор	26	Окачествяване на произведените тръби Опаковане с чембер в пачки Складиране на готовата продукция Експедиция	Прави се органолептична оценка на качеството на тръбите, измерват се с микрометър, шублер, ъгломер, рулетка геометричните характеристики на продукта, смачкване, огъване, механични характеристики; следи се температурата на оглаждащата течност и нехната концентрация на всеки 2 часа. Повторен оглед за качество при окончателната експедиция. Попълва се ТК и КК на изработената продукция и отделните 2-ро качество и брак.

При продукти с непоправими дефекти, съответните количества се описват и се изолират в изолатор за окончателен брак или директно се изхвърлят в контейнерите за вторични суровини.

В случай на тежки (критични) несъответствия и завишени нива на стойностите за приемане на брак се предприемат действия за анализ съгласно П_17 Процедура за предприемане на КД.

С цел минимално произведен отпадък, производството се оптимизира и се следи стриктно изготвения технологичен регламент като подготовката на заданията и поредността на производство е строго фиксирано. На фиг. 2.10 е изобразено общо годишно производство на завода, като са посочени процента годна продукция- 93, 23% и процента общ отпадък- 6,77%



Фиг. 2.10. Общо годишно производство

Крайният контрол преди експедиция започва с оглед на превозното средство за чистотата на ремаркетото и наличието на скъсвания по брезентовото покривало.

При окончателния контрол на качеството преди експедиция се извършва проверка на пачките преди товарене и по време на товарене.

Проверката за външен вид се извършва, по следните критерии и се документира в листа за краен контрол преди товарене.

- Наличие на деформации
- Наличие на необходимият брой дървени трупчета(ако се изискват) и чемберни ленти (съгласно ОД-04-00-02).
- Наличие на осенъци от накрояване
- Наличие на повърхностна корозия
- Нарушена цялост на заваръчния шев на видимите тръби
- Надирания и следи от ролки
- Съответствие на етикетите

Преди товарене приготвените за товарене пачки се подреждат и оглеждат от дежурния експедитор, който по точките от листа за окончателен контрол извършва проверка. Проверят се протоколите от тестовете, проведени при самото производство на тръбите. Ако възникнат съмнения в качеството, се извършва контролен тест преди експедиция, като се вземат 6 броя от различни пачки за тест на конус и сплескване. Ако резултатът от теста е негативен се спира товаренето. Проверят се гредите преди започване на товарене. Не се допуска товарене на пачки върху непокрити греди, с цел предотвратяване на бъдеща корозия. След натоварването и укрепването на пачките на ремаркетото на камиона, контрольорът проверява всички видими пачки за не – наличие на деформирани тръби, прави снимки на превозното средство и укрепеният товар и разрешава експедицията чрез подпис върху сертификата за качество на съответните

пачки с тръби. При откриване на пачка с деформирани тръби, същата се разтоварва. Отговорни за товара са дежурния ОТК и експедитора.

Всяка експедиция се записва в документ – Лист за краен контрол

Документите за краен контрол се съхраняват за срок от 1 година, ако няма други изисквания.

ПРИЛОЖЕНИЯ КЪМ ПРОЦЕДУРАТА- Оперативни документи, виж приложение

№ 1

- Технологичен картон
- Опис на приетите рулони **ОД-01-00-01**
- Дневник за входящ контрол на размерите на рулоните **ОД 01-00-02**
- Задание за разкрой
- Задание за валцуване
- Работна карта- АНР
- Дневник на изработените проби
- Работна карта НТА
- Работна карта стан 700
- Размерна карта на работни валове
- Справка за разопаковане на пещите в ТУ
- Работна карта ТУ
- Дневник на вложените ленти
- Задание за производство на тръбни линии
- Контролна карта за правоъгълни тръби **ОД-03-00-01**
- Контролна карта за кръгли тръби **ОД-03-00-02**
- Контролна карта за плоско-овални тръби **ОД-03-00-04-01**
- Контролна карта за овални тръби **ОД-03-00-03-01**
- Контролна карта за плоски полу – овални тръби **ОД-03-00-04**
- Дневник за регистриране на температурите **ОД-03-00-05**
- Акт за брак **ОД-03-00-06**
- Лист за краен контрол **ОД-04-00-01**
- Инструкция за опаковка **ОД-04-00-02**
- Сертификат преди износ
- Етикет за износ
- Етикет за несъответстващ продукт **ОД-05-00-01**

2.5. Анализ на дефектите

В металургията всичко започва от суровините: желязна руда и кокс. При традиционните технологии от тях в доменните пещи се излива чугунът. След това от този чугун се произвежда стомана и стоманени полуфабрикати – сляби, блуми, кръгли, квадратни и заготовки тип „грета”. В някои случаи полуфабрикатите се произвеждат без да преминават доменна обработка. За тази цел са необходими електрически дъгови пещи,

в които като основна суровина се използва скрап от черни метали и директно редуцирано желязо [89, 90, 91].

Всички полуфабрикати от стомана първо се обработват по метода на горещото валцуване. Това означава, че пластичната деформация се извършва на специални валцови машини, т.е. те се прекарват между две валцови ролки, при което формата на изходната заготовка се променя. В този случай температурата на материала трябва да бъде по-висока от температурата на рекристализация на стоманата. При това металът е много горещ – в повечето случаи температурата му в началото на валцуването надвишава 1100°C , а в края е най-малко 900°C . На фигура 2.10 е представено изображение на процес на леене на метал, а на фигура 2.11 - процес на горещо валцуване на метал в прокатен цех на завод „Стомана Индъстри“ АД, гр. Перник, България.



Фиг.2.10 Леене на метал



Фиг. 2.11 Горещо валцуване
(Стомана Индъстри АД) [92]

2.5.1. Дефекти, получени при производството/ леенето на стомана

Когато производството на стомана е нискокачествено, шлаката е лоша, вискозитетът на стопената стомана е голям, течливостта е лоша, шлаката не може да плава, а в стоманата има много неметални включения. Когато степента е сериозна, се формират ивиците и дупките.

Повърхностните дефекти на продуктите с метални ленти могат да имат първопричина, създадена в процеса на леене и на горещо валцуване, чрез кухини и вдлъбнатини [93]. Първоначалният размер и съотношението на повърхностните елементи са критични параметри, които определят дали те ще бъдат елиминирани чрез процеса на валцуване [94].

➤ Натрупване на железен оксид

Дефектите са забелязани, с лентовидни или люспести черни петна, разпределението не е еднакво, а дълбочината на пресоването е различна. Такива железни листове са трудни за измиване в процеса на байцване, а ямите се образуват, когато железните окиси паднат.

➤ Разслояване на лентата

- Този дефект се получава при процеса на леене на метала, кога има разлика в температурите.
- Проявата на дефекта се забелязва най-често чак след достигането му до процеса студено валцуване, където след изтъняване на слоя якостта става по-ниска и това доста често води до скъсване на рулона в проблемният участък.

Това от своя страна може да доведе до много неблагоприятни последици за оборудването, а именно навар на работните валци или отлюпване на парче от тях.

2.5.2. Дефекти, причинени при производството на полуфабрикатите горещо валцовани рулони

➤ Разлика в дебелините в началото, средата и края на рулона

Температурата и скоростта на охлаждане на всяка част от горещо валцованата лента са различни, т.е. температурата и скоростта на охлаждане на главата, средата и опашката по дължината на лентата и ръба и средата на ширината им е различна по време на горещото валцуване. В следствие на неправилно горещо валцуване се получава така нареченият дефект „вълна“ (Фиг.2.11), а в по-тежки случаи „кораб“ което затруднява последващите операции на байцване и студено валцуване. На фиг. 2.12 е показано байване на рулон, който е без „вълна“ [95, 96].

➤ Лошо байцване

Режимът на байцване не е подходящ, когато например концентрацията на киселината е ниска, температурата на киселината е ниска, скоростта на байцване е твърде бърза, времето за байцване е недостатъчно. Когато повърхността на горещо валцованата намотка не е равномерно окислена след байцването при изсушаване на лентата не се отстранява напълно оксида на повърхността (Фиг.2.13). На фиг. 2.14 е представено как изглежда добре байцван рулон.



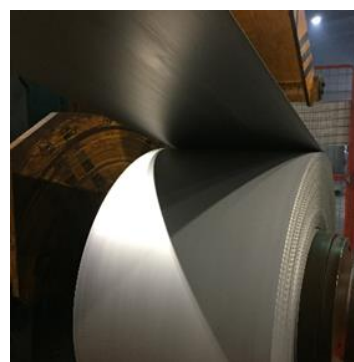
Фиг. 2.11 Пулса с дефект „вълна“



Фиг.2.12 Пулса без „вълна“



Фиг. 2.13 Байцван горещо валцуван рулон с недотрав (окис по повърхността на рулона)



Фиг. 2.14 Добре байцван рулон

2.5.3. Дефекти, причинени при производството на полуфабрикатите студено валцувани рулони

➤ Емулсионно петно

Отгрятата повърхност на стоманената ламарина има неправилен цвят или петно в черен или кафяв оттенък (Фиг. 2.15).

Причините могат да бъдат следните:

1. Емулсията не се изчерпва на изхода на валцовия стан и се карбонизира при нагряване и образува петна;
2. При малко налягане на обдухващото устройство на изхода на клетката на валцовия стан се задържа емулсия и образува петна при нагряване;
3. След като пещта е запалена, времето за предварително продувка е недостатъчно и емулсията се карбонизира до образуване на петна при нагряване.

➤ Окислен цвят

Повърхността е окислена (Фиг.2.16) и нейният цвят постепенно преминава от тъмно синьо в страни до светло синьо, кафяво и бледо жълто, наричани общо окислен цвят.

- Когато капакът за отгряване не е плътно затворен или изтича, стоманеният рулон се окислява;

➤ Мустаци по външните витки на рулона (Фиг.2.17)

- В следствие на износени ножове за надлъжно разкрояване на горещо и студено валцувани рулони.

При лош разкрой на студено валцувани щрипси е невъзможно производството на тръби, поради невъзможност от заваряване на двата края.



Фиг.2.15 Емулсионно петно Фиг. 2.16. Окислен рулон Фиг.2.17. Мустаци по рулона

2.5.4. Дефекти, възникващи по време на производството на тръби и контрол на качеството

За качествено произведени тръби и профили от стомана е необходими да се проследяват множество от параметри, които да отговарят на изискванията на клиента, както и на стандартите за производство.

Едни от най-важните параметри за правилна форма и добър външен вид са следните:

1) Криви тръби- следи се за праволинейност на тръбите, трябва да отговарят на определен стандарт по БДС

- Влияе се от високата температура на емулсията
- При криви тръби и профили няма как да се сглобят детайлите от едно изделие

2) Във формата, размера- трябва да отговаря на БДС EN 10305-3, EN 10305-5

3) Усеньци в края на тръбата (при лошо срязване, изхабен диск) и др. причини.

4) Заваръчен шев

- Вдлъбнат- проблем в настройката, трябва да се присвият ролките от оператора
- Слаб заваръчен шев- установява се след тестване на парче тръба на хоризонтално смачкване по посока на заваръчния шев- ако се спуска в заварката- значи трябва да се коригират настройките (тока) от старши оператора.
- Смачкване от страна на метала- дали метала има необходими якостни характеристики
- Напречно смачкване на тръбата вертикално поставена, влизаща в нея дорник. Отново при спукване на заваръчния шев се коригира тока на заварката.
- Огъване на тръбата- също показва здравината на заваръчния шев.

Такова парче от тест на огъване и смачкване се прави от всяка пачка тръби и след опаковане на пачката се закача за нея, за да удостовери на клиента годността на тръбата.

5) Размера на дължината на тръбата- трябва да отговаря на допуска от стандарта за съответния размер или по изисквания на клиента.

6) Проверка за наличие на драскотини по тръбата- дефект получен от задиране на ролка

7) Петна по метала- могат да се получат при отгряване на метала, вследствие на замърсяване на емулсията, с която се валцува метала

8) Тестване на механични показатели от лентата на метала и от самите произведени тръби- при несъответстващи показатели метала се отклонява за дообработка или пренасочване на поръчката.

2.6.Ефективност от контрола на качеството

Обърнато е внимание на: връзката между обществената производителност на труда и качеството на продукцията; значението на ефективният контрол за подобряване качеството и икономиката на предприятието/ фирмата; особеностите при формиране на ефекта от контролната дейност; критериите, показателите и параметрите за ефективен контрол и начина за определяне на тази ефективност; как се отразяват иновативните методи за технологична диагностика на оборудването върху качеството и икономическата ефективност.

1. Равнището на обществената производителност на труда е свързано с фактора за единица време. Колкото по-висококачествени са произвежданите изделия в експлоатация, толкова е по-голяма степента на удовлетвореност на обществено необходимите потребности. В крайна сметка се увеличава потребителското търсене на вътрешния и външния пазар и все по-пълното задоволяване на потребностите от видовете изделия.
2. Чрез ефективен контрол по качеството се постигат редица положителни резултати. Колкото по-пълно, по-точно и по-навреме се разкрият и отстранят едни или други нарушения на технологичният процес, толкова и крайните резултати ще бъдат по-добри. Следователно колко е важно да се внедряват иновативните методи на техническата диагностика на оборудването, което е основа за качеството на произвежданата продукция.
3. Целесъобразно е да се разгледат кои са факторите, оказващи влияние върху целия производствен и управленски процес. Един от тези фактори е ефективността на контрола; какъв е неговия ефект в процеса на производство и в процеса на потребление; какво отражение носи технологичната диагностика върху експлоатацията на оборудването.
4. Необходимо е да се потърсят кои са факторите които влияят върху технико-икономическите критерии, параметри и показатели и как се отразяват те върху експлоатацията на оборудването и техническата диагностика. Необходимо е да се използва математическата статистика за изследване на най-прогресивните методи за регулиране на технологичните процеси и прякото участие на технологичната диагностика.

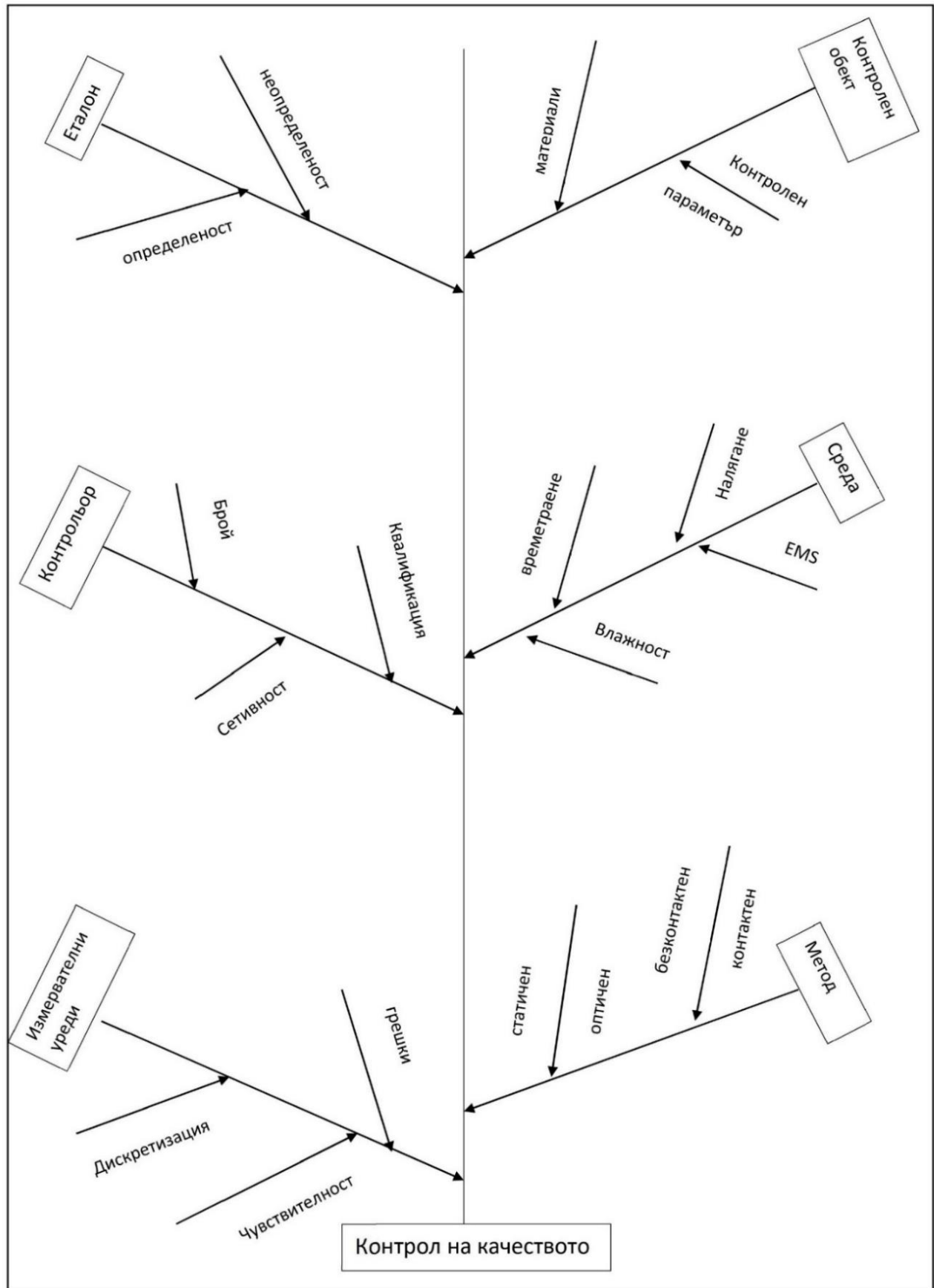
Целесъобразно е приложението на метода на Исикава (Японски специалист) за разкриване на факторите, влияещи върху качеството на произвежданите изделия и как това е свързано с иновативните методи за технологична диагностика на АМ и АЛ.

Методът на Парето (италианец) за анализ на факторите, дефекти, престои, разходи свързани с тяхното отстраняване

- Квалификацията и числеността на персонала на ОТК и ОТД (отдела техническа диагностика)

Всички тези въпроси са залежали в стратегическия мениджмънт на производствения бизнес и усъвършенстване на производствените процеси, обхващащи техническата диагностика как се отразява на качеството на произвежданата продукция. Ето защо е необходимо да се пристъпи към разкриване и анализ на факторите, влияещи върху ефективността.

В съвременният подход за осигуряване на качеството на измерванията и контрола изисква отчитане на всички влияещи върху измервателния процес фактори за оценка на качеството и се използват методите за анализ (фиг. 2.18).



Фиг.2.18 Фактори за качество на контрола [85-87]

2.7. Заключение:

В Глава 2 са представени произвежданите тръби и профили, използваните марки стомана и съответстващите стандарти. Представена е схематично и чрез описание експлоатацията на иновативни технологии и технологично оборудване, като са описани всички звена в завода, както и какво се следи за контрола на качеството: нетрекъснат травилен агрегат, едноклетков валцов стан 700, термичен участък, агрегат за надлъжен и напречен разкрой, автоматични тръбни линии, промасляваща станция, отдел конструктор и производство на инструменти. Предложен е подход за технологична реализация, който обхваща стъпки на производствени и спомагателни процеси, операции и контрол за количествено и качествено установяване, документиране и представяне на готовата продукция на склада. Описани са факторите за контрол на качеството. Внедрява се система по управление на качеството чрез цифровизация на оперативните документи. Описани са дефектите, които възникват от производството на стомана до производството на тръби и профили.

Глава 3

СЪЗДАВАНЕ НА МЕТОДИКИ ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ИНТЕЛИГЕНТНО ИЗСЛЕДВАНЕ

Съставянето на методика е изключително важно за провеждане на изследвания. Повторяемостта при методиките и последователността на действията и процесите се гарантира унифицираност в получените резултати. Необходимо е да бъде обърнато внимание на редица фактори за различните изследвания.

За производството на тънкостенни тръби от студено валцувана стомана за тръбна мебел и други изделия се използват редица технологични процеси и операции, реализирани на иновативни автоматични машини, автоматични линии и агрегати, съоръжени с необходимата технологична екипировка и съвременното им цифрово управление. Това налага да се състави методология за интелигентно измерване на производството им.

3.1. Метод за технологична подготовка на образец/спруветка

Пробното тяло в повечето случаи е метално (или друг вид материал) парче за контролиране дълбочината на термичната обработка [97]. Механични изпитвания на материали в различни структурни състояния могат да се провеждат лабораторно при строго дефинирани условия, за да се получат конкретни характеристики на механичните свойства. Приложената сила върху пробното тяло предизвиква неговото деформиране, например на опън. При изпитване на опън се изпитват пробни тела (образци), чиято форма трябва да осигурява по време на опита хомогенно едноосно напрегнато състояние на опън в работната му част. В зависимост от вида на материала пробните тела могат да бъдат с кръгло или правоъгълно напречно сечение на работната част. В избраният случай пробното тяло е с правоъгълно напречно сечение при тестване на входна суровина или метал по време на преработката му. След производството на готовата продукция се използва пробно тяло с кръгло, квадратно или правоъгълно напречно сечение. [98].

За получаване на реални резултати при тестване на пробно тяло на якост на опън е необходимо да се проследят стъпките, през които трябва да премине технологичната подготовка на образец/спруветка. Тази технологична реализация, проследяваща последователността на стъпките е следната:

1. Запознаване със стандартите и допуските, на които трябва да отговаря пробното тяло;
2. Необходимата технологична подготовка:

Обработката на листови материали чрез пластично формование се осъществява чрез силата на натиск, който се извършва от механични или хидравлични преси за щанцоване. Процесът на формование започва със създаването на специфична матрица, според която ще бъде изработен елемента. След завършване на матрицата, която ще бъде използвана в производствения процес, листът или лентата се поставят върху матрицата и с помощта на сила се прилага натиск върху метала. Благодарение на доброто взаимодействие между пресата и матрицата, листовия материал се формува в краен продукт без никакви недостатъци и без да се нуждае от допълнителна обработка.

2.1. Форма на пробното тяло;

- 2.2. Размери на пробното тяло;
 - 2.3. Брой пробни тела за тестване;
 3. Технологични особености при получаване на изделие епруветка и заготовки чрез листово шамповане;
 - 3.1. Избор на технологичен процес на формуване;
 - 3.2. Видове операции и машини
 4. Избор на техническо оборудване и подлагани материали на шамповане;
 - 4.1. Избор на шампа;
 - 4.2. Особенности на материала, произвеждан с различни дебелини ГВР от различни фирми.
 - 4.3. През какъв период на изрязване на металните ленти трябва да се презаточва шампата;
 5. Анализ на ширина и дебелина, заусенъци (мустаци)- измерване
- След проследяване последователността на стъпките от технологичната реализация на подготовката на образец/епруветка, предвижда се необходимост от презаточване след около 2 год., т.е. след като започнат да се появяват заусенъци (ръбчета) на пробното тяло.

3.2. Съставяне на методика за тестване на образец (пробно тяло) за изпитване на якост на опън

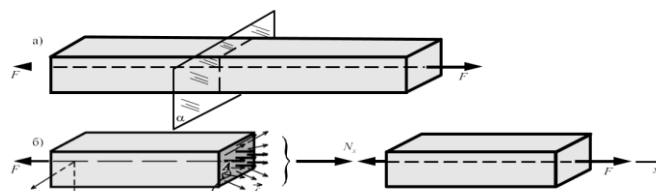
При изпитване на якост на опън, образецът (пробно тяло, епруветка) трябва да е с определена форма, размери и осигурен с хомогенно едноосно напрегнато състояние в работната си част, отговарящ на стандарта по БДС, EN, ISO. Модел- образца на шамповото пробно тяло с правоъгълно сечение притежава уширения в двата края на паралелната си дължина, които осигуряват захващане чрез челюстите на изпитващата машина.

За съставяне на методика за тестване на линейна пластична деформация на твърдо тяло се използват законите на Хук, Поансон и модулът на Юнг.

Под еластичност се разбира стремежа на телата да възстановяват обема и формата си, в следствие на действието на външните сили. Обемната еластичност е присъща за всички тела, докато еластичност на формата притежават само твърдите тела. За някои твърди тела еластичността на формата е слабо изразена и те се наричат пластични.

3.2.1. Вътрешни сили

На фиг. 3.1 а) е показано мисленото действие на вътрешните сили F на прът- твърдо тяло, разрязан от равнината α , а на фиг. 3.1 б) са показаните получени при нормално разрязване усилия N_x , което е равнодействаща на всички вътрешни сили, насочени към вътрешната нормала на напречното сечение по ос x е положително $N_x > 0$ с натоварване опън, а когато N_x е насочено, тогава е отрицателно $N_x < 0$ и натоварването е натиск. Нормалното разрезно усилие от мислено разрязания прът от дясната и лявата част са равни, съответстващи на третия закон на Нютон.



Фиг. 3.1. Разрезни усилия при опън (натиск)

При скъсването на деформирано тяло на две части, еластичните сили на взаимодействие между тях се разпределят неравномерно по разделителната повърхност α (фиг. 3.2).

3.2.2. Връзка между деформации, напрежения и премествания

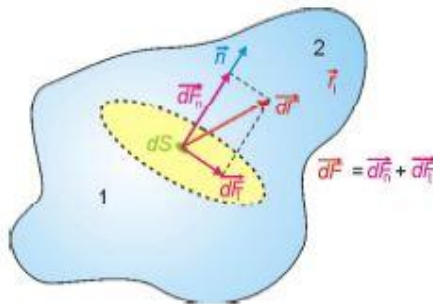
Използва се закона на Хук- „Каквато сила, такова преместване“, т.е. линейната зависимост на преместванията в твърдото тяло от външните сили, при деформирането му зависи от:

$$\delta = kF \quad (3.1)$$

където δ е преместването на свободния край на пръта

k е коефициент на пропорционалност

F е външна сила.



Фиг. 3.2. Разделителна повърхност

Означава се с $d\vec{F}$ силата, с която част 1 действа на част 2 през малката площ dS от повърхността α (векторът $d\vec{S}$ има посоката на нормалния вектор $\vec{n}$). Разлага се силата $d\vec{F}$ на две компоненти: нормална компонента $d\vec{F}_n$, насочена успоредно на нормалата $\vec{n}$ към площадката, и тангенциална компонента $d\vec{F}_t$, която е успоредна на площадката.

Величината:

$$\sigma = \frac{dF_n}{dS} \quad (3.2)$$

се нарича нормално еластично напрежение, а величината

$$\tau = \frac{dF_t}{dS} \quad (3.3)$$

се нарича тангенциално еластично напрежение.

Големината на нормалното и тангенциалното напрежение зависи от ориентацията на разглежданата площадка. В случай на равномерно деформирано тяло може да се избере такова напречно сечение, че еластичните сили да са равномерно разпределени по цялото сечение и в зависимост от вида на деформацията да са насочени перпендикулярно или тангенциално на избраното сечение S . Тогава съответните напрежения са

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (3.4)$$

или

$$\tau = \frac{F}{S} \quad (3.5)$$

Еластичното напрежение е равно на еластичната сила, която действа на единица площ от деформираното тяло. Измерва се в нютон на квадратен метър (N/m^2) или паскал ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$). В техниката се използват неговите кратни единици мегапаскал и гигапаскал, като $1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$ и $1 \text{ GPa} = 10^9 \text{ Pa} = 10^3 \text{ MPa}$. Можем да отбележим още, че $1 \text{ MPa} \approx 1 \text{ N/mm}^2$.

Закон на Хук при чист опън (натиск) е:

$$\sigma_x = E \varepsilon_x \quad (3.6)$$

Където σ_x е нормално разрезно усилие, Pa N/mm^2

E е материална константа, т.е. модул на еластичност на линейните деформации; модул на Юнг или модул от I-ви род), в SI – Pa; GPa (гигапаскал 10^9 Pa).

ε_x - надлъжни деформации, зависят от свойството на материалите, N/mm^2

Зависимостта на напречните деформации ε са винаги противоположни по знак на надлъжните ε_x . Зависимостта на напречните деформации от надлъжните се изразява с закон на Поансон при чист опън (натиск),

$$\bar{\varepsilon} = \mu \varepsilon_x \quad (3.7)$$

където μ е безразмерна материална константа, наречена коефициент на Поансон; коефициент на напречната линейна деформация; има стойност $-1 \leq \mu \leq 0,5$ (повечето известни материали имат $\mu > 0$);

ε_x - надлъжни деформации, зависят от свойството на материалите.

Твърдите тела променят размерите си и в резултат на изменението на температурата им. При увеличаване на температурата им се разширяват, а при намаляване на температурата се свиват и са с линейна зависимост. При изменение на температурата ΔT , температурната деформация се представя с:

$$\varepsilon_T = \alpha \Delta T \quad (3.8)$$

където ε_T е температурна деформация;

α е материална константа; коефициент на линейно температурно разширение; в система SI — K^{-1} (Келвин на минус първа, която е равна на $1/^\circ\text{C}$).

Техническата реализация на методиката се осъществява в следната последователност:

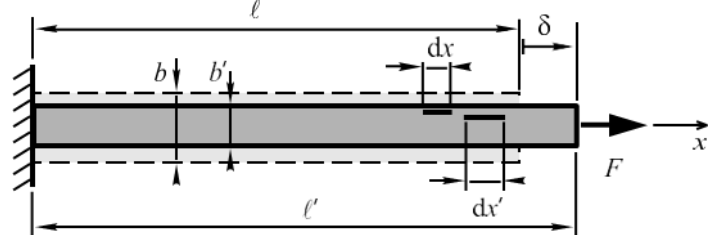
1. Запознаване с еластичните сили на напрежение и законът на Нютон;
2. Избиране на материал;
3. Изработване на пробно тяло;
4. Избор на машина за изпитване на якост на опън, според тествания материал;
5. Запознаване с механичните свойства на често използваните машиностроителни материали и сплави;
6. Определяне на сечението на тествания образец;
7. Изчисляване на параметрите при еластични сили- F_m , F_e , R_m , R_e ;
8. Анализирание на получените резултати.

3.3. Съставяне на методика за тестване на линейна пластична деформация на твърдо тяло

Един от факторите, влияещ при производството на тънкостенни тръби е каква е линейната деформация на студеновалцуваният материал.

Отместването на градивните частици на телата една спрямо друга и изменението на относителното разстояние между тях в резултат на действието на сили се нарича деформация. След прекратяване на действието на силите се получават еластични и пластични деформации. Еластичните деформации се подразделят на хомогенни (при едностранно и всестранно опъване (свиване), както и при хлъзгане) и нехомогенни (при огъване и при усукване- торзия) [99, 100].

На фиг. 3.3 е показан схематизиран опънат с дължина ℓ и напречен размер b . След деформирането се променя дължината на ℓ' и напречен размер b' , а преместването на свободния край на пръта сме означили с δ . Изменението на размерите на пръта се характеризира с абсолютната промяна на дължината $\Delta\ell = \ell' - \ell$ и на напречния размер $\Delta b = b' - b$, както и с относителната промяна на дължината $\Delta\ell/\ell$ и на напречните размери $\Delta b/b$. Произволна отсечка с елементарна дължина dx е ориентирана по оста на пръта x , а след деформирането по същото направление на оста му, но има вече нова дължина dx' :

$$\varepsilon_x = \lim_{dx \rightarrow 0} \frac{dx'}{dx} \quad (3.9)$$


Фиг. 3.3 Промяна на размерите на опънат прът

Линейната деформация е безразмерна величина. Тогава линейната деформация по оста x за опънат прът е еднаква във всяка точка и е положителна $\varepsilon_x > 0$, а относителното удължение на пръта се изчислява с:

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta\ell}{\ell} \quad (3.10)$$

При напречната деформация на оста на пръта, направление е еднакво в която и да е точка от пръта и е отрицателна при опън, $\varepsilon < 0$ и относителното изменение на напречните размери с:

$$\varepsilon = \frac{\Delta b}{b} \quad (3.11)$$

При натиск знаците на линейните деформации се сменят както следва: отрицателна на надлъжната и положителна при напречна линейна деформация.

Съставяне на методика за тестване на линейна пластична деформация на твърдо тяло:

1. Запознаване с теорията на пластичната деформация при опън/ натиск;
2. Запознаване с законите на Нютон, Хук, Поансон и модула на Юнг;
3. Избиране на материал;

4. Изработване на пробно тяло;
5. Избор на машина за изпитване на якост на опън;
6. Запознаване с физичните свойства на често използваните машиностроителни материали и сплави;
7. Запознаване с графиката на напрежение- процентно удължаване;
8. Изчисляване на параметрите при деформация;
9. Анализирание на получените резултати.

Физичните свойства на някои често срещани в машиностроенето метали и сплави са дадени в табл. 3.1.

Табл. 3.1. Материални константи на някои метали и сплави

Материал	Модул на еластичност E, GPa	Коефициент на Поасон μ , —	Коефициент на температурно разширение α , $\times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
алуминий	70	0,33	23,0
бронз	96÷120	0,34	18,0÷21,0
мед	110÷120	0,33÷0,36	16,6÷17,6
месинг	100	0,34	19,1÷21,2
стомана	190÷210	0,27÷0,3	10,0÷18,0
чугун	83÷170	0,20÷0,30	9,9÷12,0

3.4. Създаване на методика за експериментално изследване графиките на въглеродна стомана при опън

За разглеждане поведението на въглеродната стомана по време на якост на опън и влиянието на водорода върху качеството на метала е необходимо да се разработи техническа реализация за експерименталното ѝ изследване в следната последователност:

1. Избор на въглеродна стомана;
2. Подготовка на образци/ епруветки за изпитване на якост на опън;
3. Запознаване с механичните характеристики и свойствата на образци/ епруветки на якост на опън
4. Методика за тестване на образци/ епруветки на якост на опън;
 - 4.1. Избор на марка стомана DC01, 08KP, DD11;
 - 4.2. Подготовка на заготовка с размери 300x40 mm;
 - 4.3. Щанцоване на пробно тяло;
 - 4.4. Тестването се извършва на универсална машина WDW-300;
5. Експериментално изследване на три епруветки, геометричните параметри се въвеждат в софтуерна програма за обработка на данни Win WDW Electronic Universal Testing Machine;
6. Анализ на получените резултати.

Експериментите на чист опън и чист натиск се реализират на специални компютърни машини с значително разширяване на техните възможности и повишена точност. Работят както на механичен така и на хидравличен принцип. При тестването се измерва силата F. Нормалното напрежение в напречното сечение се получава като се раздели силата F на лицето

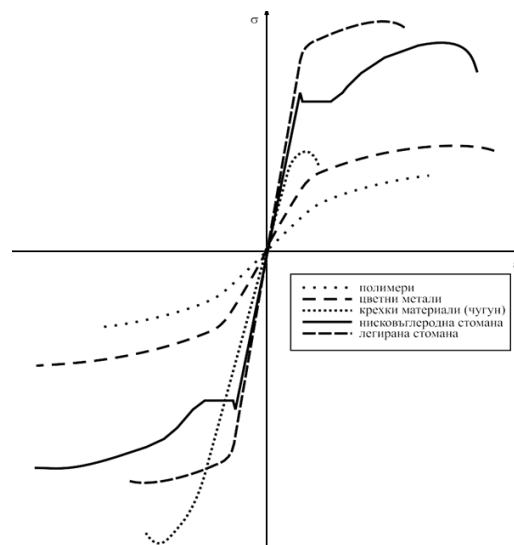
на напречното сечение S на образца/епруветката (Фиг.3.12) преди изпитанието изследва начертаването на диаграмата σ - ϵ .



Фиг. 3.12 Образец за изпитване на материалите на опън

➤ Механични характеристики и свойства на металите при опън

На фиг.3.13 са показани чрез диаграмата σ – ϵ . [3] типични механични характеристики на някои материали при опън (положителни напрежения и деформации). Основната разлика при материалите е остатъчната деформация получена при разрушаване, при едни е много голяма, а при други е много малка. В зависимост от еластичната деформация, която претърпяват при разрушаването си, материалите се делят на две групи:



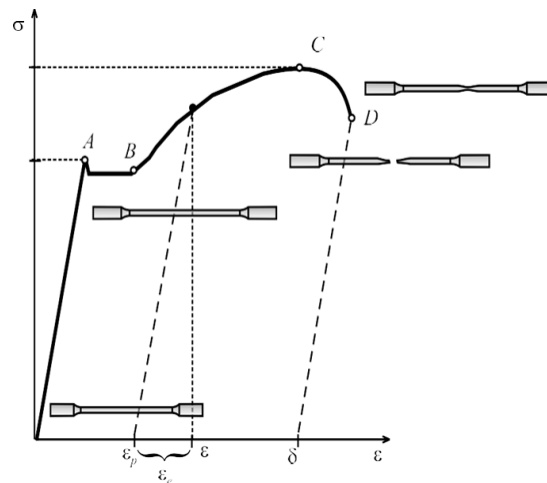
Фиг. 3.13 Типични механични характеристики на материалите

- пластични материали — материали, които при разрушението си претърпяват големи пластични деформации.
- крехки материали — материали, които при разрушението си имат много малки пластични деформации.

Една типична диаграма от изпитване на опън на нисковъглеродна стомана е дадена на фиг. 3.14. Следва зоната АВ- площадка на провлачване. В тази зона материалът претърпява големи пластични деформации при почти постоянна съпротива - напрежението остава константа при нарастващо деформиране.

С продължаване на деформирането материалът придобива отново способността да се съпротивлява срещу него и напрежението започва да се повишава в зоната В-С, която е зона на уякчаване. В един момент от продължаващото деформиране на материала, развитието на тези деформации става неустойчиво и те се съсредоточават в една малка и непрекъснато изтъняваща част от образца — появява се шийка. Това е зоната на местно провлачване С-Д, като в точка D настъпва окончателното разрушение.

Механичните свойства на материалите се определят от границите на зоните от диаграмата σ – ϵ от изпитване на материала. За пластичните материали може да се определят две такива граници: граница на провлачване σ_s и граница на якост σ_B .

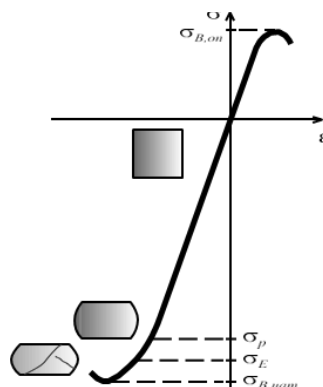


Фиг. 3.14 Характеристика на нисковъглеродна стомана при опън

Наклонът на диаграмата в еластичната зона определя модулът на еластичност на линейните деформации E на материала. Поради наличието на шийка и локализиране на деформациите преди разрушението, отчетените деформации δ не представляват остатъчни деформации при разрушение, а относително удължение на образца при разрушение, което все пак е показател за свойството пластичност на материала.

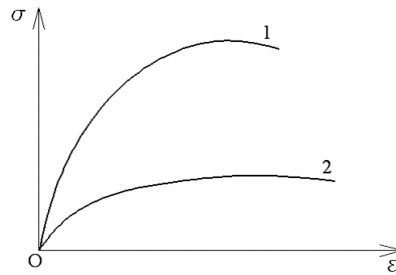
Цветните метали нямат обособена площадка на провлачване в диаграмата си, както и легираните стомани. Легираните стомани имат по-стръмна характеристика на уякчаване отколкото цветните метали.

Крежки материали са керамичните материали, бетон, скали, чугун и др. На фигура 3.15 е показана диаграмата на опън и натиск на крежък материал. Крежките материали имат по-големи отклонения от линейното поведение и след появата на пластични деформации те се разрушават. Тук разликата в границите на пропорционалност и на еластичност е по-голяма в сравнение с тази при пластичните материали. Напрежението, при което се разрушава материала определя границата му на якост.

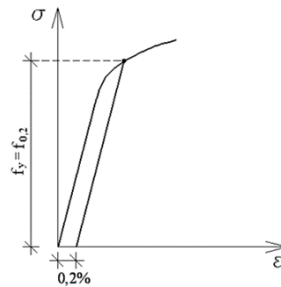


Фиг. 3.15 Характеристика на крежък материал при опън и натиск

Необходимо е да се уточни, че съществуват материали, чиито работни диаграми нямат ясно изразена граница на провлачване. Например на фигура 3.16 са показани работните диаграми на висококачествена легирана стомана (крива 1) и алуминий (крива 2). Вижда се, че и двете диаграми нямат граница на провлачване. За такива материали се дефинира условна граница на провлачване $f_{0,2}$, равна на напрежението, при което остатъчната деформация е 0,2 % ($\epsilon_r=0,002$), както е показано на фиг. 3.17.



Фиг. 3.16 Диаграма на висококачествена легирана стомана (1) и алуминий (2)



Фиг. 3.17 Условна граница на провлачване

3.5.Методика за подготовка и провеждане на спектрален анализ на метално пробно тяло

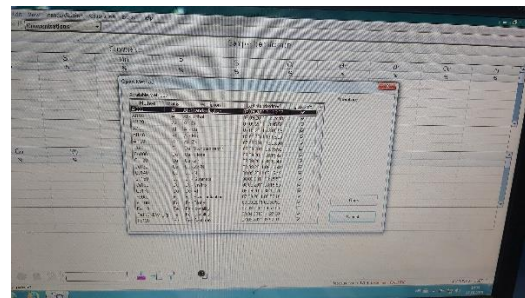
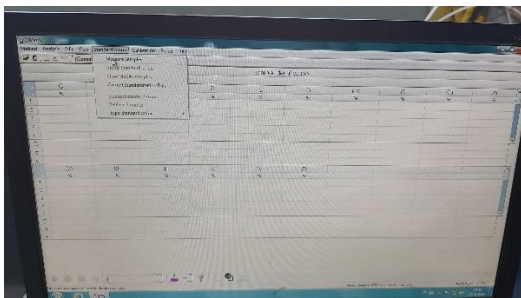
В металургията, при преработката на горещо валцувани рулони (ГВР) в тръбни изделия е много важно да се знае какъв е химичният състав на суровината, защото от там се определя целият режим на работа. При закупуването на горещо валцуваните рулони, доставчикът задължително предоставя сертификати за качество, в които е описано дадената марка стомана с какви механични и химични показатели е тя. От тези документи може да се изготви режима на работа за последващите трансформации на рулона. Но след направена проверка на данните доста често има разминаване в показателите, което води до неправилно определяне режима на работа при термоотгряване след студено валцуване на рулоните. Съответно и получените механични показатели на отгритите рулони не отговарят на зададеният стандарт, което води до пренасочване на метала ако е възможно или повторното отгряване, което води до забавяне на поръчката и допълнителни разходи. Именно поради тази причина е толкова важна проверката на всеки един ГВР преди задаването на режим за работа [101-105].

Правилната подготовка на металното пробно тяло е от съществено значение за бързата и точна проверка на химичният състав чрез тестването му със спектрален апарат. Пробното тяло от ГВР е във вид на тънка плочка ($\sim 2,0 \div 3,0$ mm), поради естеството на тестваният продукт-лента, навита на руло. Минималните размери трябва да бъдат 10×10 mm, заради отворът, който подава искровият пламък. Най-благоприятните размери са 30×30 mm.

Етапи на тестване на плоско метално пробно тяло:

1. Поради окисния слой (окалина), образуван по време на производството на ГВР е невъзможно директното тестване на метала. Той ще покаже неверен резултат, което ще обезсмисли тестването на метала. Съществуват два метода на почистване на пробното тяло:
 - Първият е да се вземе пробно тяло след байцване (почистване с киселина) на целият рулон и после да се отреже на гилотинната ножица пробно тяло;

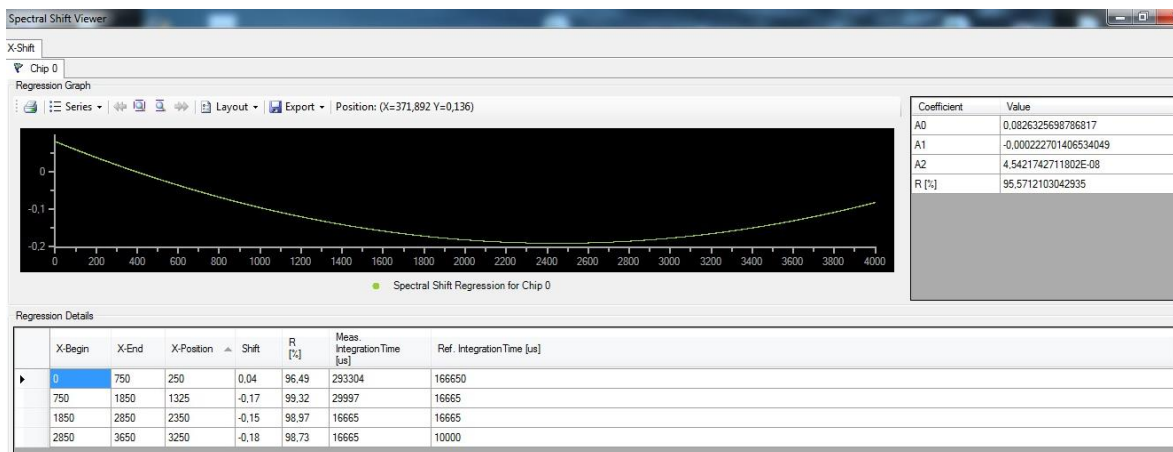
- Вторият е да се отреже пробно тяло директно от ГВР и да се зачисти ръчно или чрез потапяне в киселина и после във вода или да се шлайфа с шкурка до премахване на окалината.
2. След идеалното почистване на повърхността на металното пробно тяло е необходимо почистването му със спирт за отстраняване на шлайфаните частици и други замърсявания.
3. Много е важно плоската плочка на пробното тяло да няма кривини, защото ако не прилепне добре върху работната повърхност, няма да има добър контакт и може да се получи неверен резултат. Също така при лошо прилепване на пробното тяло се получава просвет към отвора, което води до голям шум по време на прогаряне и опушване на пробното тяло.
4. След вече подготвено пробно тяло се пристъпва към стартиране на спектралният апарат, включване на компютъра, стартиране на програмата QMatrix, Quantron за анализ и развъртане на крана за аргона.
5. Желателно е преди калибриране или тестване да се направи продувка на системата на спектралния апарат с аргон, за да се прочисти от останали сажди. Аргона, които се използва за горене се свързва чрез маркуче към системата, а от нея също излиза такова за отвеждане на изгорелите газове и сажди, потопено в бутилка с вода.
6. Ако програмата не е използвана повече от месец или при съмнение, че са неверни данните от последното измерване е необходимо да се направи калибриране на спектрите. За тази цел се използват еталоните, за нисковъглеродна- Re12/132 и високовъглеродна- RN 19/38 стомана, за да се калибрира апарата за всички честоти. От падащото меню се избира стандартизация по метод Fe110NEW за калибриране на измервания на железни изделия(Фиг.3.18, 3.19).



Фиг. 3.18. Стандартизиране на програмата Фиг. 3.19. Избор на метод Fe110NEW

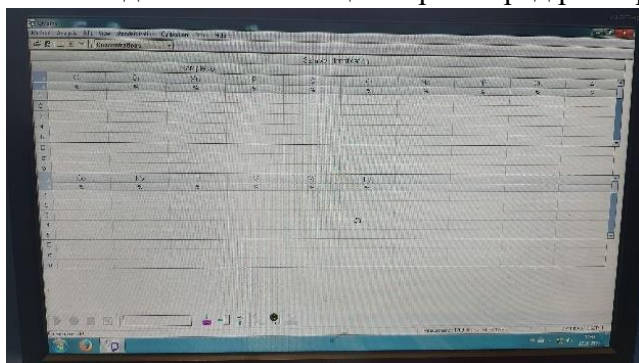
Измерваните елементи са: C;Si;Mn;P;S;Cr;Mo;Ni;Cu;Al;Co;Nb;Ti;V;W;Fe; в проценти, %. При започване на стандартизацията се прави проверка на изместването на спектрите, показано на Фиг. 3.20.

Правят се по 3 измервания на всеки от еталоните, след което програмата изчислява новите стойности на спектрите за всеки елемент. Прави се проверка със справочник. При близки резултати, стандартизацията се приема, а при голямо отклонение се прави отново до получаване на удовлетворяващи стойности. Тестват се еталоните за определяне на количеството на всеки елемент в %, за да се провери дали отговарят на сертификата. При съответстващи резултати се пристъпва към измерване на пробните тела.



Фиг. 3.20. Проверка за изместване на спектрите

- Измерването на железните пробни тела става, чрез стартиране на програмата QMatrix, Quantron и задаване на метод Fe110NEW (Фиг. 3.21). Въвежда се номера на всяка нова проба в ID полето. Поставя се пробата върху отвора на работната плочка и се поставя върху нея отворения свещник (Фиг.3.22), които се мести нагоре-надолу, наляво-надясно и се позиционира според размера на пробното тяло.



Фиг. 3.21. Програма QMatrix, Quantron



Фиг.3.22. Здрав, отворен свещник

Правят се от 3 до 5 измервания на всяко пробно тяло. По инструкция на доставчика, при резултат много по-различен от останалите се елиминира и не участва в осредняването на измерените стойности. Резултатите се изпращат в Excel таблица за полесна обработка на данните. Таблицата съдържа датата и часът на направеният анализ, методът, по който е определен химичният състав на пробното тяло и съдържанието в проценти на всеки елемент.

- От направените измервания може да се направи анализ за режима на термообработка.

3.6. Съставяне на методика за проследяване механичните характеристики при изпитване на опън на пробни тела на нисковъглеродна стомана при трансформацията ѝ от горещо валцувана в студено валцувана ламарина

За проследяване техническата реализация на механичните характеристики при изпитване на якост на опън на нисковъглеродна стомана при трансформирането ѝ от горещо валцувана в студено валцувана ламарина чрез определяне на факторите, влияещи на постигането на желаната твърдост на СВР се следват следните стъпки:

1. Непрекъснат травилен агрегат:
 - 1.1.Зареждане на непрекъснат травилен агрегат с подрулони;
 - 1.2.Избор на режими на работа;
 - 1.3.Измиване на ГВР;
 - 1.4.Почистване чрез концентриран разтвор на киселина;
 - 1.5.Измиване на ГВР;
 - 1.6.Изсушаване на ГВР;
 - 1.7.Оценка на качеството на почистване;
 - 1.8.Взимане на проба за механични и химични характеристики на ГВР.
2. Студено валцуване на едноклетков реверсивен стан 700:
 - 2.1.Зареждане на едноклетков реверсивен стан (ЕРС) с почистения подрулон;
 - 2.2.Избор на режими на работа според клиентската поръчка;
 - 2.3.Настройване компютъра за управление на ЕПС 700;
 - 2.4.Пускане на ЕРС за валцуване на подрулона;
 - 2.5.Спиране след приключване на технологичният процес;
 - 2.6.Мониторинг на поръчката- дебелина и грапавост;
 - 2.7.Взимане на проба за механични характеристики на СВР.
3. Термична обработка (отгряване на рулоните в защитна атмосфера):
 - 3.1.Запознаване с процеса термообработка;
 - 3.2.Вертикално редуване на подрулоните с въздушен разделител, запълване на стенда с нормална височина, спускане на муфела и нагревния калпак;
 - 3.3.Избор на режим на работа (температурен режим, химичен състав, време за продувка с защитен газ, нагряване и охлаждане;
 - 3.4.Термичен процес-начало и край, времетраене в рамките на около 48 часа;
 - 3.4.1. Продувка- отстраняване на кислорода;
 - 3.4.2. Нагряване на метала до 350° С за време 3h;
 - 3.4.3. Последващо нагряване на метала от 350 °С до ~ 650 °С за време от 6÷10 h
 - 3.4.4. Въздушно охлаждане, докато температурата достигне 300 °С;
 - 3.4.5. Водно охлаждане от 300÷ 80 °С;
 - 3.5.Изваждане на СВР;
 - 3.6.Мониторинг, измерване на Rm, Re, A₈₀, построяване на графики;
 - 3.7.Анализ на получените резултати.
4. Дресиране на едноклетков реверсивен стан 700:
 - 4.1.Зареждане на едноклетков реверсивен стан (ЕРС) с отгритият подрулон;
 - 4.2.Задаване на минимална деформация ~2 %, с цел леко закаляване и подобряване на външният вид на метала (блясък);
 - 4.3.Настройване компютъра за управление на ЕПС 700;
 - 4.4.Пускане на ЕРС за дресиране на подрулона;
 - 4.5.Спиране след приключване на технологичният процес;
 - 4.6.Мониторинг на дебелина и грапавост;
 - 4.7.Взимане на проба за механични характеристики на СВР след дресиране.

В технологичната реализация са описани последователността на стъпка 1 и стъпка 2 за получаване на СВР. Обърнато е подробно внимание на стъпка 3 за термичната обработка и последващата стъпка 4- дресиране на подрулона.

3.7. Съставяне на методика за иновативно производство на високоякостна студено валцувана стомана за прецизни електрозаварени тръби

Високоякостната валцувана стомана е продукт с граница на провлачване на 300 МПа и якост на опън до 2500 МПа. Високоякостните горещо и студено валцувани стомани все повече намират приложение в различните отрасли на промишлеността благодарение на: по-ниска металоемкост, удължен експлоатационен срок, по-ниски производствени и експлоатационни разходи и др [106, 107, 108]. Якостните характеристики на ГВ метала се постигат с различни системи за легиране на стомани, а на СВ чрез разработване на иновативни режими на термична обработка и дресиране, осигуряващи повишена устойчивост (в т.ч. при минусови температури), добра пластичност и заваряемост.

Високоякостните закалени стомани с повишена износоустойчивост имат следните предимства: осигуряват по-леки валцувани изделия, запазващи якостните си характеристики, увеличават якостната товароносимост, съкращават разходите за транспорт, монтаж, ремонт и техническо обслужване; намаляне на теглото на произвежданите изделия. Комбинацията от износоустойчивост, устойчивост на напукване и издръжливост на деформация наложи широко използване на студено валцуваната стомана.

За производството на иновативна високоякостна стомана за производството на прецизни електрозаварени тръби е необходима да се следват следните стъпки:

1. Проучване на пазара за търговия с метали (рулони);
2. Избор на марка ГВ стомана според характеристиките на метала, съобразена със стандарта за производство на прецизни електрозаварени тръби;

За производството на високоякостни СВ ламарини и тръби е необходимо използването на подходяща марка ГВ ламарина. Според условията на доставка съгласно стандарт EN 10305-3 и EN 10305-5 се различават 2 вида по вид обработка: + CR1 + CR2, табл. 1 и 2 вида по състояние на повърхността: S2 и S3, описани в глава 2.

3. Заявка и доставка на рулони;
4. Приемане на рулони (тегло, размер, плавка, механични и химични показатели);
 - 4.1. По сертификат и етикет;
 - 4.2. По контролни замервания;
5. Правят се проби преди студено валцуване за механичните и химични показатели на ГВ рулона;
6. Прави се анализ на получените резултати на механичните и химичните показатели преди валцуване;
7. Избор на режим за работа на ЕРС с размер за студено валцуване според клиентската поръчка;
8. Мониторинг на постигната дебелина, Т и грапавост, Ра, сравняване със стойностите по БДС и EN, при несъответствие се връща за преработка, а при съответствие се предава за последваща обработка;
9. Избор на режим за термообработка в защитна среда според химичен състав (време за реализиране на технологичния процес, време за охлаждане);
10. Избор на процент на деформацията при дресиране- скин пас;
11. Мониторинг, контролни проби след отгряване- вземане на 3 проби от началото, средата и края на рулона;

12. Мониторинг, контролни проби след дресиране- средата на средна лента от рулона (взета при разкрояване на рулона);
13. Анализ на получените резултати, съставяне на протокол, маркиране „ГОДЕН“.

3.8. Съставяне на методика за иновативно измерване на геометричните характеристики на метално пробно тяло чрез 3D компютърен томограф

Методиката при определянето на изследвания на геометричните характеристики (дължина, ширина, равномерност на дебелината) на опитни образци (епруветки) с определен размер е ключова за получаване на надеждни и бързи резултати. Необходимо е изследваният обект да отговаря на изискванията, определени от изискването на стандарта за лабораторно изследване БДС EN ISO 6892-1.

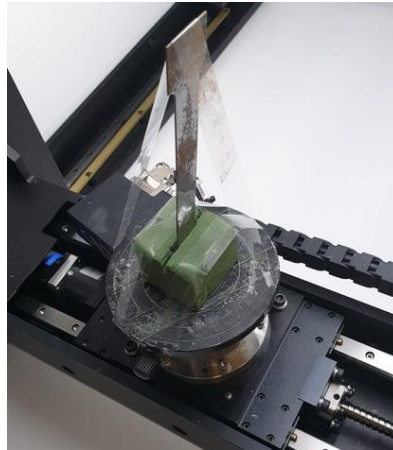
Известен е метод за изследване на пробни тела включващ основа с изработен цилиндричен отвор, в който е поставено цилиндрично въртящо се тяло, завършващо с осево разположена кръгла плоча в горната си част. Върху осево разположената кръгла плоча е поставено пробно тяло. Пробното тяло се изследва от координатно измервателно устройство за анализ с рентгенова сензорна система, включваща източник на рентгенови лъчи и рентгенов сензор, улавящ рентгеновите лъчи [109, 110, 111].

Използването на компютърен томограф е ефективен начин за получаване на ценна информация от изследваните образци като например подробно заснемане и измерване на вътрешните и външни характеристики, което е от изключителна важност при контрол на качеството. Използван е 3D индустриален компютърен томограф Nikon XT H 225. Максимално допустимото тегло, което може да се постави на въртящата маса е 15 kg, а максималните габарити на обекта са 15x15x15 cm.

Въпреки широкият спектър от държачи на използваният томограф, не е налично приспособление, с което да се осигури захващането на детайла. Приспособлението е необходимо да осъществи лесно и бързо захващане, като в същото време да осигури и сигурност и получаване на качествени изходни данни за последваща обработка. Когато детайлът се постави на държача е необходимо позиционирането му чрез 5 осна система. След позициониране, детайла се завърта на 360°, при което се получават рентгени изображения. Тяхната обработка се осъществява чрез специализиран софтуер. При недобре закрепени обекти е възможна проява на артефакти, които да попречат за прецизната обработка на данните от сканираният обект.

На фиг. 3.23 е показан опит за захващане на пробно тяло с налични хващачи. Необходимо е време за закрепване и време за смяна. Допълнително е необходимо и поставянето специална пореста гъба за еднократна употреба, осигуряваща допълнителна стабилност при всеки детайл.

Предложената 3D методика за изследване на епруветки (3D МИЕ) представлява съвкупност от иновативни методи и средства. Методите за изследване, анализ и обработка, съчетават 3D моделиране, 3D принтиране, 3D компютърна томография, изследване вътрешната структура на епруветката (фиг. 3.24) [112].



Фиг. 3.23. Снимка на държач на 3Д компютърен томограф



Фиг. 3.24. 3D методика за изследване на епруветки

За прецизна оценка на геометричните характеристики на пробното тяло и обследване на дефекти с осъществени методи и средства се съставя методика в следната последователност:

1. Избиране на вид епруветка за изследване (според дебелината);
2. Избор на 3D компютърният томограф;
3. Избиране на вид закрепващ държач (според избраната епруветка);
4. Закрепване на държача с епруветката в 3D компютърният томограф;
5. Настройка параметрите за сканиране;
6. Настройка параметрите за реконструкция на обекта;
7. Изследване на зоните чрез специализиран софтуер;
8. Нанасяне на получените резултати в карта за оценка.

3.9.Проектиране на нов тип иновативен държач на пробно тяло/ образец с правоъгълно сечение за 3D компютърният томограф

3.9.1. 3D моделиране на опитни образци

Първият етап от методиката е 3D моделирането. Формата на епруветките е моделирана на 3D Computer Aided Design (CAD) програмен продукт .

След моделираните епруветки с 3D CAD програмен продукт е моделиран и фиксиращ държачи за епруветките.

Полезният модел (Фиг. 3.25) държач за пробни тела се пояснява по-добре със следното примерно изпълнение.

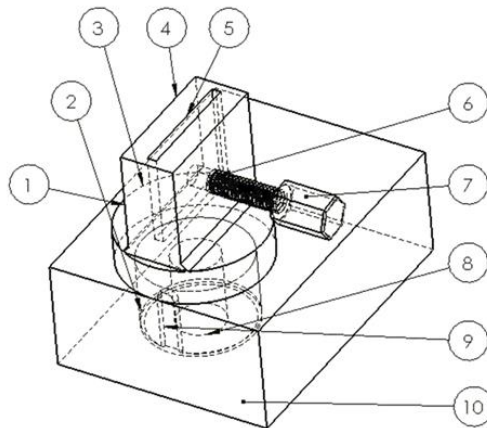
Държача за пробни тела се състои от тяло (1), чиято долна част (2) е цилиндрична, средната част е кръгла плоча (3), осева на долната цилиндрична част (2), а горната част на тялото (1) представлява правоъгълно тяло (4) с изработен в него глух правоъгълен или осев кръгъл глух отвор (5) достигащ до горната повърхност на кръглата плоча (3). Правоъгълното тяло (4) е диаметрално разположено върху кръглата плоча (3), а размера му е равен на диаметъра на кръглата плоча (3).

На едната голяма страна на правоъгълното тяло (4), централно е изработен светъл отвор с резба (6) и към него винт с резба (7).

От долната страна на долната цилиндрична част (2), е изработен глух осев отвор (8) достигащ до долната повърхност на кръглата плоча (3), като от външната страна на долната цилиндрична част (2) е изработен правоъгълен канал (9) достигащ до средната кръгла плоча (3). Тялото (1) се поставя в подвижната плоча (10).

Глухият отвор (5) може да бъде с различни размери в зависимост от вида на пробното тяло.

Предимството на държача за пробни тела е намалено време за поставяне на пробните тела в подвижната плоча (10).



Фиг. 3.25. Моделиран държач.

3.9.2. 3D принтиран държач

3D принтирания държач има за цел да осигурят бърза, лесна и надеждна смяна и закрепване на предоставяните за изследване епруветки. Това е необходимо, поради спецификата на работа на 3D компютърната томография. В последващ етап епруветките се поставят в 3D компютърен томограф за цифровизация, изследване вътрешната структура и определяне на размерите.

Създаване на методика за проектиране на нов тип иновативен държач на плоски пробни тела с правоъгълно сечение, използван при тестването на детайли чрез 3D индустриален компютърен томограф, от които зависи качествено анализиране на геометричните характеристики и структурата на епруветките е необходими да се извършат последователно следните стъпки:

1. Анализиране недостатъците на съществуващият държач и нуждата от създаване на нов тип иновативен държач;
2. Техническа същност:
 - 2.1.Необходима форма на модела щанцово пробно тяло с правоъгълно сечение

- 2.2.Подобряване размерите и допуските на тестваното пробно тяло/ епруветка
- 2.3.Предимства на иновативният държач за тестване на пробни тела/ епруветки;
- 2.4.Проектиране, моделиране и произвеждане на полезен модел на иновативен държач;
3. Използване на полезния модел, монтиран върху 3D индустриален компютърен томограф Nikon XT H 225;
4. Тестване на полезен модел държач на пробни тела;
5. Анализ на получените резултати.

Съставената методика дава възможност за унифициране на изследванията и анализите на опитни образци тип епруветка чрез използване на съвременни методи и средства. Създадените държачи дават възможност за надеждно закрепване на епруветките в 3D компютърният томограф. Определените параметри за томографско сканиране дават възможност за надеждно изследване на вътрешната структура на обекта. Изследването на епруветките в определените зони дава възможност за по-точен контрол при тестването им на якост на опън и скъсване. Създадената карта за оценка дава възможност за натрупване на база данни, както и проследяване цикълът на износване на щанцата.

3.10. Съставяне методика за анализиране характеристиките на пробно тяло преди заточване на щанца

Механичните изпитвания на материали в различни структурни състояния могат да се провеждат лабораторно при строго дефинирани условия, за да се получат конкретни характеристики на механичните свойства. Приложената сила F върху пробно тяло предизвиква неговото деформиране на опън. При провеждане на теста на пробното тяло, формата му трябва да осигурява хомогенно едноосно напрегнато състояние на опън в работната му част. Ще се следи ширината и дебелината на пробното тяло, подготвено с преса и щанца, която е експлоатирана дълго време. Точните стойности на тези параметри са от голямо значение, участващи в изчисляване на параметрите за якост на опън [113].

За провеждане на 3D индустриален компютърен томограф сканиране на предоставените метални образци е необходимо да се извърши следната последователност от действия:

1. Запознаване с нуждата от 3D индустриален компютърен томограф сканиране на метални образци;
2. Поставяне на металните образци в подходяща за монтиране в компютърния томограф основа;
3. Определяне позицията на металния образец спрямо X-Ray лъч;
4. Задаване необходимата сила на лъча;
5. Определяне на необходимия брой прожекции (от 2000 до 8000);
6. Подготовка и избиране на нужните параметри за 3D реконструкция;
7. Анализ на получените резултати;
8. Определяне ширината и дебелината;
9. Измерване с микрометър и шублер;
10. Анализ на получените резултати.

3.11. Съставяне на методика за изследване твърдостта на работни валове на стан за студено валцуване

- Особености при измерването по метода на Рокуел.

Единицата за твърдост при измерването по Рокуел съответства на дълбочината на проникване в материала, равна на 0,002 mm. Колкото по-голяма е твърдостта на един материал, толкова по-малка ще бъде дълбочината на проникване. Основните скали, по които се отчита твърдостта по Рокуел, са HRC, HRB, HRA [114].

При измерването на материали, отличаващи се висока твърдост, се използват накрайници с диамантен конус. Когато методът се използва за изследване на по-меки материали, проникващият в образца накрайник представлява стоманена сфера. Отчитането на измерената твърдост е по т. нар. скала HRB (B-ball).

Измерването по скалата HRA се осъществява чрез определяне дълбочината на проникване на диамантен конус в материала. Разликата между HRA и HRC е в размера на усилиято, което се прилага върху повърхността на материала. Тази разновидност на метода на Рокуел намира приложение за изследване на много твърди материали, подложени на циментация, при които вследствие съществуващата висока повърхностна концентрация на карбиди, диамантеният конус би могъл да се разруши.

При измерване на твърдостта по метода на Рокуел е необходимо повърхността на образца да бъде гладка, без пукнатини, замърсявания и други. Необходимо е да се контролира перпендикулярното прилагане на товара и повърхността на образца, както и образецът да бъде добре закрепен. Необходимо е дебелината на пробата да е най-малко 10 пъти дълбочината на проникване на върха след премахване на основния товар. Също така е добре твърдостта да се измери поне три пъти върху една и съща проба, а получените резултати да се усреднят.

Методиката за изследване твърдостта на работните валове на стан за студено валцуване дава възможност да анализира каква е твърдостта на работен вал след експлоатация в следната последователност:

1. Избор за изследване на работни валове;
2. Запознаване с методите на изследване;
3. Особености при измерване по метода на Рокуел;
4. Анализ на химичния състав на работните валове;
5. Технологични особености при получаване на изделия и заготовки чрез валцуване;
6. Използвани машини за валцуване;
7. Избор на уред за измерване на якост на твърдост;
8. Анализиране на получените резултати.

3.12. Съставяне на методика за механична обработка и грапавост на работните валове за реверсивен стан за студено валцуване

Плановият мониторинг и дигитализацията, провеждана непрекъснато при експлоатация на валовете на ЕРС 700 изисква съставянето на методика (за техническа реализация) на механичната обработка и грапавостта на работните валове в следната последователност [115-123]:

1. Установяване на получените дефекти;
2. Струговане на работните валци;
 - 2.1. Извършване на демонтаж и монтаж на валци;
 - 2.2. Избор на универсален високопроизводителен струг за разстъргване (C13MB);
 - 2.3. Избор на технологична екипировка;

2.4. Определяне режимите на рязане- V_p, t, s, i, z

$$V_p = \frac{\pi n d}{1000} \text{ m/min} \quad (3.12)$$

където n е чистота на въртене на времето m/min

d е диаметър на валове в mm

2.5. Настройки и поднастройки;

2.6. Кинематика на процеса;

3. Шлифване на работните валци;

3.1. Избор на машина за шлифване и екипировка;

3.2. Необходима грапавост за валцуване по стандарт БДС EN, ISO 4287:2006 [124]

Да се осигури $Ra = 1.25 - 0.4 \text{ mm}$ ($Ra = 0.116 - 0.08 \text{ mm}$);

3.3. Избор на материал за шлифване (абразивни дискове/ камъни);

3.4. Настройки и поднастройки;

3.5. Операция шлифване;

4. Грапавост на работните валци- грапавост при работа с различни скорости;

5. Опитни резултати;

6. Анализ на получените резултати.

3.13. Съставяне на методика за тестване грапавостта на нисковъглеродна стомана след студено валцуване на реверсивен стан 700

Тъй като е непрекъснат мониторинга, проследяващ качествените големина: на дебелина и на грапавост (линейна) след студено валцуване на нисковъглеродна стомана на едноклетков реверсивен стан 700- INCO, техническата реализация се извършва в следната последователност [125, 126]:

1. Запознаване с работата, екипировката и управлението на едноклетков реверсивен стан 700- INCO

1.1. Работни валове: размери, усилия на натоварване, скорост на валцуване, препоръки за струговане и шлифване

1.2. Използвана емулсионна среда

2. Препоръчителна технология за валцуване

2.1. Използвани стандарти

2.2. Граници на дебелина: А, В, С по стандарт

3. Грапавост на грапавините по дължините на ЕРС

3.1. Различни геометрични повърхнини

3.1.1. Форми

3.1.2. Посоки

3.1.3. Вдълбнатини

3.1.4. Изпъкналости

Те образуват релеф на дадената повърхнина след СВС

3.2. Определяне на базовите дължини, определящи качествена оценка на грапавост. Грешки при измерване

3.3. Определяне средноаритметичните отклонения на профила

$$Ra \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i) \quad (3.12)$$

където y_i е частни стойности в границата на базовата дължина

4. Избор на апаратура за измерване

5. Провеждане на опитни резултати/ експерименти

6. Анализ на получените резултати

Реално получените стойности получени от опитните резултати ще помогнат да се избегне залепване на метала между витките на СВР.

3.14. Заключение:

Съставени са 13 броя методики, които са в помощ на проведените експерименти в Глава 4. Стриктното спазване на методиките може да допринесе за по-точни резултати и интелигентно изследване. Извършването на експерименти по методиките водят до намаляване на брака при производство на тръби и профили.

1. Метод за технологична подготовка на образец/ епруветка
2. Съставяне на методика за тестване на образец (пробно тяло) за изпитване на якост на опън
3. Съставяне на методика за тестване на линейна пластична деформация на твърдо тяло
4. Създаване на методика и експериментално изследване графиките на въглеродна стомана при опън
5. Методика за подготовка и провеждане на спектрален анализ на метално пробно тяло
6. Съставяне на методика за проследяване механичните характеристики при изпитване на опън на пробни тела на нисковъглеродна стомана при трансформацията ѝ от горещо валцувана в студено валцувана ламарина
7. Съставяне на методика за иновативно производство на високоякостна студено валцувана стомана за прецизни електрозаварени тръби
8. Съставяне на методика за иновативно измерване на геометричните характеристики на метално пробно тяло чрез 3D компютърен томограф
9. Проектиране на нов тип иновативен държач на пробно тяло/ образец с правоъгълно сечение за 3D компютърният томограф
10. Съставяне методика за анализиране характеристиките на пробно тяло преди заточване на щанца
11. Съставяне на методика за изследване твърдостта на работни валове на стан за студено валцуване
12. Съставяне на методика за механична обработка и грапавост на работните валове за реверсивен стан за студено валцуване
13. Съставяне на методика за тестване грапавостта на нисковъглеродна стомана след студено валцуване на реверсивен стан 700

ГЛАВА 4

ОПИТНИ РЕЗУЛТАТИ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧНА ДИАГНОСТИКА НА АВТОМАТИЧНИ МАШИНИ И ЛИНИИ

4.1. Технологична подготовка на образец/ пробно тяло

Пробните тела, наричани още епруветки се подготвят по стандарт, Част 1: Метод за изпитване при стайна температура BDS EN ISO 6892-1.

4.1.1. Форма

Обикновено тестваните образци трябва да имат уширения в двата си края на паралелната дължина, които се захващат за челюстите на машината за якост на опън. Другата причина на тези уширения е да се избегне скъсването на пробата в участъка на захващане с челюстите на машината за изпитване. Паралелната дължина L_c трябва да бъде свързана с краищата на пробното тяло с помощта на криви на преход с радиус от най-малко 20 mm. Ширината на тези краища трябва да бъде $\geq 1,2 b_0$, където b_0 е оригиналната ширина.

Където:

a_0 - дебелината на пробното тяло, mm;

b_0 - ширина на оригиналната дебелина на плоско пробно тяло;

S_0 - Сечение на пробно тяло;

L_c - Паралелна дължина;

L_0 - оригинална габаритна дължина;

L_t - обща дължина на пробното тяло.

4.1.2. Размери на пробно тяло

Размерите на пробното тяло се определят от Таблица 4.1, а допуските се съобразяват според Таблица 4.2. В нашият случай ние сме избрали тип на пробно тяло № 2 с ширина 20 ± 1 mm.

Таблица 4.1. Размери на тестваните образци в mm. [98]

Test piece type	Width b_0	Original gauge length L_0	Parallel length L_c		Free length between the grips for parallel sided test piece
			Minimum	Recommended	
1	$12,5 \pm 1$	50	57	75	87,5
2	20 ± 1	80	90	120	140
3	25 ± 1	50^a	60^a	—	Not defined

^a The ratio L_0/b_0 and L_c/b_0 of a type 3 test piece in comparison to one of types 1 and 2 is very low. As a result the properties, especially the elongation after fracture (absolute value and scatter range), measured with this test piece will be different from the other test piece types.

4.2. Избор на техническо оборудване

4.2.1. Машина за тестване на якост на опън

Всички механични тестове на металните образци по време на различните етапи на обработката се извършват с универсална електромеханична тестова машина WDW-300 (Фиг. 4.1.). Серията WDW от контролирана с микрочип електронна универсална машина за тестване е предназначена главно за опън, компресия, огъване, срязване, обелване, разкъсване, абразия върху метал, гума, пластмаса, влакна, кожа, плътка, тел, кабел, строителни материали, дърво за проверка техните механични характеристики.

Таблица 4.2. Допуски при ширината на пробата в mm. [98]

Nominal width of the test piece	Machining tolerance ^a	Tolerance on shape ^b
12,5	$\pm 0,05$	0,06
20	$\pm 0,10$	0,12
25	$\pm 0,10$	0,12

^a These tolerances are applicable if the nominal value of the original cross-sectional area, S_0 , is to be included in the calculation without having to measure it.

^b Maximum deviation between the measurements of the width along the entire parallel length, L_c , of the test piece.

Това е нов тип машина за тестване на материали, включваща комбинацията от последно поколение зелена електронна технология и гениален дизайн на механичната трансмисия, демонстриращ ниска консумация на енергия в режим на готовност, намален шум при работа, удължен експлоатационен живот и липса на замърсяване на околната среда [127].



Фиг. 4.1. Универсална машина за якост на опън WDW-300

Това оборудване е с усъвършенствана структура, която позволява по-стабилни товари и прецизно управление. Той използва водещия високопроизводителен контролер АЕС-1200, който обикновено е оборудван с машини за тестване на материали от висок клас. Механичните компоненти си сътрудничат с пионерския модул софтуер за компютърно тестване Test Live, за да гарантират стабилността, прецизността и надеждността на цялата система.

Максималното натоварване на опън е 300kN, точността на натоварване е 0,5%. Оборудването може да тества плоски образци от 0 до 20 mm и кръгли образци от 6 до 60 mm. Челюстните глави с обхват до 20 mm работят с хидравлика, а челюстните глави по-големи от 20 mm се затварят ръчно. Скоростта може да бъде от 0,005 mm/min до 500 mm/min.

4.2.2. Машина за спектрален анализ

Другото използвано устройство за контрол на качеството е BRUKER Q2 ION OES метален анализатор [128, 129]. Спектрометърът Q2 ION (фиг. 4.2) извършва металния анализ за 30 секунди. Работи с аргон. Това е универсална многоматрична система за цялостна проверка и качество на входящия материал на метални сплави. Основните му приложения и металните матрици включват мед, алуминий и желязо при по-малки леярни, инспекционни фирми, рециклиране на метали и производители на метали.



Фиг. 4.2. Спектрометърът Q2 ION

4.3. Подготовка на пробно тяло/ образец за щанцоване

В конкретният случай пресата, която се използва е хидравлична с единична шанца за рязане с просто действие със заготовка. Щанцата за пресата е произведена в инструменталният цех на фирмата според изискванията, които трябва да се изпълнят за изработката на желаният образец за пробно тяло. Отворът на щанцата за поставяне на заготовка е с размери $V \times Ш - 300 \times 40 \text{ mm}$ (фиг. 4.3). Щанцата е с гилотинни ножове и след дълга употреба по повърхността на пробното тяло има ръбче, което трябва да се зачисти или ножовете на матрицата да се заточат. Второто е препоръчително.

За да се направи коректна проба за якост на опън - листа ламарина, който се използва трябва да е по посока на валцуване, а от там следва, че не може да се отреже просто една ивица от дължината на рулона, който е със средна ширина от 520 mm. Поради тази причина се налага и по-голям разход на метал. Минималната дължина на листа ламарина трябва да е минимум 300 mm, за да има достатъчна дължина и да се подготви правилно пробата. От там следва, че се получава лист ламарина с размери 300x520 mm, от който се изрязва ивица с помощта на гилотинна ножица.

Полученото пробно тяло е със следните размери:

- b_0 - 20 mm, ширина на уширенията 30 mm;
- L_c - 120 mm;
- L_0 - 80 mm;
- L_t - 180 mm.



Фиг. 4.3. Заготовка за пробно тяло, епруветка преди и след тестване

4.4. Подготовка при оразмеряване и линейна пластична деформация на метално пробно тяло

С помощта на микрометър се измерва на три места диаметърът $/d_0/$ или дебелината на пробните тела по дължината на работния участък с точност до 0,01 mm. По измерения най-

малък диаметър/дебелина се определя площта на напречното сечение S_0 . След това върху работния участък се нанася изпитвателната дължина l_0 . Тя зависи от сечението и от вида на пробния образец. За получените метални епруветки се разчертават на $l_0 = 80 \text{ mm}$. При кръгло напречно сечение има стойности $l_0 = 10 \cdot d_0$ за дългите и $l_0 = 5 \cdot d_0$ за късите пробни образци. При правоъгълно напречно сечение с площ S_0 , те са съответно $l_0 = 11,3\sqrt{S_0}$ за дългите и $l_0 = 5,65\sqrt{S_0}$ за късите образци. За предпочитане е използването на къси пробни образци. Това разчертаване се прави, за да може след тестването ѝ да се изчисли удължението $A_{80}\%$, mm [130-136].

След обозначаването на изпитвателната дължина l_0 главите на пробния образец се поставят центрирано в челюстите на изпитвателната машина и се натоварват плавно (постепенно) на опън, показано на фиг. 4.4. С постепенното нарастване на опънната сила, пишещото устройство започва да чертае графика - опънната сила/ удължение.

Първоначално с нарастването на опънната сила стрелката на силомера също се движи равномерно, което отразява закона на Хук. За някои стомани при по-нататъшното увеличаване на силата тази зависимост се нарушава, а при определено натоварване стрелката започва да се колебае в известни граници, като пробното тяло продължава да се удължава. Това е моментът на достигане на т.н. физическа граница на провлачване.



Фиг.4.4 Образец в процес на изпитване

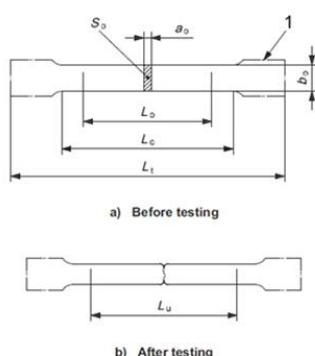
На фиг. 4.5. е показано пробно тяло с уширение за захващане в челюстите на машината за опън. В подточка а) се вижда изглед на пробно тяло преди скъсване, където L_0 е началната габаритна дължина, изразена в mm. При подточка б) е показано същото пробно тяло след тестване, чрез скъсване на епруветката на две части, където L_u е дължината след тестване. При зададени начални параметри на пробното тяло, фиг. 4.5 и получената графика се изчислява удължението при максимална сила и удължението след скъсването му.

На фигура 4.6 е показана графика, която е типична за тестване на якост на опън. Показани са определения за удължение, необходими за анализа на пробно тяло, където:

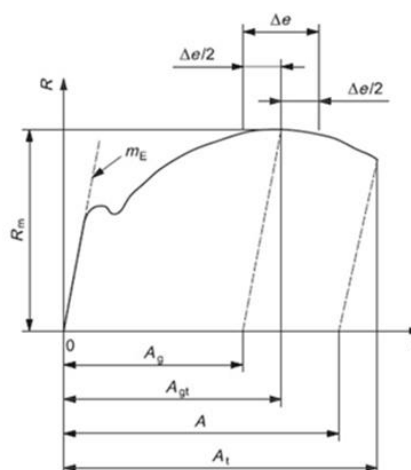
- A е процентно удължение след скъсване (изчилено от екстензометъра или директно от пробното тяло)- $A\% = \frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100$;
- A_g е пластично удължение при максимална сила- $A_g\% = \left(\frac{\Delta L_m}{L_e} - \frac{R_m}{mE} \right) \times 100$;
- A_{gt} е тотално процентно удължение при максимална сила- $A_{gt}\% = \frac{\Delta L_m}{L_e} \times 100$;
- A_t е тотално процентно удължение след тоталното скъсване;

- „ e “ е процентно удължение; $At\% = \frac{\Delta L_f}{L_e} \times 100$;
- m_E е наклона на еластичната част от графиката напрежение-процентно удължение;
- R е напрежение;
- R_m е якост на опън- $Rm\% = \frac{F_{max}}{S_0} \times 100$;
- Δe е зона на удължаване;
- L_e е обхвата на измерване (екстензометъра)

За да сме сигурни в резултата е необходимо да се направят минимум по 3 измервания. Крайният резултат е осреднената стойност от всички измервания.



Фиг.4.5. Механично изработени тестови образци с правоъгълно напречно сечение: а) преди тестване, б) след тестване



Фиг.4.6. Графика, типична за тестване на якост на опън

В таблица 4.3 е представен пример за изчисляване на удължението на пробно тяло при якост на опън на метално пробно тяло от нисковъглеродна стомана. Тестовите са направени на машина за тестване WDW-300, произведена в Китай.

Таблица.4.3 Начални, крайни и изчислени параметри за удължение на пробно тяло

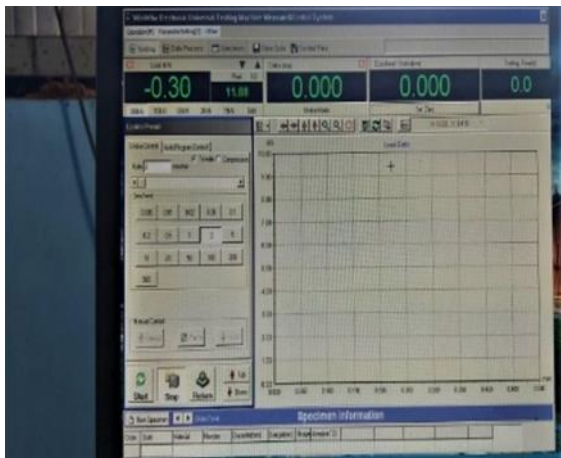
Начални параметри		Параметри след скъсване		Изчислени параметри	
a, mm	20	Fm, kN	8.28	Rm, MPa	360
b, mm	1.15			A, %	32
Lo, mm	80	Lu, mm	106	At,%	31.5
So, mm	23			Agt,%	22.5
Le,mm	120	mE,MPa	240	Ag,%	21

4.5. Експериментално изследване на образци от въглеродна стомана при якост на опън

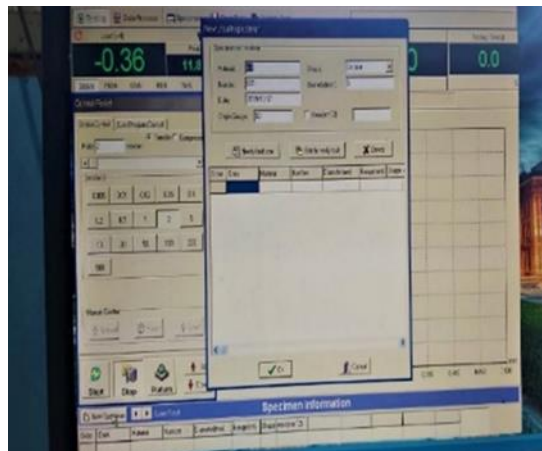
4.5.1. Инициализиране на входни параметри при тестване на якост на опън

След подготовката на пробното тяло, геометричните параметри се въвеждат в софтуерна програма за обработка на данни WinWDW Electronic Universal Testing Machine

фиг. 4.7 и фиг. 4.8. Тестваният материал, от който са изработени образците/епруветките е с марка стомана DC01(1,0330)= 08kr.



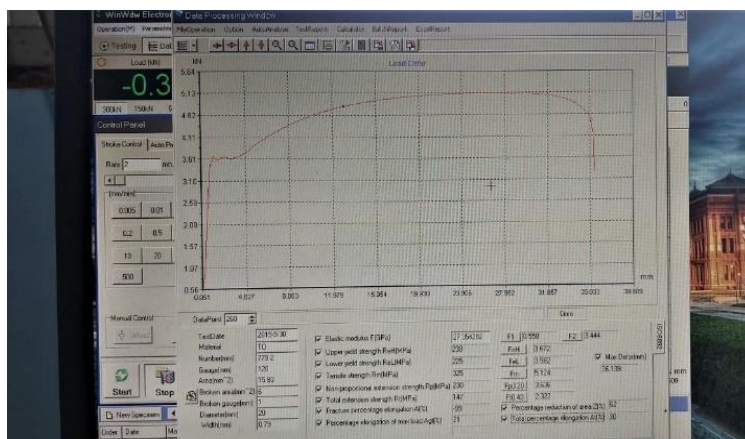
Фиг.4.7 Програма за обработка на данни WinWDW



Фиг.4.8 Въвеждане на данни за пробното тяло

Данните, които се въвеждат са вида материал, номер на пробното тяло, дата, разстояние между челюстите, форма (кръг- плътен, тръба, правоъгълник и др.), диаметър, ширина, дължина или площ.

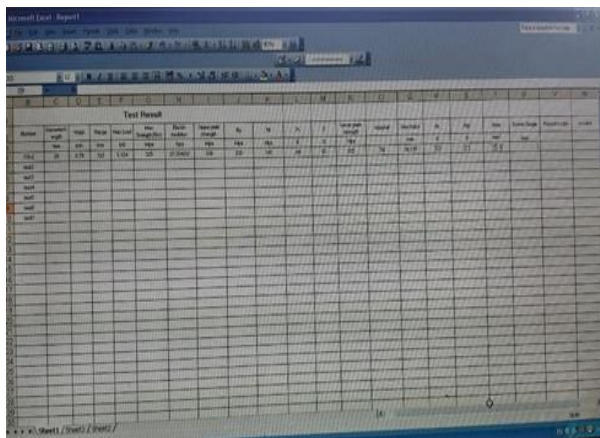
Най-голямото значение на опънната сила, което предшества разрушаването на пробното тяло, се обозначава с F_{max} . До F_{max} удълженията са били равномерни по цялата дължина, но след това силата бързо намалява, а пробния образец получава местна деформация – “шийка”– и се къса. Силата в момента на скъсване на образца $F_{ck} = F_{max}$, показано на фиг. 4.9.



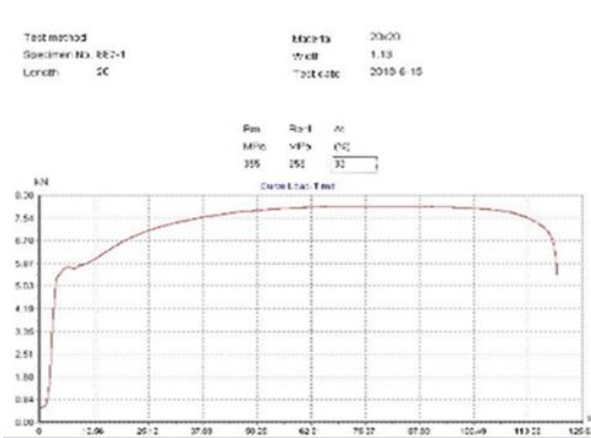
Фиг.4.9 Графика и резултати на скъсана епруветка

4.5.2. АНАЛИЗ НА ПОЛУЧЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ

С цел по-лесната обработка на резултатите се експортират във файл на Excel (фиг. 4.10), където могат да се систематизират според необходимите параметри. Също така директно от програмата може да се изготви тест репорт с графика и желаните параметри, които е необходимо да фигурират в отчета.



Фиг.4.10 Експортирани резултати в Excel



Фиг. 4.11 Графика на ГВ метал

Тествана проба е на доставена суровина, която е от горещо валцуван рулон (ГВР). Механичните показатели са с добри параметри и метала е с добра пластичност. Графиката е с ясно изразена граница на провлачване, типична за ниско въглеродна стомана, показана на фиг. 4.11.

Чрез извършването на тези експерименти се помага за следващите технологични операции на валцоване и определяне на подходящ режим на отгряване, за да се постигнат желаните стойности на механични показатели на крайният продукт- тръби и профили.

След провеждане на изпитанието софтуерната програма за обработка на данните изчислява параметрите, описани в Таблица 4.4. Единствено относителното удължение A80,% се изчислява ръчно като се измерва от епруветката, посредством шублер.

Таблица 4.4 Изчислени параметри при якост на опън

Параметри след скъсване, изчислени от програмата/ графиката		Изчислени параметри от компютъра				Ръчно изчислени параметри	
F _m , kN	5,124	R _m , MPa	325	E, GPa	27,35	A ₈₀ ,%	34
F _{eH} , kN	3,672	A _{gt} , %	21	Re _H , MPa	230		
F _{eL} , kN	3,582	A _t , %	30	Re _L , MPa	220		
δ, mm	36,14	R _p , MPa	230	Z, %	62		
		R _t , MPa	147				

4.6. Изследване на химичните показатели на въглеродна стомана

При доставката на рулоните те пристигат със сертификат за качество, в което са описани кога са произведени горещо или студено валцуваните рулони, плавката, фабричният номер на рулона, теглото им, размера, на кой стандарт отговарят, химичните

и механичните показатели. За да е сигурно, че параметрите са верни задължително се правят контролни измервания на всички характеристики. Целта е да се сведе до минимум грешка в изготвянето на режимите на работа и получаването на удовлетворяващи стойности на метала след неговата преработка. След заприходяването на рулоните данните на всеки рулон се вписват в дневник. Прави се анализ на проби от всеки рулон и се сравнява с данните от сертификата. Освен това се прави и сравнение с данните, на които трябва да отговарят по стандарт за съответната марка стомана, Таблица 4.5.

Таблица 4.5 Данни от хим. анализ на ГВ Рулон, марка стомана **S235JR**

	C	Mn	Si	Al	Cu	Забележка
	%	%	%	%	%	
Данни по сертификат	0,17	0,87	0,018	0,055	0,012	отговаря на стандарта
Контролна проба	0,17	0,92	0,02	0,05	0,016	
Данни за стандарт S235JR, <u>max</u> ст-ти	0,17	1,4			0,55	

В повечето случаи стойностите на химичният състав отговарят на посочените в сертификата стойности, но има случаи в които се получава голямо разминаване както е представено в Таблица 4.6. Това води до разминаване в стойностите на механичните показатели в по-високи граници, което ако не е съобразено ще има проблем при технологичния процес.

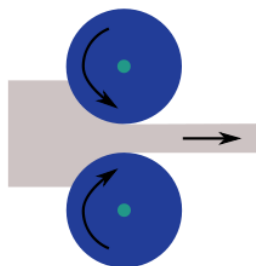
Таблица 4.6 Сравнение на химични и механични показатели по сертификат и след тест

Вид	Марка	№ плавка	Химичен състав				Rm (Mpa)	Re (Mpa)	A,%
			C	Mn	Si	Al			
Данни по сертификат	DD11	915921	0,06	0,24	0,008	0,320	386	285	33
Контролна проба			0,08	0,26	0,012	0,033	410	335	29

4.7. Технологична постановка и опитни резултати от трансформация на механичните характеристики от ГВР към СВР

За изследването е използван едноклетков стан (Rolling Mill with one roll), при който толерансите на валцуване са от 2,3 mm до 0,5 mm (фиг. 4.12) дебелина на ламарината, ширина на лентата 550 mm. След получаване на крайната дебелина параметрите на якостта на опън се увеличават двойно и атомите на кристалната решетка се разместват. Метала е станал от пластичен в крехък и се налага термообработка след която да се пренаредят атомите в кристалната решетка и металът отново да стане пластичен [137-142].

В изследваната работа е използван метал със входна дебелина 2 mm и ширина 550 mm, тегло на рулона 6 t. Изходната дебелина след валцуване е 1,13 mm, след 3 пъти преминаване през реверсивните ролки.

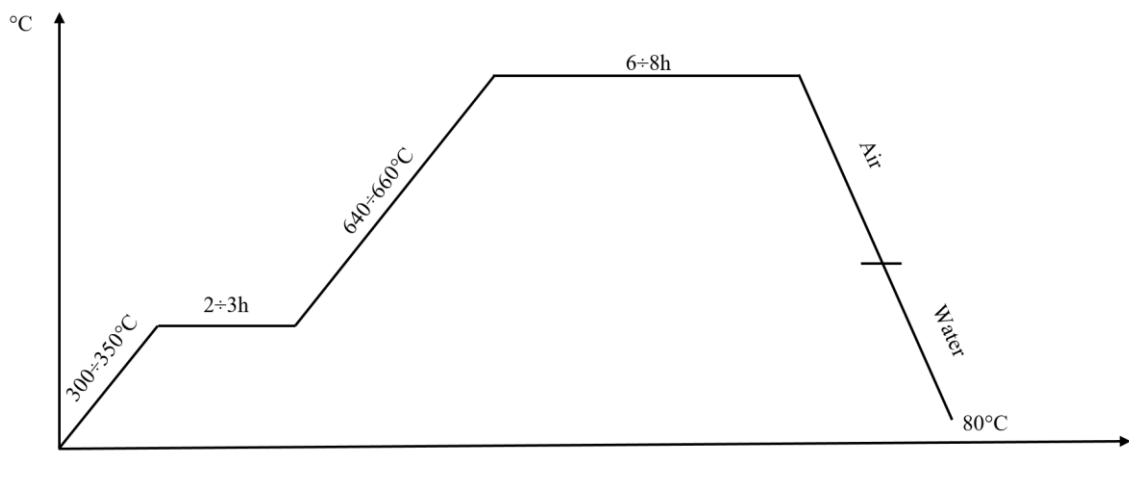


Фиг. 4.12. Схематично представяне на процеса валцуване [143].

4.7.1. Термообработка на метала

➤ Диаграма на състоянието Fe-C

Диаграмата на състояние (фиг.4.13) на системата желязо-въглерод е графично представена за конкретният случай на фазовото състояние на желязо-въглеродните сплави в зависимост от химичния им състав, общия обем на теглото в пещта и температурата.



Фиг. 4.13. Диаграма на състоянието на желязо-въглерод.

При температура от около 700 °C (това е минималната температура), при която може да се закалява стоманата. В съвременните представи, това е температурата на аустенитното евтектоидно превръщане в стоманата.

➤ Методологията от диаграмата на фиг. 4.13 е описана чрез процеса на термообработка, който протича на 5 етапа:

- 1) Продувка;
- 2) Нагряване на метала до 350°C за период от 3 часа;
- 3) Последващо нагряване на метала от 300°C до ~650°C за период от 6 часа;
- 4) Въздушно охлаждане, докато металът достигне до 300°C;
- 5) Водно охлаждане от 300°C до 80°C.

По време на цикъла на огряване протича защитна газ, която е смес от 96% азот и 4% Водород. Първият етап (продувка) е изключително важен процес и неизменна част от цикъла, защото целта на преминаването на тази защитна газ е да изгони кислорода,

който се намира в пространството между рулоните. В противен случай ще се получи окисление на метала.

Рулоните са поставени един върху друг, разделени по между им с решетки и се захлупват със специални калпаци с нагреватели за процеса на нагриване и охладителни кули, съответно за процеса на оглаждане. Целият цикъл на термообработка протича в рамките на 48 часа за една пещ от 30 тона метал. През този период отново са се подредили атомите в кристалната решетка на метала и механичните показатели са се върнали почти в първоначалното си състояние.

4.7.2. Опитни резултати

Показан е химичният състав на изследваната стомана в Таблица 4.7. Механичните свойства по време на различните етапи на обработка на метала са показани в Таблица 4.8.

Таблица 4.7 Химичен състав на изследваната стомана

C	Mn	Si	P	S
%	%	%	%	%
0.06	0.19	0.01	0.008	0.007

Изследваната ГВ стомана е произведена в Румъния от ArcelorMittal Galati S.A.

Таблица 4.8 Механични характеристики повреме на различни етапи от технологичния процес

	Rm	Re	A
	Mpa	Mpa	%
ГВР	390	305	32
СВР	695	695	2.5
След отгряване	355	255	33
След дресиране	365	330	25

За изпитваните образци е зададена скорост от 20 mm/min.

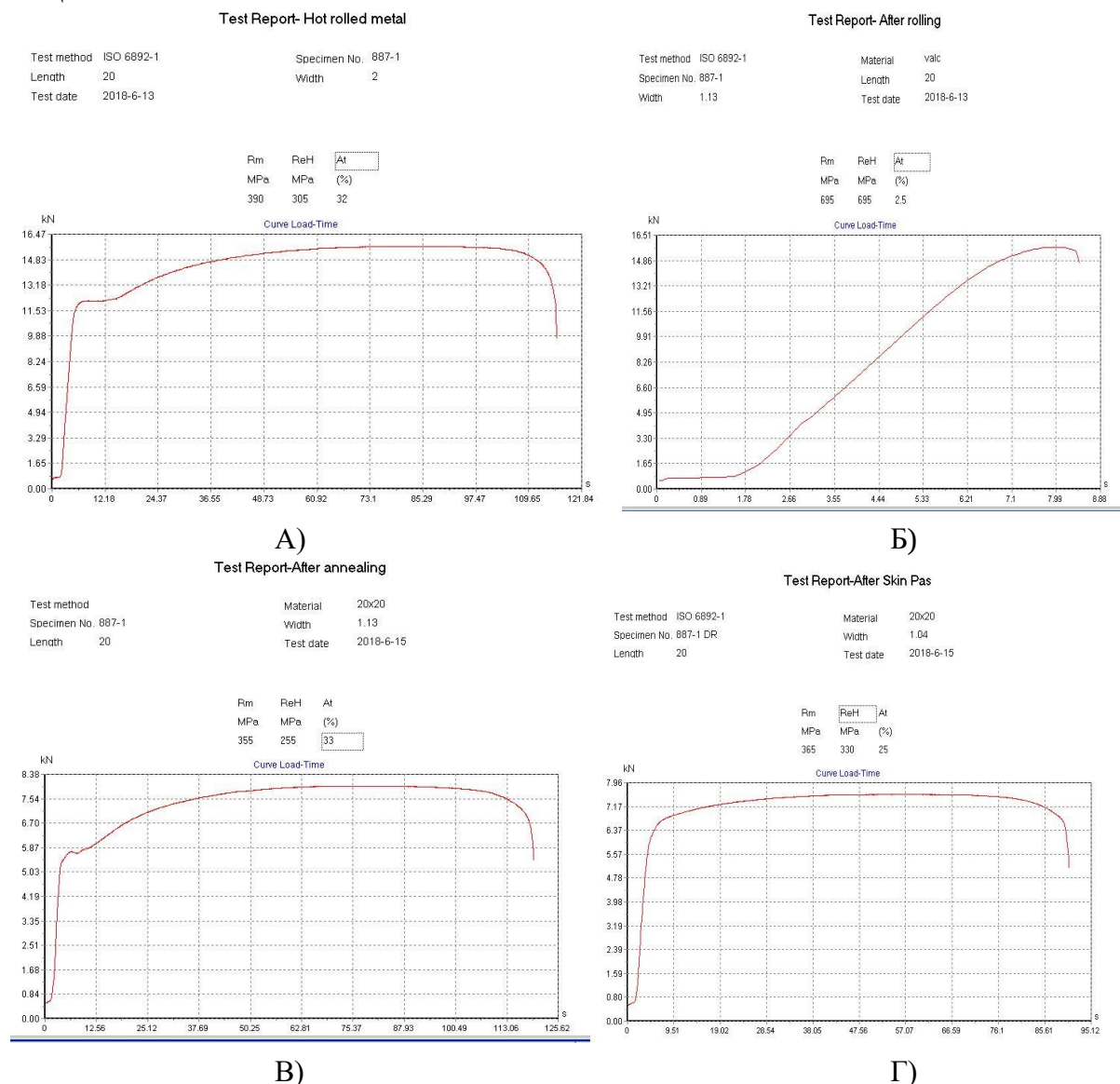
4.7.3. Диаграми от тестване на якост на опън

На фиг. 4.14а са представени механичните показатели на горещо валцувания метал. На диаграмата ясно се вижда, че метала проявява пластични необратими свойства. Удължението е изчислено по формулата: $\varepsilon_x = \frac{\Delta l}{l} \cdot 100\%$. То е използвано за всичките графики. Натоварването нараства бързо, тогава имаме изпитване при динамично натоварване. Основната цел на експеримента е да се получи зависимостта между нормалното напрежение и осовата деформация на опитното тяло. Тази зависимост се нарича работна диаграма на материала.

На фиг. 4.14 б) е показана работната диаграма на метала след студеното валцуване. Вижда се, че диаграмата няма граница на провлачане. За такива материали се дефинира

условна граница на провлачане $f_{0.2}$, равна на напрежението, при което остатъчната деформация е 0,2 %. Металът вече от пластичен е станал крехък и се е уякчил двойно и вече са извън норма параметрите, на които трябва да отговаря метала. За да възстановим метала в неговото нормално състояние се налага да претърпи термична обработка. Режима, който е определен в съответствие с неговия химичен състав и тегло на цялата пещ е 300°C/ 2ч; 650°C/6ч.

На фиг. 4.14 в) е изобразена диаграма на механично изпитание на стоманата след неговата термообработка (heat treatment). Резултатите показват, че метала е възстановил неговата пластичност и температурата, която му е приложена е подходяща за постигане на целта.



Фиг. 4.14 Диаграми от тестване на якост на опън:

А) ГВР, Б) СВР, В) след отгряване, Г) след дресиране

След отгряването, всичият метал, който се работи, задължително преминава през 1 последен пас на валцуване (skin pas), фиг. 4.14 г), който е минимален с 3% деформация. Той не оказва почти никакво влияние върху механичните показатели, но влияе благоприятно върху външния вид на метала (Прави го по-гладък и разлепва витките на

рулона, ако се е получило залепване след процеса на термообработка). Единствено границата на провлачване се повишава леко.

4.8. Иновативно производство на високоякостна стомана

4.8.1. Предшестваща технология

Нуждата от високоякостна студено валцувана (СВ) ламарина възниква от необходимостта от намаляване на теглото на произвежданите изделия и по-високата издръжливост на натоварване [158-161].

За произвежданите вече изделия се използва марка стомана 08кп, DC01 съгл. стандарт EN 10130: 2006 и DD11 съгл. стандарт EN 10111-2009, които са с ниски механични и химични показатели. С тях могат да се произведат марки стомани с условие на доставка: +CR1(E195 и E235) и +CR2 (E220 E260). Това наложи проучване на друга марка стомана за входяща суровина, от която да може да се произведе високоякостна СВ (ВЯСВ) ламарина. След изработване на технология за ВЯСВ ламарина може да се намали дебелината на съществуващите тръби и същевременно да се увеличи якостта им. По този начин освен, че се запазва издръжливостта на изделието/конструкцията, но се намаля значително неговото тегло, увеличават се линейните метри на валцуваната ламарина, което води до икономия.

След проучване на пазара за търговия с метали, на различни производители като Магнитогорск, Запорожстал, Арселор Митъл, ЧолакоГлу и Смедерево, сертификатите на марка стомана S235JR (EN 1.0038 Steel), Стандарт EN 10025-2 показват технически спецификации на химични и механични характеристики Таблица 4.9:

Таблица 4.9. Диапазон на механични и химични характеристики на стомана S235JR

STEEL GRADE	MECHANICAL PROPERTIES MINIMUM VALUES			CHEMICAL COMPOSITION % MAX				
	STRESS Rm N/mm2	YIELD POINT Re N/mm2	A %	C	Si	Mn	P	S
S235JR	400÷460	305÷350	28÷31	0,12÷0,16	0,01÷0,03	0,40÷0,52	0,020÷0,036	0,005÷0,020

От направеният анализ на данните се установи, че тази марка стомана се доближава до изискванията на E320 и E370. Посочените резултати в таблицата са от производител Магнитогорск, Арселор Митъл и ЧолакоГлу, а на Запорожстал и Смедерево са с по-ниски стойности при границата на провлачване.

На база на осъществени експериментални данни и анализи е изработен технологичен режим за производство на тръби с марка E320 и E370, стандарт EN 10305-3 и EN 10305-5 в зависимост от входните данни на материала, химичният състав и механичните показатели.

Стандарта на марка стомана S235JR регламентира максимална стойност на въглеродният еквивалент:

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15} \leq 0.35 \quad (4.1)$$

За производството на стандарт E320 най-добрите стойности на CEV са $0,23 \div 0,30$

4.8.2. Технологичен режим и опитни резултати

Направен е анализ на горещо-валцуван рулон от производител Арселор Митъл с марка стомана S235JR отговарящ на стандарт EN 10025-2 с входящ размер от 2,0x1010 mm. Измерени са механичните (R_m, M_{pa} ; R_e, M_{pa} ; A, %) и химичните показатели (C, %; Mn, %; Al, %) и са сравнени с тези описани по сертификат от доставчика, табл. 4.10, колона 1, 2, 5 и 6. Данните са анализирани според стандарт БДС EN_ISO_6892-1. [8]

След анализиране на входните параметри на ГВ суровината, които показват, че материалът е подходящ за производството на стомана E320, металът се разкроява на необходимата ширина, байцва се (повърхностно почистване от окалина, корозия и мръсотия) и се изготвя задание за валцуване според желаната дебелина. В нашият случай желаната дебелина е 1,0 mm. Броят на пасовете на валцуване и деформацията се определят според началната и крайната дебелина на металът. При определянето ѝ винаги се спазва определена закономерност:

- 1-ви пас: до 25% деформация
- 2-ри пас: до 20% деформация
- 3-ти пас: до 20% деформация
- 4-ти пас: до 20% деформация
- 5-ти пас: до 20% деформация
- 6-ти пас: до 20% деформация

Таблица 4.10. Резултати от мех. и хим. изпитания на ГВ и СВ рулон, марка стомана E320

Данни на ГВ рулона-контрола			Данни на ГВ рулона-по сертификат			Данни след термообработка			Данни след д्रेसиране, среда		
1			2			3			4		
R_m, M_{pa}	R_e, M_{pa}	A, %	R_m, M_{pa}	R_e, M_{pa}	A, %	R_m, M_{pa}	R_e, M_{pa}	A, %	R_m, M_{pa}	R_e, M_{pa}	A, %
410	310	34	385	300	34	400	300	30	430	350	24
Преход на механични характеристики от ГВ в СВ											
Химичен анализ											
Контрола						По сертификат					
5						6					
C, %	Mn, %	Al, %	C, %	Mn, %	Al, %	C, %	Mn, %	Al, %	C, %	Mn, %	Al, %
0,011	0,39	0,015	0,09	0,4	0,01						

При валцуването от 2,0 mm на 1,0 mm броят на пасовете са 3:

- 1- 2,0 mm → 1,55 mm 22,5%
- 2- 1,55 mm → 1,25 mm 19,4%

3- 1,25 mm→1,0 mm 20%

След режима на валцуване се определя режима на отгряване и % деформация при дресиране (скин пас). Процеса на отгряване се състои от няколко етапа:

- 1) Продувка- 1 час (с цел изгонване на кислорода, посредством защитна газ от азот и въглерод)
- 2) 1-ва задръжка- 350 °C/3ч: Нагряване на метала до 350 °C в продължение на 3 часа
- 3) 2-ра задръжка- 620 °C/ 20 мин. на всеки тон (полигонизация): Повишаване на температурата до 620 °C, а времето се определя според количеството метал в тонове за всеки час. Например при стенд с тонаж 24 т, се получават 8 часа.
- 4) Охлаждане с въздух до 300 °C
- 5) Охлаждане с вода от 300 °C ÷100 °C
- 6) Разопаковане на рулоните и естествено охлаждане до 40°C

За правилното отчитане на резултатите след отгряване е необходимо да се поставят три проби на различни места, симулирайки вземането на проба от началото, средата и края на рулона. Резултатите от 3-те проби се осредняват.

Създадената методика за отгряване понякога се налага да бъде коригирана в зависимост от параметрите на входната суровина и желаната крайна дебелина на СВ ламарина- а именно температурата и времето на отгряване.

След термообработката, рулоните преминават през още един етап- дресиране/ скин пас. Това е процес, при който рулона преминава отново през валцовия стан с минимален % на деформация. Чрез него метала става по-лъскав и повърхностно уякчен. В зависимост от това коя марка стомана искаме да постигнем, процента на деформация при дресиране след отгряване е различен. Табл. 4.11.

Таблица 4.11. Процент на деформация при различни марки стомана

Марка стомана	% Деформация	Марка стомана	% Деформация
E320	3	E275	10
E370	4,5	E355	15
E420	6		

За постигането на стомана E320, процента на деформация е най-малък- 3%. След термообработка механичните характеристики са се възстановили до приблизително първоначалните, които се доближават до нормата за стандарт E320. Чрез дресирането леко се повишават параметрите, което ни гарантира съответствието на стандарта. Данните от механичните изпитания след отгряване и дресиране са показани в таблица 4.26, колона 3 и 4. Получените резултати отговарят на марка стомана E320 съгласно стандарт EN 10305-3 и EN 10305-5 за производство на прецизни електрозаварени стоманени тръби и профили.

4.9. Заточване на щанца

Поради разнообразието в твърдостта и дебелината на заготовката е трудно да се каже след какъв период от работа се изхабяват гилотинните ножове на щанцата. По

наблюдения за нуждите и натовареността на текущото производство се налага заточване през средно 2 години.

За правилното тестване на механичните показатели, линейните му размери (ширина и дебелина) трябва да се следят и дали ножовете на щанцата да не изхабят. При изхабени ножове се наблюдава загуба на равномерност по цялата площ [144, 145].

На фиг. 4.15 е показано пробно тяло с наличието на ръбчета (усенъци) в участъка на срязване преди заточване на пресата (обозначени с елипсовидни форми на фигурата). Детайлът е взет от последната партида преди спирането на машината за заточването на гилотинните ножове на щанцата в цеха на фирмата.



Фиг. 4.15. Пробно тяло с усенъци (преди заточване на пресата)

4.9.1. Анализ на геометричните характеристики с микрометър и шублер и чрез 3D компютърен томограф преди заточване на щанца за отсичане на метални образци

Направен е анализ на линейните размери на 10 бр. тестови образци с едни и същи параметри по два начина: чрез микрометър и шублер, както и чрез 3D компютърна томография, като тестовото тяло е измерено в 3 зони, всяка зона се измерва в 3 точки: отгоре (на едно място близо до ръбовете) , средна (3 точки се правят последователно отляво надясно на работната зона) и отдолу (отсрещната страна на тестовата проба близо до краищата). Изпитваната проба трябва да съответства на дебелина $1,0 \pm 0,15$ mm и ширина $20,00 \pm 1$ mm. Експерименталните резултати на един от образците от измерванията са показани в таблици 4.12 и 4.13.

Таблица 4.12. Стойности на пробно тяло, измерени с микрометър и шублер

Позиция на пробата при измерването		Ширина, mm (b)	Дебелина, mm (a)
Горе	1	20,00	0,96
	2	20,01	0,96
	3	19,99	0,95
	Δ	20,00	0,96
Среда	1	20,01	0,97
	2	20,02	0,96
	3	20,02	0,96
	Δ	20,02	0,96
Долу	1	20,01	0,95
	2	20,00	0,95
	3	20,00	0,96
	Δ	20,00	0,95

При привеждане на средноаритметичната стойност на измерените ширини и дебелини на тестовото тяло ще се получат следните параметри:

- Стойностите на пробите, измерени с микрометър и шублер

a= 0,96 mm; b= 20,01 mm

- Стойностите на пробите, измерени с 3D компютърна томография

a= 0,99 mm; b = 20,07 mm

Ако направим симулация на изпитване на якост на опън, Таблица 4.14 при сила F= 6,5 kN, тя ще бъде изчислена по формула $Rm\% = x100$ и площ на напречното сечение $S= a.b$, ще получим следните стойности:

Таблица 4.13. Стойности на пробно тяло, измерени с 3D компютърен томограф

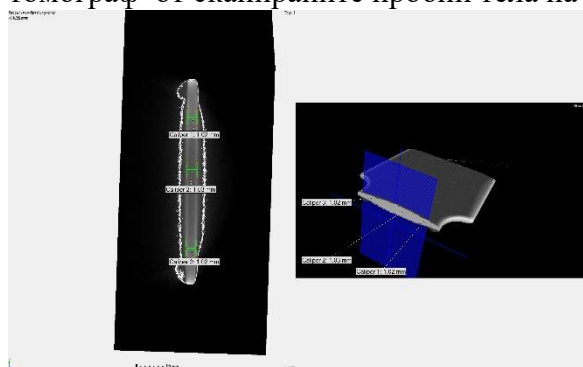
Позиция на пробата на при измерването		Ширина, mm (δ)	Дебелина, mm (t)
Горе	1	20,06	1,02
	2	20,06	1,03
	3	20,03	1,02
	Δ	20,05	1,02
Среда	1	20,08	0,91
	2	20,09	1,03
	3	20,09	0,86
	Δ	20,09	0,93
Долу	1	20,09	1,02
	2	20,09	1,01
	3	20,07	1,01
	Δ	20,08	1,01

Таблица 4.14: Симулация на изчисление на якостта на опън

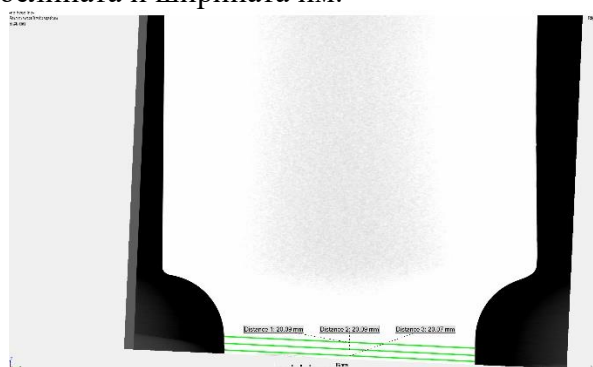
Измерени с:	S, mm	Rm, Мра
микрометър и шублер	19.2096	338
3D СТ	19.8693	327

Резултатите показват, че стойностите на пробите, измерени с микрометър и шублер, се различават от тези, измерени с 3D компютърна томография.

На фигури 4.16 и 4.17 са представени е изображения от 3D компютърния томограф от сканираните пробни тела на дебелината и ширината им.

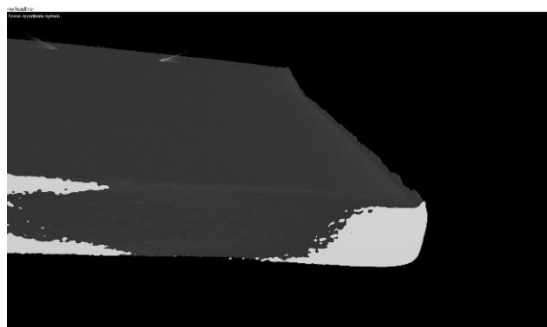


Фиг. 4.16 Измерена дебелина с 3D томограф

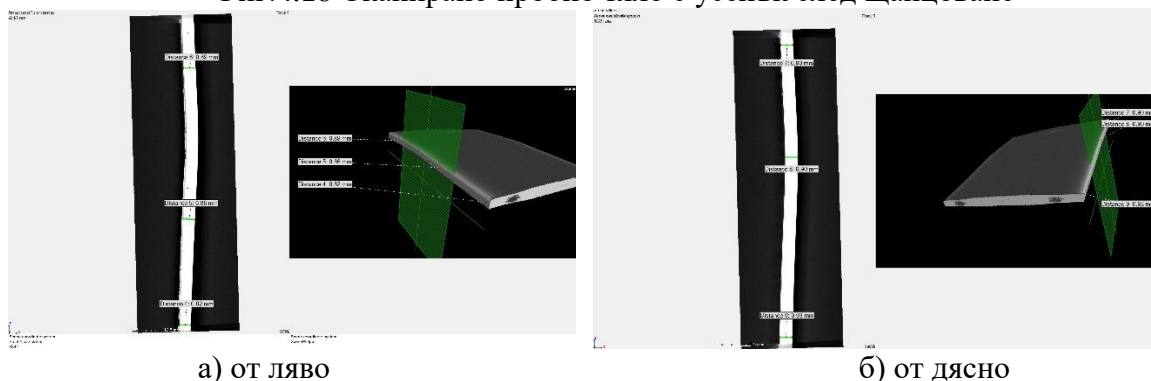


Фиг.4.17 Измерена ширина с 3D

При отсичането на пробното тяло чрез щанцоване, при по продължителна работа се получава износване на ножа. Това явление се наблюдава на фиг. 4.18. Височината на усенъка, който се получава е измерен посреством 3D томограф. Размера на получения усенък е 0,18 mm. След анализа от копютърния томограф се вижда ясно, че в двете страни на пробното тяло, дебелината е значително по-малка от реалната, което е следствие от захабения нож при щанцоването (фиг. 4.19 а) и б).



Фиг.4.18 Сканирано пробно тяло с усенък след щанцоване



а) от ляво

б) от дясно

Фиг.4.19 Сканирано пробно тяло- среда

4.9.2. Сравнителен анализ на геометричните характеристики преди и след заточване на пресата за отсичане на пробни образци

Данните от експерименталните резултати са представени в табличен вид. На таблица 4.15 са показани стойностите на пробно тяло, измерени с 3D компютърен томограф чрез безразрушителен метод преди заточване на ножовете на преса, а на таблица 4.16 след заточване на пресата. Анализирани са 1 образец преди заточване на ножовете на пресата, като са направени измервания на ширината в три точки и три равнини, показани на фиг. 4.20,4.21,4.22. След заточване на ножовете също е направен анализ на 1 образец в три точки само в една равнина (фиг. 4.24). Представени са снимки на измерена дебелина преди (фиг.4.23) и след (фиг. 4.25) заточване на гилотинните ножове на пресата.

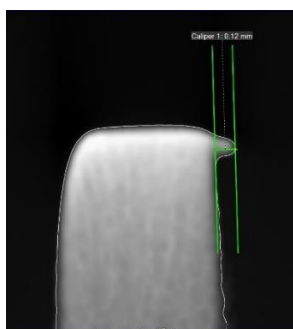
Таблица 4.15. Стойности на пробно тяло, измерени с 3D компютърен томограф преди заточване на ножовете на преса

Измерване	Номер измерване	Начало	Среда	Край
Ширина, mm	1	19,93	20,04	19,81
	2	19,95	20,04	19,69
	3	19,94	20,05	19,63
Дебелина, mm	1	0,92	1,04	0,88

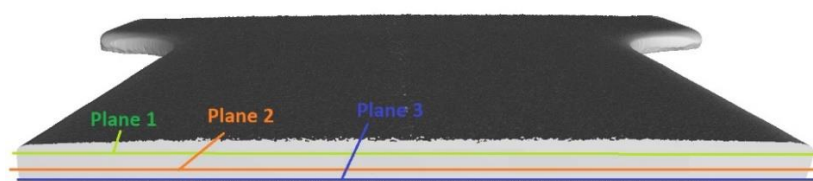
След направеният 3D компютърен анализ на образца, подготвен преди заточване на гилотинните ножове на пресата ясно се визуализира дефект по повърхността му. Поради изхабяването на ножовете се наблюдава смачкване на метала и деформирането му. Размера на дефекта е 0,12 mm е показан на фиг.4.19.

Таблица 4.16. Стойности на пробно тяло, измерени с 3D компютърен томограф след заточване на ножовете на преса

Измерване	Номер измерване	Начало	Среда	Край
Ширина, mm	1	19,98	19,96	19,96
Дебелина, mm	1	1,01	0,97	1,01

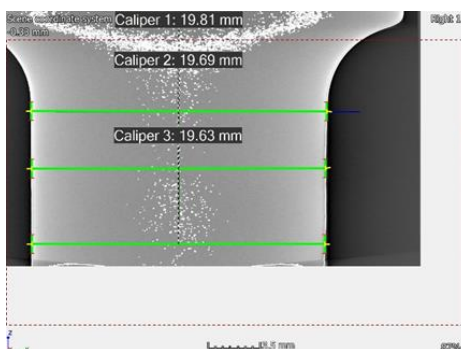


Фиг. 4.19 Усенък на образец след щанцоване

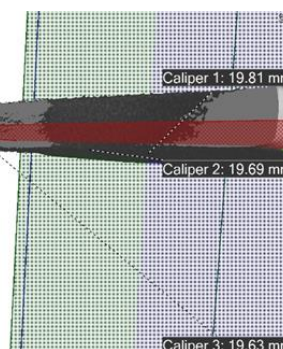


Фиг.4.20. Позиция на равнина

От направените изследвания на двата вида образци става ясно, че при изследвания образец, произведен преди заточване на ножовете се вижда деформация. Представени са местоположенията на трите равнини- начало, среда и край (фиг.4.20). На фиг. 4.21 в първата равнина (горната страна, от която пада ножа върху металният лист) са взети 3 размера на ширината- 19,81 mm; 19,69 mm; 19,63 mm. В тази повърхнина се получава смачкване на метала и там ширината е най-тясна. В следващата равнина - средната (фиг.4.22) ширината е най-голяма- 20,04 mm; 20,04 mm; 20,05 mm. В третата равнина на фиг.4.23 (долната точка от металният лист) се получава деформация, изместване на метала, така нареченото ръбче с размери на ширината: 19,93 mm; 19,95 mm; 19,94 mm. Дефекта, който се получава ясно се вижда на фиг. 4.24, при измерване на дебелината на образца. В краищата на образца е измерена значително по-малка дебелина от реалната дебелина в средата й- 0,92 mm; 1,04 mm; 0,88 mm.

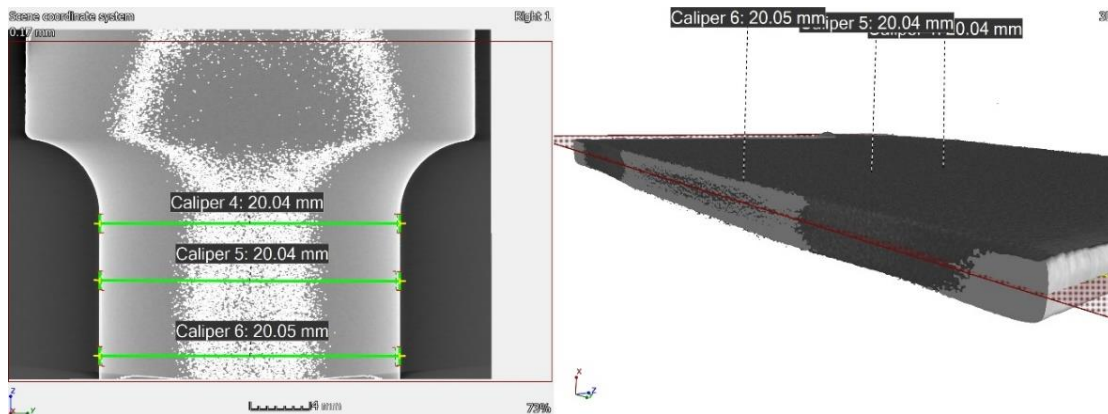


а) Измерване на ширина



б) Повърхнина- начало

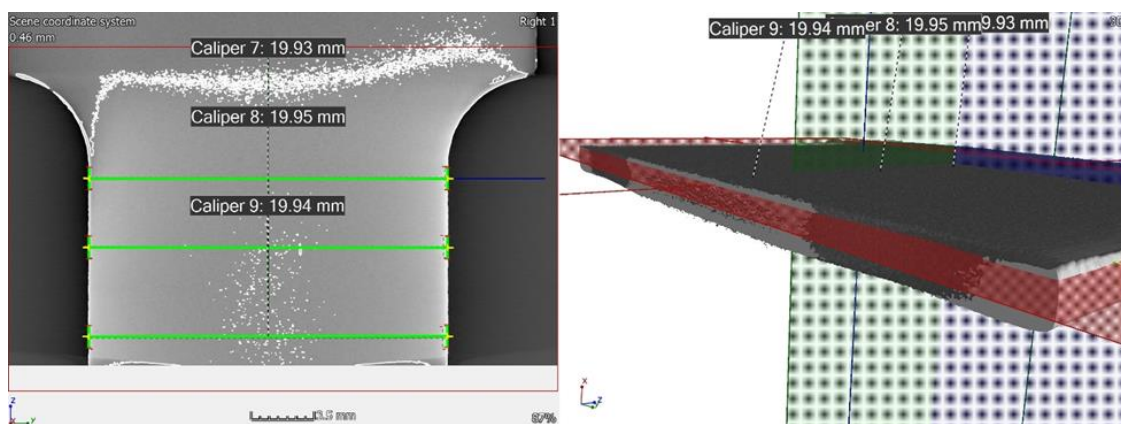
Фиг. 4.21. Измерване на ширина на образец в повърхнина- начало



а) Измерване на ширина

б) Повърхнина- среда

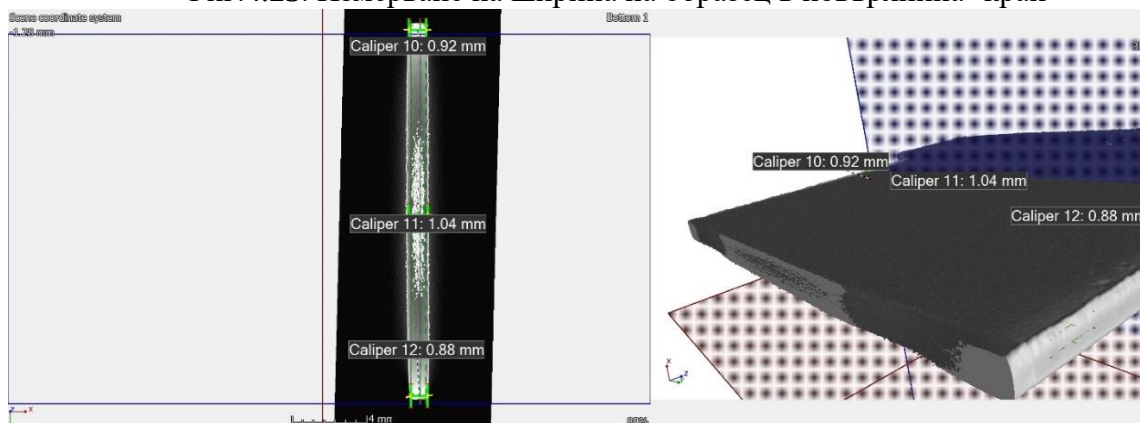
Фиг. 4.22. Измерване на ширина на образец в повърхнина- среда



а) Измерване на ширина

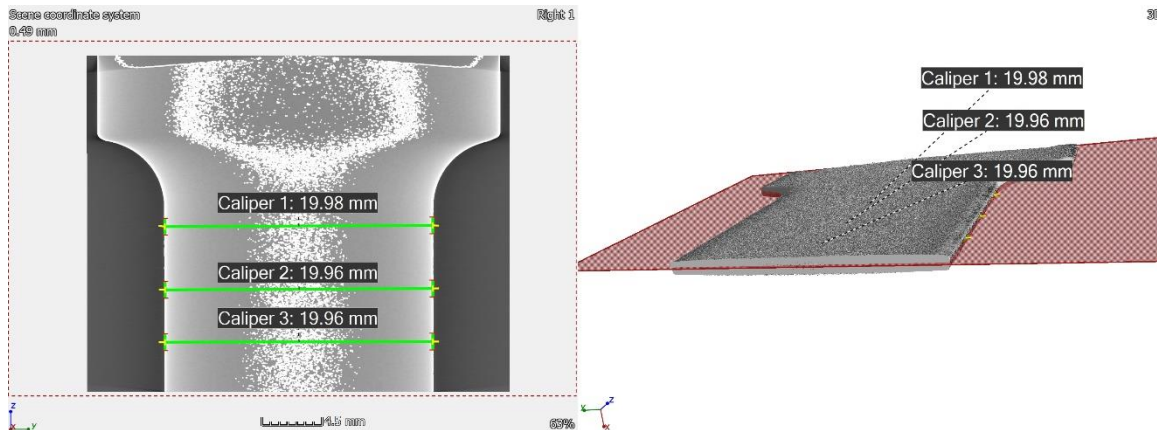
б) Повърхнина- край

Фиг.4.23. Измерване на ширина на образец в повърхнина- край



Фиг.4.24. Измерване на дебелина на образец преди заточване

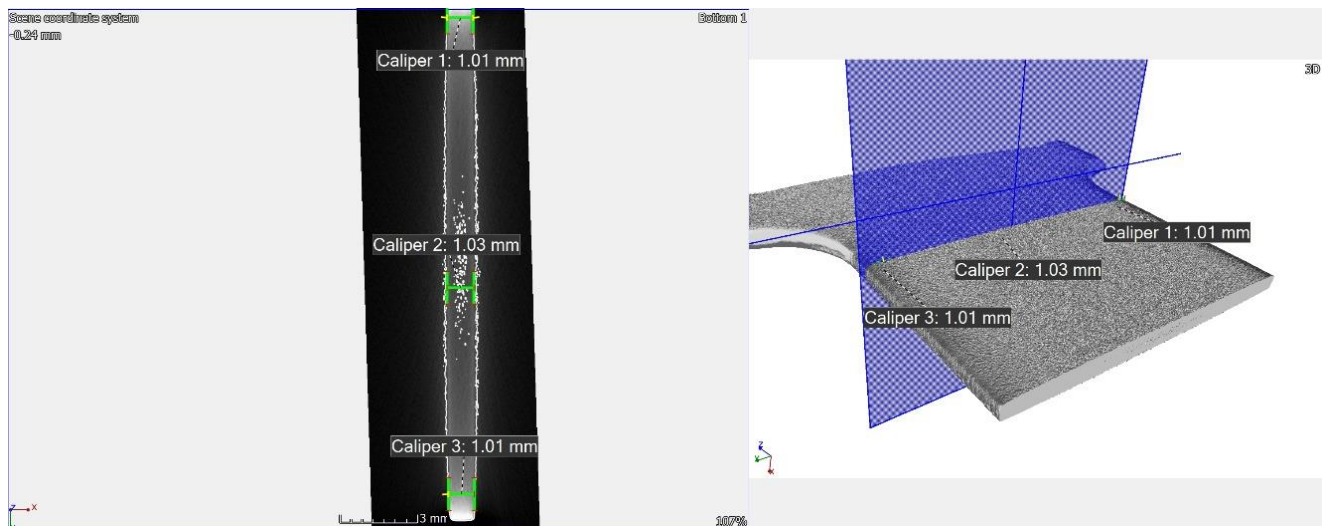
От анализа на образца, изготвен след заточване на пресата се забелязва равномерна ширина (фиг. 4.25) и дебелина (фиг. 4.26). Размерите на ширината са: 19,98 mm; 19,96 mm ; 19,96 mm, а тези на дебелината са 1,01 mm; 1,03 mm ;1,01 mm.



а) Измерване на ширина

б) Повърхнина

Фиг. 4.25. Измерване на ширина на образец след заточване



Фиг.4.26. Измерване на дебелина на образец след заточване

4.10. Създаване на нов тип иновативен държач за пробни тела за 3D компютърен томограф

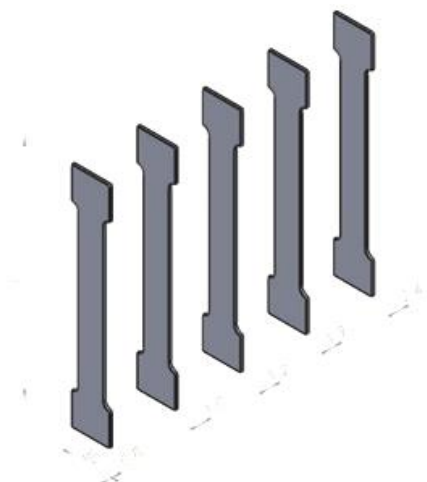
4.10.1. Предшестващо състояние на техниката

Известен е метод за изследване на пробни тела включващ основа с изработен цилиндричен отвор, в който е поставено цилиндрично въртящо се тяло, завършващо с осево разположена кръгла плоча в горната си част. Върху осево разположената кръгла плоча е поставено пробно тяло. Пробното тяло се изследва от координатно измервателно устройство за анализ с рентгенова сензорна система, включваща източник на рентгенови лъчи и рентгенов сензор, улавящ рентгеновите лъчи.

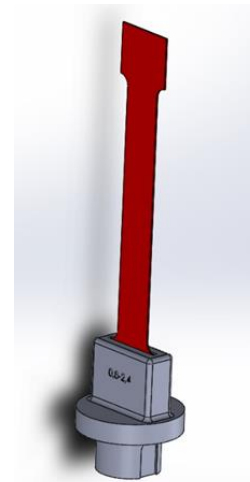
4.10.2. 3D моделиране на опитни образци

Моделирани са 5 епруветки с различна дебелина, показани на фиг. 4.27. На по-късен етап в методиката, моделираните 3D епруветки могат да бъдат използвани за еталони при сравнението им с изпитваните тестови епруветки.

След моделираните епруветки с 3D CAD програмен продукт е моделиран и фиксиращ държачи за епруветките. Държача показан на фиг. 4.28 е моделиран така, че да осигурява поставяне и закрепване на няколко типа, в зависимост от дебелината на изследваните епруветки [146].



Фиг. 4.27. 3D моделирани епруветки.



Фиг. 4.28. Моделиран държач.

4.10.3. 3D принтиран държач

Моделирания държач, Фиг. 4.29 е произведен чрез адитивна технология, на 3D Fused Deposition Modeling (FDM) принтер. Той е избран, защото консумативите са му по-евтини и за проектирането на прототипа не е необходима голяма прецизност в печатането.

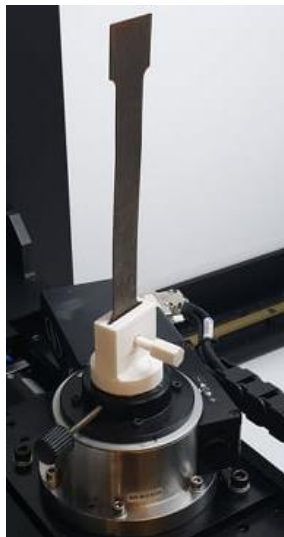


Фиг. 4.29. 3D принтирани държачи за епруветки.

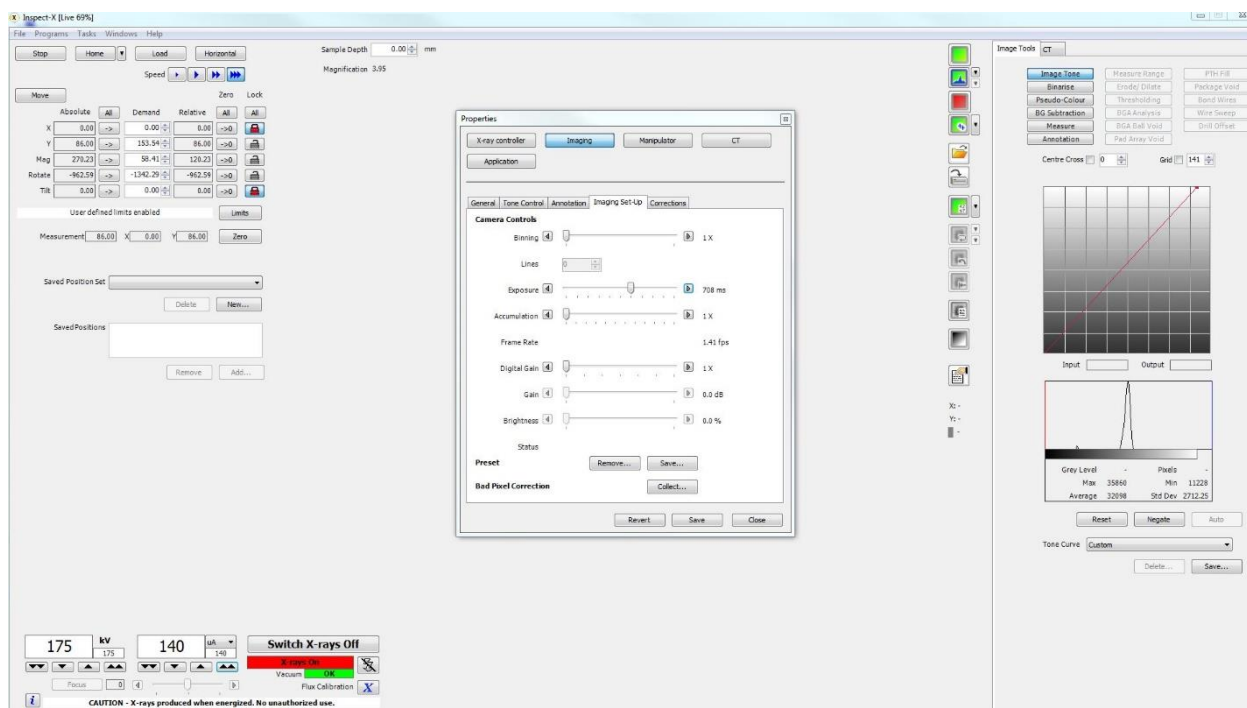
4.10.4. 3D компютърна томография

Полезния модел държач за пробни тела действа по следния начин: Изследваният обект (епруветката) се поставя в държача, след което се закрепва в носещата маса на 3D компютърния томограф, описан в глава 1. Пробното тяло се затяга посредством светлия отвор с резба и с винта с резба. След поставянето на обекта за изследване, се задават

параметрите, необходими за успешно сканиране на епруветката. При този тип и вид епруветки се използват параметрите, показани на фиг. 4.30. При неправилно зададени параметри има вариант да не бъдат забелязани дефекти по вътрешната структура на изследвания обект. Правилно и неправилно зададени параметри са показани на фиг. 4.31.



Фиг. 4.30. Поставен обект за изследване



Фиг. 4.31. Параметри за сканиране

4.10.5. Изследване вътрешната структура

След цифровизираната епруветка следва 3D реконструкция на получените множество изображения. При реконструкцията на обекти също е необходимо да се спазят определени параметри, в противен случай има вероятност част от получените данни да не бъдат налични. Реконструируваният 3D обект подлежи на последващи

обработки. Проверява се вътрешната структура на епруветката за наличие на дефекти, различни примеси в метала, както и размерите на епруветката. На този етап от методиката се инспектират и взимат размери за ширина и дебелина в 3 области на обекта. Инспектирането на епруветката се осъществява в специализиран софтуер за анализ, изследване и обработка на 3D сканирани томографски обекти.

4.10.6. Карта за оценка

За унифициране на изследваните обекти и съставяне на бази данни с цел изследване и анализ както на метала за епруветките, така и за цикълът на работа на щанцата е създадена карта за оценка. Тя включва наименование на изследваният обект, вид, химически състав, и размери.

4.11. Изследване твърдостта на работни валове

4.11.1. Използвано оборудване за измерване на твърдост

Използвано е мобилно оборудване за измерване на твърдост. При разработката на мобилни тестови уреди се използват основно три технологии UCI, Rebound и TIV. За тестовите изпитания на измерване на твърдост е използван преносим твърдомер модел ISH-PHA portable (Марка: Insize). [148]

За осъществяване на изследването е използван динамичен метод за определяне твърдостта на метала, така нареченият метод на рикошета (отскока) - Rebound. Твърдостта на материала се определя индиректно на базата на измерване на отношението между скоростта на падане и скоростта на отскачане от тестваната повърхност, на сфера от твърд материал с определен размер. Сферата се изстрелва към повърхността с определена скорост. След отразяване от повърхността, в резултат на загубата на енергия, скоростта на сферата в обратна посока намалява [149, 150].

Отношението на скоростта при отскачане към тази при падане носи информация за твърдостта – колкото е по-близо до 1, толкова материалът е по-твърд.

При използването на този метод е добре да се има предвид, че измерването се влияе от грапавостта на повърхнината, чистотата и т. н.

4.11.2. Технологични особености при получаване на изделия и заготовки чрез валцуване

За целите на изследването е подаден горещо валцуван метал с дебелина 2,0 mm, като след процеса на валцуване дебелината на вече полученият метал е различна в зависимост от поставеното задание. Дължината съответно се увеличава с различен процент в зависимост от крайната дебелина. В таблица 4.17 са показани различни варианти на деформация от една и съща входна дебелина.

Изследваният опорен вал от производител “Technocraft Interprises” [151] с химичен състав и твърдост на опорен вал, Таблица 4.18 е с размери $\Phi 581.25 \times 725 \times 1977$ mm, тегло 2390 kg. Тестовите са направени с апарат: Modsonic make EIN-II-TFT, честота на пробата: 2 MHz, отговарящи на стандарт: ASME Sec-V, SA-388

Габаритните размери на работният вал са 210x700x1927 mm, като диаметъра на цилиндъра е с размери 210 (+1.5) mm, а диаметъра в шийките е 107.8 (+0.048) mm. Теглото му е 285 kg. с химичен състав и твърдост, Таблица 4.19. Тестовите са направени с апарат: PX-20: Pulse Echo Contact Method, честота на пробата: 4 MHz, отговарящи на стандарт: ASME-A, 388. Работните валове са изработени от марка стомана 3 % Cr.

Таблица 4.17. Деформация на горещо валцуван метал

Начална дебелина	Начална дължина	Крайна дебелина	Крайна дължина	редукция на дебелината	удължение на дължината
mm	m	mm	m	%	%
2,0	730	0,78	1799		246
2,0	664	0,88	1440	56	118
2,0	657	1,02	1231		187
2,0	664	1,1	1150		173
2,0	660	1,38	915		72
2,0	608	1,95	611		5

Вторият изследван опорен вал от производител "NKMZ" е с размери Ф581.25x725x1977 mm, тегло 2390 kg. с химичен състав и твърдост, таблица 4.20. Марката стомана, с която са изработени валовите е 75X2МФ, съгласно стандарт EN 10204.

Таблица 4.18. Химичен състав и твърдост на опорен вал, производител“ Technocraft Interprises”, Индия по сертификат

Размери	Съдържание, %						Твърдост Рокуел
mm	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	HRC
581.25x725x1977	0.8-0.9	0.25-0.35	0.25-0.35	2.0-2.5	0.15	0.50	51/53

Таблица 4.19. Химичен състав и твърдост на работен вал, производител“ Technocraft Interprises”, Индия по сертификат

Размери	Твърдост Рокуел
mm	HRC
210x700x1927	63/65

Габаритните размери на работният вал са 210x700x1927 mm, като диаметъра на цилиндъра е с размери 210(+1.5), а диаметъра в шийките е 107.8 (+0.048). Теглото му е 285 kg. с химичен състав и твърдост, таблица 4.21 Марката стомана, с която са изработени валовите е 60X2СМФ , съгласно стандарт EN 10204.

Таблица 4.20. Химичен състав и твърдост на опорен вал, Производител “NKMZ”[152] по сертификат

Размери	Съдържание, %						Твърдост Шор	
mm	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	HSC	
581.25x725x1977	0.68	0.36	0.27	1.86	0.31	0.12	44/45	В шийките
							74/75	В центъра

За да се направи съпоставката на двата производители на опорни и работни валове е използвана таблица за конвертиране [153] от една в друга мерна единица на твърдостта. След превръщане на твърдостта от Шор в Рокуел на опорните валове на производител "NKMZ" се вижда следното, таблица 4.22:

При сравнение на твърдостите на опорен и работен вал се вижда, че разликата им е в рамките на 2-3 единици, което е пренебрежимо малко и не би повлияло в процеса на работа.

Таблица 4.21. Химичен състав и твърдост на работен вал, производител " NKMZ ", по сертификат

Размери	Съдържание, %						Твърдост Шор	
mm	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	HSC	
210x700x1927	0.61	1,17	0.70	1.99	0.28	0.12	44/45	В шийките
							95/96	В центъра

Таблица 4.22. Превръщане на трърдост от Шор в Рокуел

		Твърдост Шор	Твърдост Рокуел
		HSC	HRC
В шийките	Опорен вал	44/45	31/32
В центъра		74/75	55,7/56,5
В шийките	Работен вал	44/45	31/32
В центъра		95/96	67/66,7

4.11.3. Резултати и дискусии

Получените резултати са след преработка на метала, приблизително след като през тях са обработени 100 тона метал. Анализът е направен с преносим твърдомер на марката INSIZE, модел ISH-PHA portable, който има възможността да измерва твърдостта по 4 скали: HB (Бринел), HRC (Рокуел), HV (Викерс), МРа. Животът на опорните и работните валове е доста дълъг стига да се експлоатират по правилен начин. След първоначалната работа с опорните валове, времето след което трябва да свалят за първо шлайфане е приблизително 3000 тона, поради повишаване на грапавостта или орубване на валовите. След заглаждане на повърхността те отново се връщат в клетката за работа. При работните валове методът на работа е същият с разликата, че те се шлайфат след валцуване на 150 тона метал. Минималният диаметър на опорните валове е около $\Phi 520$ mm, а на работните валове до достигане на диаметър $\Phi 185$ mm.

Направените анализи са отчетени по скалата на Рокуел - HRC. От изследванията става ясно, че твърдостта на вала се е променила едва с 1 единица. Измерените стойности са описани с таблица 4.23.

Таблица 4.23. Твърдост на работен вал, производител " Technocraft Interprises", Индия след работа.

Размери	Твърдост Рокуел
mm	HRC
210x700x1927	61
	61.8
	62
Средно	61.6

4.12. Изследване грапавостта на работни валове и нисковъглеродна стомана

4.12.1. Изследване грапавостта на работни валове

➤ Използвана апаратура:

- Стругът, който се използва за обработка на работните валове е универсален струг С13МВ.

Използваният струг е с ръчно управление по степен на автоматизация, механичен по вида на управление с въртливо движение на заготовката. Този струг е едноцелеви с патронниково закрепване на заготовката. Струговането на работните валове е надлъжно ротационно струговане - надлъжно струговане на ротационни повърхнини, чиято ос съвпада с оста на въртене на заготовката. Работните валци са с диаметър 210 mm с габаритна дължина 1927 mm, допустимо кръгово отклонение 0,02 mm и грапавост Ra - 0,4 μ m. След механична обработка, работният вал може да се използва до достигане на диаметър 180 mm [154-156].

Отклонението от съосност може да се зададе чрез радиалното биене. Допуските се определят по стандарт БДС_EN_22768-2.

- За нуждите на производството е избран универсален кръгъл шлайф от български производител. Този шлайф е на принципа, при които обработваният детайл се върти, камъка стои неподвижен, а се мести масата, на която е закрепен.

За шлайфането на работните валове за студено валцуване са избрани формата (Фиг.4.32) и спецификациите на използваните шлифовъчни камъни (фиг.4.33.):

- Размер
DxTxH: 500x80x203
- Спецификация
25AP60 K7V50 1950
14AF60 K9V50 1950



Фиг. 4.32. Форма на шлифовъчен камък Фиг. 4.33. Шлифовъчни камъни

Избраният абразив е смес от изкуствен материал, предназначен за средна точност на грапавост с отворена и полузатворена структура, с керамична връзка и ниска твърдост, поради голямата твърдост на обработвания детайл 95÷100 HS и с завишена скорост на въртене 50m/min. Диаметъра на камъка е с диаметър 500 mm. Оптималният диаметър, при който може да се използва е до 300 mm. В зависимост от интензитета на работа един шлифовъчен камък може да издържи от 6÷8 месеца.

Абразивните инструменти имат свойството да се самозаточват в процеса на работа, но въпреки това те постепенно се изхабяват и е необходимо периодично допълнително да

се заточват. За това заточване се използват специални диамантени моливи, стоманени ролки и др.

➤ Опитни резултати

Измерванията на грапавост са извършени с преносим грапавомер DIAVITE compact, $0 \div 19.99 \mu\text{m}$ и точност $0.01 \mu\text{m}$, а диаметъра с електрон шублер INSIZE с обхват $0 \div 300 \text{ mm}$ и точност 0.03 mm [157].

При измерването на получените размери, грешките на формата и грапавостта е необходимо да се спазят следните изисквания:

1) Грапавостта често се оценява чрез сравняване на обработената повърхнина с еталон. При автоматизирането на шлифовъчните операции обаче измерването на грапавостта трябва да се извършва непрекъснато, едновременно с измерването на размерите.

2) Препоръчва се измерването да се извършва при t° около 20° C . Изменението на 1° C с $5-10^\circ \text{ C}$ дава за стомана на 100 mm дължина разлика в измерването $0.005 - 0.001 \text{ mm}$. Независимо от интензивното охлаждане на зоната на шлифване измерването се извършва достатъчно далеч от тази зона.

3) Измерването трябва да става без силно притискане на челюстите на измервателния инструмент, без приплъзване по обработената повърхнина и задължително неколккратно.

След шлайфане на вала грапавостта е нормална - $0.4 \mu\text{m}$, а след работата му на валцуване достига свръхзаглаждане - $0.042 \mu\text{m}$, (табл. 4.24). След обработката на работният вал – шлайфане, диаметърът, който се отнема е в порядъка на 0.2 mm .

ТАБЛИЦА 4.24 Грапавост на работен вал

	Грапавост, [μm]
Шлайфан вал	0,4
Работил вал- преработени 50 t. метал	0,15
Работил вал- преработени 250 t. метал	0,042

4.12.2. Измерване на грапавост на нисковъглеродна стомана след валцуване на реверсивен едноклетков стан 700.

➤ Използвана апаратура

За целите на нашата работа е използван преносим грапавомер DIAVITE Compact II VHF, с обхват на измерване от $0 \div 19.99 \mu\text{m}$, с точност $0.01 \mu\text{m}$.

Измерванията на грапавост на ламарината се извършва по посока на валцуване за получаване на прецизни резултати, съгласно стандарт БДС EN ISO 4287:2006 (Технически изисквания за геометрията на продукти.); Структура на повърхнина: Профилен метод. Термини, определения и параметри на структурата на повърхнина (ISO 4287:1997) .

За извършване на експеримента е направен анализ на грапавостта на нисковъглероден метал в няколко състояния на доставка и обработка на метала: горещо валцуван рулон, закупен студено валцуван рулон и студено валцуван рулон от закупен горещо валцуван рулон, преработен на реверсивен стан 700 за студено валцуване. Направени са по 5 измервания във всяко едно от състоянията на метала, като след това

са осреднени. Грапавостта измерена след валцуване на реверсивен стан е направена след различни етапи на деформация: при 5% деформация и при 50% деформация.

В таблица 4.25 са представени резултатите от измерване на грапавостта на горещо валцуван рулон с размер 2,0x1105 mm. Измерванията показват средно грапавост 1,39 μm .

Грапавостта на всички измервани рулони се мери винаги по посока на валцуване, съгласно стандарт EN 10305-3 и EN 10305-5 за производство на прецизни електрозаварени тръби и профили. Единицата за изпитване трябва да съдържа не по малко от 2 тона метал или количеството на първичният рулон за производство на тръби и профили. Пробните тела трябва да се взимат от едно и също място с пробите за механично измерване в края на рулона.

Таблица 4.25. Грапавост на Горещо Валцуван рулон, размер 2,0x1105 mm.

Брой измервания	Грапавот, μm
1	1,48
2	1,27
3	1,54
4	1,48
5	1,19
Средна стойност	1,39

В таблица 4.26 са представени резултатите от измерванията на грапавост на закупен студено валцуван рулон с размер 0,85x1010 mm. Стойностите показват средна грапавост от 1,0 μm .

Таблица 4.26. Грапавост на закупен студено валцуван рулон с размер 0,85x1010 mm.

Брой измервания	Грапавот, μm
1	0,98
2	0,99
3	1,02
4	1,0
5	1,03
Средна стойност	1,0

Таблица 4.27. Грапавост на студено валцуван рулон на реверсивен стан за студено валцуване при различни деформации с начална грапавост 1,4 μm

Брой измервания	Деформация	Грапавот, μm
1	5 %	0,99
2		1,0
3		1,02
4		1,01
5		1,02
Средна стойност		1,01
1	50 %	0,31
2		0,30
3		0,32
4		0,32
5		0,34
Средна стойност		0,32

В таблица 4.27 са представени резултатите от измерване на грапавост на студено валцуван рулон на реверсивен стан за студено валцуване при 5% и 50% деформация с начална грапавост 1,4 μm . Резултатите показват, че при валцуване с 5% деформация, грапавостта не намаля значително, като тя достига 1 μm и се доближава до тази на закупения студено валцуван рулон. Докато грапавостта при 50 % деформация е намаляла значително до 0,39 μm . Стойностите се доближават до тези на работните валци, с които контактува ламарината.

4.13. Заключение

В настоящата работа е представен методът за технологична подготовка на едно пробно тяло от изборът на преса, видът щанца до размерите, на които трябва да отговаря по стандарт EN ISO 6892-1 едно пробно тяло за тестване на якост на опън. Пресата, която се използва е хидравлична с единична щанца за рязане с просто действие със заготовка. След тестването на различни дебелини и твърдости на пробното тяло става ясно, че няма закономерност в броя проби, които ще се подготвят, след което ще трябва да се заточат гилотинните ножове на щанцата. Но след направено проучване и наблюдение на работния процес, вземайки предвид и интензивността на работа се предвижда необходимост от заточване след около 2 години или когато започнат да се появят ръбчета в участъка на срязване на заготовката.

Избран е най-подходящият за нуждите на производството размер на епруветката, а именно b_0 - 20 mm, ширина на уширенията 30 mm, L_t - 180 mm и L_c - 120 mm.

След направен обстоен анализ на изследването чрез спектрални апарати се установи, че този метод дава информация от съществено значение за опознаване и осъвършенстване на процесите на работа. Това е необходимо, за да могат да се правят бързи и точни количествени анализи на химичния състав на суровината, защото от там се определя целият режим на работа.

След анализирането на високоекостните марки стомана става ясно, че замаяната на обикновените конструктивни марки стомана позволява значително да се намали металоемкостта на изработваните изделия чрез използването на по-малка дебелина на стената и при аналогични или по-високи показатели на якостта на опън. По този начин освен, че се запазва издръжливостта на изделието/конструкцията, но се намаля значително неговото тегло, увеличават се линейните метри на валцуваната ламарина, което води до икономия.

По време на тестването на якост на опън се чертае графика, от която програмата ще изчисли параметри, важни за анализирането на материала. В зависимост от тествания материал графиката е различна. Тествана е нисковъглеродна стомана в различни етапи на преработка. При ГВР и студено валцуван метал след термообработка графиката е с ясно изразена граница на провлачване и метала е пластичен и с добри механични показатели. При студено валцуван метал без последваща термообработка, графиката е без граница на провлачване и металът е крехък. При дрсирани метал графиката е без ясно изразена граница на провлачване, но металът е пластичен и добри механични показатели.

В следствие на развиващият се свят и апаратурата за анализ се модернизира. Затова е направено сравнение на измерването на линейните величини чрез стандартните измервателни средства- шублер и микрометър и модернизиращият 3D компютърен томограф, който дава по-детайлна информация относно какви проблеми могат да възникнат при подготовката на пробно тяло за тестване на якост на опън. Анализите показват, че въпреки разминаването при измерването чрез двата метода, размерите на образца отговарят на стандартите по ISO за ширина и дебелина и не дават съществена

грешка в последващо изчисляване на механичните показатели. При анализа с 3D компютърния томограф се виждат детайлни дефекти след отсичането на пробното тяло след щанцоване. Дебелината в двете страни на образца се смачкват от 1,02 mm средна дебелина в средата му до 0,90 mm. Другият дефект, който се визуализира е появата на усенък също вследствие на износеният нож на щанцата.

От направеният сравнителен анализ на геометричните характеристики на метално пробно тяло за тестване на якост на опън, подготвени преди и след заточване на гилотинните ножове на преса се установиха значителни различия. От измерванията, направени на 3D компютърен томограф се установи, че когато ножовете са изхабени се получават големи дефекти по повърхността на образца. При детайлното измерване на ширината се наблюдава смачкване на метала от горната страна на да на ножа, равномерност в средата и дефект в долната част на образца. А дебелината в крайните ширини е с 0,12 mm по-малка, за разлика от пробното тяло, подготвено след заточване, където дебелината и ширината са равномерни.

Поради разнообразието в твърдостта и дебелината на заготовката е трудно да се каже след какъв период от работа се изхабяват гилотинните ножове на щанцата. По наблюдения за нуждите и натовареността на текущото производство се налага заточване през средно 2 години. Навременното заточване на гилотинните ножове на пресата могат да доведе до по-точното измерване на якостта на опън.

Препоръчва се междинна проверка на пробното тяло за период от 6 месеца, в зависимост от натоварването на пресата.

Създаден е държач за пробно тяло, използван при 3D компютърен томограф за анализ на геометричните характеристики и структурата на епруветката. Той осигурява обезопасено и стабилно захващане, при което да бъдат избегнати повреди и неточности при изследването и анализа на пробното тяло, което е от изключителна важност при контрол на качеството. След направена съпоставка на размерите на новият държач за пробни тела и стандарта, по които се определят размерите става ясно, че всички размери на плоски пробни тела с правоъгълна форма са съпоставими с размера на държача и могат да бъдат тествани. Предимството на държача за пробни тела е намалено време за поставяне на пробните тела в подвижната плоча, сигурното захващане и възможност за поставяне на различни видове пробни тела и не попада в зоната за сканиране.

Оптичния метод на измерване, технологията TIV позволява измерване на твърдостта на различни материали без допълнително калибриране. Освен това, статичното прилагането на товара позволява измерване на твърдостта на тънки и малки обекти, както и на покрития.

Глава 5

ПЛАН ЗА КОМЕРСИАЛИЗАЦИЯ НА НАУЧНИТЕ РЕЗУЛТАТИ

5.1.Иновативно производство

Използвайки най-нови технологични операции и оборудване от световни производители и марки, компанията е фокусирана в разработката на иновативни решения в производството на тръби и профили чрез:

- Бързо внедряване на нови профили.
- Производство на тръби и профили от високоякостен материал – до 520 Мпа.
- Производство на сложни профили в комбинация с материал с висока якост на опън, фиг. 5.1.



Фиг. 5.1. Сложни профили в комбинация с материал с висока якост на опън

С увеличаване на якостта на опън и комбинацията му със сложен профил позволява да се намалят теглото на използвания метал и по този начин се прави икономия на метала и печалба. Направени са симулации на готови изделия- метални крака за маси и съгъваеми легла, като е направен анализ на базата на метода на крайните елементи от началната дебелина на тръбите със стандартна якост E220, до достигане на по-малки дебелина с по- голяма якост, Таблица 5.1.

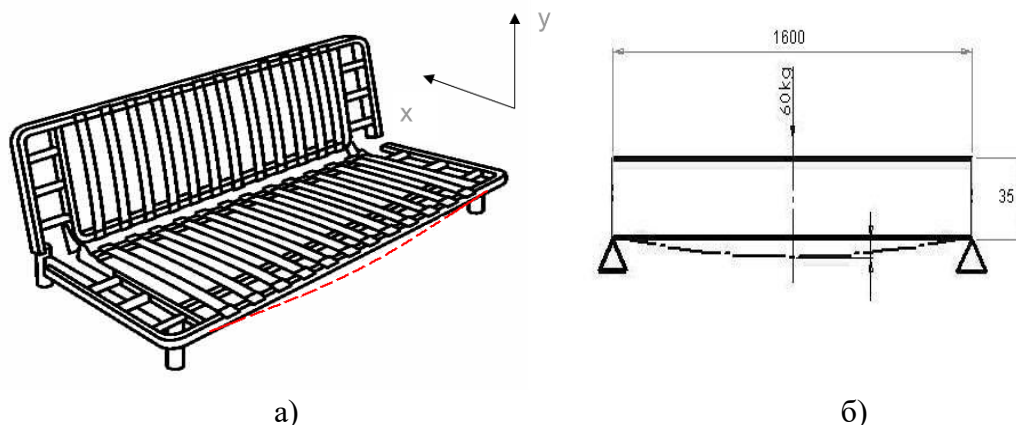
➤ Иновация при металните крака:

Таблица 5.1. Симулация на крак за маса при различни дебелини и якост на опън

Material	Thickness	ADILS - current		New ADILS-1		New ADILS-2	
		Weight	Up to %	Weight	Up to %	Weight	Up to %
E220	0.85	0.886	0	0.785	12.3	0.855	3.3
E260	0.8	0.855	2.9	0.758	16.1	0.825	6.7
E320	0.75	0.823	7.0	0.735	19.7	0.795	10.7
E360	0.7	0.790	11.3	0.708	24.3	0.755	16.3

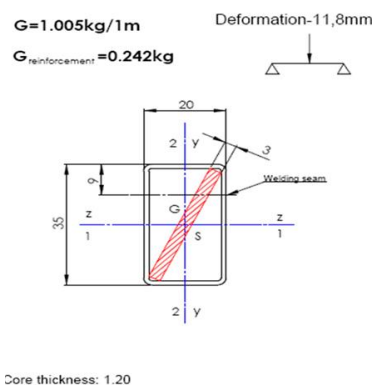
От таблица 5.1 се вижда, че вариант 1 (тръба със сложен профил) на крака за маса при якост на опън от материал E360 и дебелина на стената 0,7 mm, теглото е най-малко и процента на икономия е най-голям с 24,3% от съществуващият с дебелина 0,85 mm.

На фигура 5.2. е представена схема за тестване на сгъваемите легла, като натоварването е в посока “Y” с тегло, $G=60\text{ kg}$, а деформацията Δu се изчислява в mm.

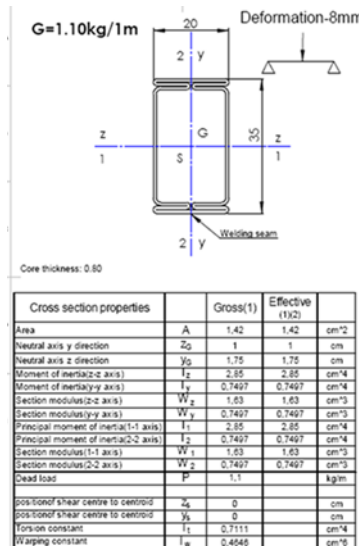


Фиг. 5.2 Схема за тестване на сгъваеми легла: а) легло, б) натоварване

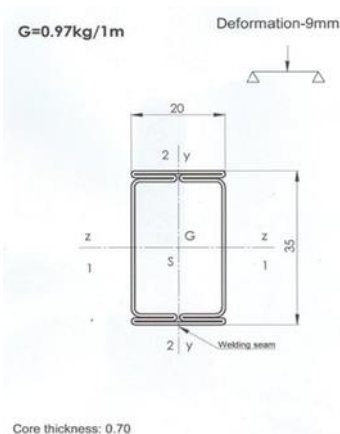
Направено е сравнение на използван профил 35x20x1.2mm, произвеждан по стандартна технология с тегло 1.005 kg/m и натоварване 0.242 kg. Получената деформация е 11,8 mm. Докато получената формация при сложния профил с размери 35x20x0,8 и тегло 1,10 kg/m е 8 mm. и сложен профил 35x20x0,7 с тегло 0,97 kg/m



Core thickness: 1.20



Фиг. 5.4. Натоварване на сложен профил 35x20x0,80



Фиг. 5.4. Натоварване на сложен профил 35x20x0,70

5.2.Заклучение:

Чрез направената симулация на комбинация от сложни профили и по-малка дебелина на тръбите и профолите и тестването им при натоварване показва значително намаляване на теглото на готовите изделия като това не нарушава тяхната здравина и външния вид.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В разработеният дисертационен труд са направени обзор, анализ и систематизация на методи и средства за технологична диагностика на автоматични машини и линии.

Предложен е технологичен регламент и подход за внедряване и експлоатация на технологичното оборудване за производство на тънкостенни електро-заварени затворени профили от студено валцувана стомана.

Предложени са методики за експериментална подготовка на пробно тяло чрез което се тества якост на опън, спектрален анализ и компютърна томография. По предложените методики са внедрени апаратури, които повишават контрола на качеството при тестове и експерименти. Поетапното използване на методиките допринася за намаляване на брака при производство на стоманени тръби и профили.

Извършени са експерименти, съгласно предложените методики с универсална тест машина за якост на опън, чрез която се анализират механичните показатели на метала.

Чрез спектрален анализ е изследван химичният състав на използваната суровина за коректно определяне режимите на работа.

Създаден е иновативен държач за пробни тела, който е защитен в патентно ведомство на Република България, рег. № 3892 U1/ 23.09.2020 г. Държачът намира приложение в разработените методики за 3D сканиране на вътрешната структура на пробното тяло, целяща безразрушителен анализ на геометричните му характеристики. Чрез използваната методика, държачът и 3D компютърният томограф са анализирани геометричните характеристики и вътрешната структура на пробното тяло. Анализите показват деформация във формата му, образували се осенъци, следствие от износване на щанцата за пресоване. Направен е анализ и препоръка за профилактика на щанцата, съобразена с натоварването и. Установено е, че профилактиката трябва да се извършва в рамките на две години.

Задълбоченият анализ на химичните и механични показатели допринася за намаляване на брака в процеса. Увеличава качеството на готовата продукция, както и изпълнението и в срок.

П Р И Н О С И

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

1. След детайлен обзор е направен критичен анализ и систематизация на методи и средства за техническа диагностични процедури.
2. Обсъдени са съществуващи проблеми и решения, касаещи съвременната диагностика на автоматични машини и линии и е изследвано влиянието на ИКТ върху методите за техническа диагностика.
3. Предложени са иновативни подходи за диагностика на автоматични машини и линии.
4. Разработени са методики за: техническа диагностика (изпитване) чрез пробно тяло на пластична деформация и якост на опън, графики на въглеродна стомана при якост на опън, трансформация от горещо валцувана в студено валцувана ламарина, създаване на високоякостна студено валцувана стомана за прецизни електрозаварени тръби.
5. Разработени са методики за: проектиране на нов тип иновативен държач на пробно тяло, иновативно измерване на геометричните характеристики чрез 3Д компютърен томограф, анализиране характеристиките на пробно тяло преди и след заточване на шанца.
6. Разработени са методики за: спектрален анализ на метално пробно тяло, механична обработка и изследване на твърдостта и грапавостта на работни валове, тестване на грапавостта на нисковъглеродна стомана след студено валцуване
7. Направени са експериментални разработки и симулации на различни методики в индустриална среда.
8. Резултатите са анализирани и апробирани.

Б И Б Л И О Г Р А Ф И Я

- [1] „Правописен речник на българския книжовен език“ осмо стереотипно издание, Съставили Л. Андрейчин, Вл. Георгиев, Ив. Леков, Ст. Стойков, София 1978, Наука и Изкуство
- [2] Речник на чуждите думи в българския език; Александър Милев, Йордан Братков, Божил Николов, второ издание предговор към първото издание от Владимир Николов ДИ „ Наука и издателство“, 1964, София,
- [3] 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
- [4] Сп. Инженеринг ревю, Механични системи, брой 2, 2010
- [5] Клъстери и иновации- възможна парадигма на обновление, ст.н.с д-р Бенислав Ванев и ст.н.с. д-р Кирил Желязков, стр. 310 (от 309-337 стр. Иновациите-европейски, национални и регионални политики), 2008, Фондация „Приложни изследвания и комуникации“, ISBN 978-954-9456-12-7 ARC FUND.
- [6] Кейносуке Оно и Тацуюки Негоро, „Статистически мениджмънт на производствения бизнес“, (Strategic management of manufacturing businesses”- Corporation, Tokyo, Japan), издание на Bulgarian AOTS Alumni Society и ЦКП
- [7] СМПБ, стр. 55
- [8] Иновациите- Европейски, национални и регионални политики, научен редактор проф. д.н.к.н. Марин Петров, Фондация „Приложни изследвания и комуникации“, ARC FUND, ISBN 978-954-9456-12-7; с (София), 2008
- [9] <https://www.ikea.bg/>, (последно посетен 12.2021)
- [10] В.Гановски, И. Бояджиов, Л. Клочков „Автоматични линии“, учебник, печатна база ВМЕИ „В. И. Ленин“, София, 1989
- [11] <https://ferropipe.com/carbon-steel-pipe/>, (последно посетен 12.2021)
- [12] <https://www.omega-bg.com/bg/%D0%B7%D0%B0-%D0%BD%D0%B0%D1%81>, (последно посетен 12.2021)
- [13] <https://www.husltd.com/bg>, (последно посетен 12.2021)
- [14] <https://www.megaprofil-bg.com/>, (последно посетен 12.2021)
- [15] <http://www.zpt.bg/galvanizing.php?l=bg>, (последно посетен 12.2021)
- [16] <https://www.steelimpex.eu/>, (последно посетен 12.2021)
- [17] <https://arcelormittal.com/>, (последно посетен 12.2021)
- [18] <https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/top-producers.html>, (последно посетен 12.2021)
- [19] https://en.wikipedia.org/wiki/Magnitogorsk_Iron_and_Steel_Works#cite_note-4, (последно посетен 12.2021)
- [20] <http://eng.mmk.ru/>, (последно посетен 01.2022)
- [21] <https://www.zaporizhstal.com/ru/>, (последно посетен 01.2022)
- [22] Сп. Инженеринг ревю- брой 6, 2013 г.К. Elissa, “Title of paper if known,” unpublished.
- [23] Zheng Q., Mashiwa N, Furushimaa T., Evaluation of large plastic deformation for metals by a non-contacting technique using digital image correlation with laser speckles, Materials and Design 191, 2020, 108626.
- [24] Penchev T., Altaparmakov I., Stoimenov N., Controlled Impact: Experimental Results in plastic deformation. XXVIII International Scientific Conference of the Faculty of Industrial Technology of TU-Sofia – FIT`2015, Sozopol, Bulgaria, 11-13 September, 2015, ISBN:978-619-167-178-6, 2015, pp. 151-156.

- [25] 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.
- [26] Meusbarger <https://www.meusbarger.com/IT/IT/prodotti/stampi-per-tranciatura/base-portastampo/base-portastampo-di-precisione-sp> (последно посетен 01.2022).
- [27] Илиев Л.- Методи за определяне свойствата на материалите – якостни и пластични свойства, Курсова Работа по Технология на Материалите
- [28] Stoimenov N., Gyoshev S., Penchev T., Contactless measurement of temperature during cold plastic deformation., Scientific Proceedings, NDT days 2016, Number 1 (187), June 2016, ISSN 1310-3946, pp. 449-450
- [29] Иванчев И., Славчев В., Добрева И., Даалов Б., Експериментално определяне на якостните характеристики при различна възраст на бетона, XVIII Юбилейна международна научна конференция по строителство и архитектура ВСУ’2018, ISSN: 1314-071X
- [30] Ivanchev I., Slavchev V., Research on concrete mechanical properties and their application for cracks’ research in reinforced concrete elements, subjected to bending, 15th International scientific conference VSU’2015, ISSN: 1314-071X, pp.115-120
- [31] http://www.wance.net/products/dzwnsyj/wei hongdianzi/index.html?gclid=EAIAIQobChMI7O-C3dfv3gIV1B-tBh3LQg9LEAAyAAEgKOoPD_BwEV.
- [32] Опъковъчен лист за компютърно контролирана електронна тест машина, Time Group
- [33] <https://www.zwick.com/en/systems-for-climate-and-temperature-testing/temperature-chamber>, (последно посетен 01.2022)
- [34] Цонев В., Изследване на механични характеристики на легирани стомани в условията на високи температури, Автореферат за присъждане на образователна и научна степен „Доктор“
- [35] Киркова Е. Обща Химия. София, Унив. изд. „Св. Климент Охридски“, (2001). с. 436.
- [36] Добри Лазаров, „Неорганична химия“, (2019), УИ "Св. Климент Охридски", ISBN: 9789540738192
- [37] Христо Радев, „Метрология и измервателна техника“, книга- справочник в три тома, под общата редакция на проф. д.т.н. Христо Радев, издателство „Софтрейд“, София 2012 г. (Том 2, стр. 144-165, Механични средства за измерване)
- [38] Polymeta-S, last visited June 2021 <https://www.polymeta.bg/shop/instrumenti-i-okomplektovka-za-metalorezheshhti-mashini/insize-2/shubleri/elektronen-shubler?v=461b1990fe86>
- [39] ARC Metrologia, <http://www.arc-bg.com/195-izmervatelni-instrumenti-sylvac-shveicariq>, (последно посетен 01.2022)
- [40] Христо Радев и колектив, „Измерване на диаметри на голямо габаритни валове“ XXV Национален научен симпозиум с международно участие „Метрология и Метрологично осигуряване“, 2015, 7-11.09,2015 Созопол, 70 год. ТУ София, стр. 221-225
- [41] Христо Радев и колектив „Определяне на непостоянството на оста на въртене на обекти, осъществяващи точни въртеливи движения“, XXV Национален научен симпозиум с международно участие „Метрология и Метрологично осигуряване“, 2015, 7-11.09,2015 Созопол, 70 год. ТУ София, стр. 226-234
- [42] Христо Радев и колектив, „Измерване на геометричните параметри на голямо габаритни ротационни детайли тип „пръстен““, XXV Национален научен

- симпозиум с международно участие „Метрология и Метрологично осигуряване“, 2015, 7-11.09, 2015 Созопол, 70 год. ТУ София, стр. 235-239
- [43] Kazakova S., Kamenova I., Klochkov L., Stoimenov N., Popov B., Sokolov B., Application of 3D Industrial Tomography In Dental Medicine., International Scientific Conference “Industry 4.0”, 13-16 December 2017, Borovets, Bulgaria, pp. 187-190, ISSN: 2535-0021 (Print), 2535-003X (Online), Publisher: Scientific Technical Union of Mechanical Engineering Industry – 4.0
- [44] Nikon Metrology Brochure http://www.nikonmetrology.com/en_EU/Products/X-ray-and-CT-Inspection/Computed-Tomography/XT-H-225-ST-Industrial-CT-Scanning/, (последно посетен 01.2022)
- [45] (<https://www.livescience.com/39810-fused-deposition-modeling.html>)
- [46] <https://all3dp.com/fdm-vs-sla/>, (последно посетен 01.2022)
- [47] <https://www.fargo3dprinting.com/choose-fdm-sla-desktop-3d-printers/>, (последно посетен 01.2022)
- [48] Опитът на японските корпорации „Тошиба“ и Сейко, книжка 5/93, Издателство „Център по качеството и производителността“, С., 1993, Издателство стандартизация
- [49] Г. Дюкенджиев, Р. Йорданов „Контрол и управление на качеството“, сп. Софттрейд, 2002 год.
- [50] И. Малаков, Г. Дюкенджиев, Ф. Флеминг, Р. Йорданов „Класификация на методите за определяне на технико-икономическите показатели за качество при проектиране на технически изделия“, научни измествия, НТСМ, година XIII, брой 10/93, ноември 2006 г., „ННТКМУ“, Автоматизация на дискретното производство, АДП 2006, ноември 2006, София ISSN-13-10-3946 (27-33).
- [51] Н. Коцев, Е. Ринкова, Е. Грънчаров, „Анализ и оценка на риска на заключалки на шахтни врати на асансьори“, сборник доклади АДП 2008г., НТКМУ, Семково-септември 2008 г. ISSN-13-10-3946 (277-283).
- [52] В. В. Брагин, Ф. Чабон, „Оценка риска и последствия от отказов комплексной системы, конструкций, процессов, Ярославль, 1997.
- [53] К. Димитров, Д. Данчев, „Надеждност на строителни машини и системи“, Техника, С., 1994 г.
- [54] Б. Савова, Е. Евгениев, „Оценка на професионалния риск“, Издателска къща „Шанс“ АД, С., 2008
- [55] Е. Евгениев, Б. Савова и В. Куцарова, „Оценка на професионалния риск“ част втора, Издателска къща „Шанс АД, Сл., 2011, ISBN 978-954-92179-6-4
- [56] <http://www.efnms.eu/>, (последно посетен 01.2022)
- [57] Cold Rolled Steel". Archived from the original on 7 April 2014. Last visited 31 March 2018.
- [58] How innovation works: And why flourish in freedom, Copyright ©, Matt Ridley, 2020; ISBN: 978-954-28-3274-4
- [59] БДС, EN, IEC 60812. Методи и анализ на надеждността на системите. Процедура за анализ на видовете откази и последиците от тях (FMEA).
- [60] БДС, EN, IEC 61025. Анализ чрез дървото на отказите (FTA).
- [61] <http://bg.buildingplateexporter.com/info/differences-between-hot-rolledcoil-and-cold-r-22051379.html>, (последно посетен 01.2022)
- [62] Liu, David Lipták, Béla G. (1997). Environmental engineers' handbook. CRC Press. p. 973. ISBN 978-0-8493.
- [63] CRCA Steel - Cold Rolled and Close Annealed".materialgrades.com. 4 November 2017.Archived from the original on 15 November 2017. Last visited 29 April 2021.

- [64] Hot Rolled vs Cold Rolled Steel. spaco.org. Archived from the original on 29 April 2018. Last visited 29 April 2021.
- [65] Eagleson, Mary (1994). Concise encyclopedia chemistry). Walter de Gruyter. p. 834. ISBN 978-3-11-011451-5.
- [66] BDS EN 10130: 2006
- [67] BDS EN 10139: 1997
- [68] http://www.splav-kharkov.com/en/e_mat_start.php?name_id=356, (последно посетен 01.2022)
- [69] БДС EN 10131:2006
- [70] БДС EN EN10140
- [71] BDS EN 10025
- [72] BDS EN 10111: 2009
- [73] BDS EN 10305-3
- [74] BDS EN 10305-5
- [75] <http://www.sa-inco.com/en/pickling--cleaning-lines/projects/12>, (последно посетен 01.2022)
- [76] <http://www.sa-inco.com/en/rolling-mills/projects/1>, (последно посетен 01.2022)
- [77] ИЗМЕРВАНЕ НА ТВЪРДОСТ НА МЕТАЛИ И СПЛАВИ, Сп. Инженеринг ревю - брой 9, 2013
- [78] Учебна литература по металознание / материалознание (31)
- [79] Христов, С.Г., Изпитване и дефектоскопия на металите, С., Техника, 1988.
- [80] <https://www.hardnesstesters.com/>, (последно посетен 01.2022)
- [81] <http://www.sa-inco.com/en/annealing-and-heating-ovens/projects/3>, (последно посетен 01.2022)
- [82] <http://www.elmaksan.net/contact-us/>, (последно посетен 01.2022)
- [83] <http://www.olimpia80.com/>, (последно посетен 01.2022)
- [84] <https://www.danieli.com/en/worldwide/business-units/danieli-centro-tube.htm>, (последно посетен 01.2022)
- [85] Дюкенджиев Г., Йорданов Р., Методи за анализ на измервателни системи. Оценка на възможностите и приложения
- [86] проф. д.т.н. Хр. Радев, Метрология и измервателна техника, книга- справочник, Том 1, 2, 3, София, Софтрейд, 2002
- [87] Семерджиев А., Автоматизация на контрола в машиностроенето, сп. Техника, 1990
- [88] https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%8A%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B0 (последно посетен 01.2022)
- [89] METINVEST HOLDING LLC, <https://metinvestholding.com/bg/media/news/chtotakoe-goryachekatanij-stalnoj-prokat-i-kak-on-proizvoditsya>, (последно посетен 01.2022)
- [90] S. Moir, J. Preston, Surface defects—evolution and behaviour from cast slab to coated strip, 125 (2002), pp. 720-724
- [91] <https://stomanaengineering.com/>
- [92] Завод „Стомана Индъстри“ АД, гр. Перник, България <https://stomanaengineering.com/>, (последно посетен 01.2022)
- [93] 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
- [94] 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

- [95] 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)
- [96] 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
- [97] Paneva M., Klochkov L., Methodology and experimental study of carbon steel in tension for technological preparation of a sample /test tube, 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. 56-61
- [98] European standard - Metallic materials- Tensile testing- Part 1: Method of test at room temperature (EN ISO 6891-1:2009)J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68–73.
- [99] Paneva M., Research of Mechanical Characteristics in Tensile Tests of Low Carbon Steel Samples During Transformation from Hot Rolled to Cold Rolled Sheet Metal Method for testing the grinding media in mills, 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. 153-158
- [100] Paneva M., Linear Plastic Deformation of Solid Body, Problems of Engineering Cybernetics and Robotics, 71, Prof. Marin Drinov Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, ISSN:0204-9848, 2019, pp. 35-42
- [101] Балеvски А., Металознание. Изд. „Техника“, София, (1975) (5-то издание).
- [102] Будуров Ст., Спасов Т.. Увод в химията на твърдото тяло. Университетско издателство „Н. Рилски“, Благоевград, (1997), ISBN: 954-680-080-5.
- [103] Феликс Н., Арсов Я.. Планиране на експеримента в технологията на металите. Изд. „Машиностроение“, Москва, изд. „Техника“, София, (1981).
- [104] Zlateva, G., Martinova Зл., Microstructure of Metals and Alloys. An Atlas of Transmission Electron Microscopy Images. CRS Press, Taylor & Francis Group, (2008), ISBN: 978-1-4200-7556-4.
- [105] Арсов, Я.Б. Стоманени отливки. Изд. „Техника“, София, 1974.
- [106] <https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D0%BB%D1%86%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B5>, (последно посетен 01.2022)
- [107] M. Zhaoa, L. Huang, Ch. Li, J. Li, P. Li, Evaluation of the deformation behaviors and hot workability of a high-strength low-alloy steel, *Materials Science and Engineering: A*, 810 (2021), p. 141031
- [108] D.X. Wen, J.K. Wang, K. Wang, Y.B. Xiong, L. Huang, Z.Z. Zheng, J.J. Li, Hot tensile deformation and fracture behaviors of a typical ultrahigh strength steel, *Vacuum*, 169 (2019), p. 108863
- [109] 3D Systems <https://www.3dsystems.com/software/geomagic-control-x>, (последно посетен 01.2022)
- [110] J. C. Maxwell, 1892, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, pp. 68–73.
- [111] Laboratory SmartLab at the IICT-BAS (last visited December 2021) – https://www.iict.bas.bg/rius/smartlab_en.html

- [112] 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, Sozopol, Bulgaria., pp. 329-334, ISSN – 13 10 -3946.
- [113] Paneva M, Panev P, Stoimenov N, Survey of the Geometric Characteristics of a Test Specimen Before Punch Sharpenings, V INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE "INDUSTRY 4.0", 09-12.12.2020, BOROVS, BULGARIA, ISSN: 2535-0153, pp. 245-248
- [114] M. Paneva, N. Stoimenov, Hardness Of Working Rolls For Cold Rolling Mill, 8th International Conference, ICAT'19 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, August 26-30, E-ISBN: 978-605-68537-4-6, 2019 pp. 203-206
- [115] <https://metalin.com/bg/pages/Kakvo-predstavlyava-protzesat-na-strugovane>
- [116] доц. Д. Неделчев, катедра ТМММ, ТУ-Варна: Тема 3. Стругови операции. Характеристики и възможности на процеса. Елементи на технологичната система, 2014. ,
- [117] Д. Георгиев, Д. Неделчев, Ст. Славов. „Технология на машиностроенето I част“.
- [118] Ан. Диков, „Технология на машиностроенето“, Година на издаване 2007; Брой на страници: 410; ISBN: 9789543340538; Издател: Софтрейд.
- [119] ДИПЛОМНА РАБОТА на тема: „Устройство за повърхностна обработка на фино - механични детайли с неправилна форма” 2008 г.
- [120] Михайлов, Вл., „Шлифване на външни и вътрешни цилиндрични повърхнини”, 1965 г.
- [121] БДС EN 22768-2
- [122] Атанасов, Ж., „Абразивна обработка на металите” 1979/80 г.
- [123] <https://intralink.bg/podavaschi-abrazivi-za-bezcentrovi-shlajfove.html>, (последно посетен 01.2022)
- [124] БДС EN ISO 4287:2006
- [125] В. Анчев, В. Тошков, Л. Василева, Ж. Захаридова, Ж. Калейчева, Й. Николов, Р. Петров, В. Симеонов, Ръководство за лабораторни упражнения по Материалознание, ИК „КИНГ“, 335 стр
- [126] Assoc. Prof. Eng. Ivelin Ivanov, Materials resistance, lecture notes for the specialties HERE and II, 2006.
- [127] Ръководство за работа Универсална машина WdW-300
- [128] Bruker, <https://www.bruker.com/en/products-and-solutions/elemental-analyzers/optical-emission-spectrometers/q2-ion.html>, (последно посетен 01.2022)
- [129] Manual for Spectrum Analyzer device.
- [130] David Roylance, Mechanical Properties of Materials, 2008
- [131] J. Whitney, H. Whitney, A Handbook of Mathematical Methods and Problem-Solving Tools for Introductory Physics, Copyright © 2016 Morgan & Claypool Publishers Online ISBN: 978-1-6817-4281-6 • Print ISBN: 978-1-6817-4280-9
- [132] Todor Penchev, I. Altaparmakov, N. Stoimenov, Controlled Impact: Experimental Results in plastic deformation, XXVIII International Scientific Conference of the Faculty of Industrial Technology of TU-Sofia – FIT'2015, Sozopol, Bulgaria, 11-13 September 2015, pp.151-156, ISBN: 978-619-167-178-6
- [133] N. Stoimenov, B. Popov, V. Yosifova, Controlled High-Temperature Sintering of Boron Carbide, 23rd International Conference on Circuits, Systems, Communications and Computers (CSCC 2019), MATEC Web Conf. 292 03005 (2019), eISSN: 2261-236X, DOI: 10.1051/mateconf/201929203005

- [134] Stoimenov N., Gyoshev S., Penchev T., Contactless measurement of temperature during cold plastic deformation., Scientific Proceedings, NDT days 2016, Number 1 (187), June 2016, ISSN 1310-3946, pp. 449-450
- [135] Karastoyanov D., Gyoshev S., Penchev T., Altaparmakov I. Innovative Impact Processes: Machines, Theory, Experiments, Modeling. Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, 2016, ISBN:978-954-322-860-7, 111
- [136] Gyoshev S.. Theory of Controlled Impacts. PROBLEMS OF ENGINEERING CYBERNETICS AND ROBOTICS, 67, 2016, ISSN:0204-9848, 11-18
- [137] Penchev T., Karastoyanov D., Gyoshev S., Altaparmakov I., (2016). Monography – Innovative Impact Processes: Machines, Theory, Experiments, Modeling, Academy publishing house, Sofi, ISBN 978-954-322-860-7
- [138] Karastoyanov D., Ivanova D., Stoimenov N., (2015). Technology for production of high-temperature materials and alloys including nano elements., Recent Advances in Systems, 19th International Conference on Systems (part of CSCC`15), Zakynthos Island, Greece, July 16-20, pp. 177-181, ISSN: 1790-5117, ISBN: 978-1-61804-321-4.
- [139] Stoimenov N., Karastoyanov D., Vukov A., Neshkov T., Klochkov L., Gyoshev S., (2014).
- [140] Thermographic Study Of Rolls on Roller Batteries., XII International SAUM Conference on Systems, Automatic Control and Measurements., Nis, Serbia, November 12th-14th, pp 25-28, ISBN 978-86-6125-117-7
- [141] Gyoshev S., Penchev T., Karastoyanov D, (2014). Study of parameters of controlled impact by impact deformation of elastic and elastic-plastic materials. 5th European Conference of Mechanical Engineering (ECME' 14), November 22-24, Florence, Italy, p. 113-119, ISBN: 978-960-474-402-2
- [142] Marcheva Y., Loukaycheva M., Tsonev V., Dimova B., The influence of magnesium alloy AE42 test specimens deformation magnitude on their microstructure, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 878 012065, 2020
- [143] https://en.wikipedia.org/wiki/File:Laminage_schema_gene.svg, (последно посетен 01.2022)
- [144] Ruzic J., Stoimenov N., Advanced copper matrix composites, 2016 “Prof. Marin Drinov” Publishing house of Bulgarian Academy of Sciences, ISBN 978-954-322-859
- [145] Hristov S., Testing and Flaw Detection of Metals, Technika, (1988)
- [146] Paneva M., Klochkov L., Methodology and experimental study of carbon steel in tension for technological preparation of a sample /test tube, 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
- [147] “Automation of Discrete Production Engineering“ Mechanical Engineering Faculty, Technical University – Sofia, pp. 56-61
- [148] <http://www.insize.com/>, (последно посетен 01.2022)
- [149] Markus Grüber, Gerhard Hirt, Investigation of correlation between material properties, process parameters and residual stresses in roller leveling, Procedia Manufacturing, Volume 15, Pages 844-851, ISSN 2351-9789, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.07.180>, 2018.
- [150] José Lucio Gonçalves, José Daniel Biasoli de Mello, Henara Lillian Costa, Wear in cold rolling milling rolls: A methodological approach, Wear, Volumes 426–427, Part B, Pages 1523-1535, ISSN 0043-1648, <https://doi.org/10.1016/j.wear.2018.12.005>., 2019.
- [151] TECHNOCRAFT INTERPRISES Quality Certificate
- [152] NKMZ Quality Certificate

- [153] SIJ RAVNE SYSTEMS, Hardness Conversion Table - <https://sij.ravnesystems.com/assets/Uploads/Hardness-Conversion-Table.pdf>, (last visited August 2019)
- [154] Paneva M. and Panev P., MECHANICAL TREATMENT AND ROUGHNESS OF WORKING ROLLS FOR REVERSE MILL FOR COLD ROLLING, 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. 38-42
- [155] Helpos.com, (2008) THESIS on the topic: "Device for surface treatment of fine - mechanical parts with irregular shape". (last visited April 2021)
- [156] Ruseva Sl., Papazyan K., Atanasov Ass., Petkova St., (1988) ESKD, Handbook of design documentation, State Publishing House "TECHNIQUE", Sofia
- [157] https://www.hahn-kolb.net/-/DIAVITE-Compact-II/5521CL04_040801020102.cgid/bg/BG/EUR/ (last visited November 2021)
- [158] X. Renab, Y. Huangac, X. Zhangac, H. Licd, Y. Zhao, Influence of shear deformation during asymmetric rolling on the microstructure, texture, and mechanical properties of the AZ31B magnesium alloy sheet, Materials Science and Engineering: A, 800 (2021), p. 140306
- [159] J. Alberto, M. Martina, A. N. Schellcd, H. G. Brokmeiercd, R. E. Bolmaro, Comparison of a low carbon steel processed by Cold Rolling (CR) and Asymmetrical Rolling (ASR): Heterogeneity in strain path, texture, microstructure and mechanical properties, Journal of Manufacturing Processes, 64 (2021), Pages 557-575
- [160] M. Zhaoa, L. Huang, Ch. Li, J. Li, P. Li, Evaluation of the deformation behaviors and hot workability of a high-strength low-alloy steel, Materials Science and Engineering: A, 810 (2021), p. 141031
- [161] D.X. Wen, J.K. Wang, K. Wang, Y.B. Xiong, L. Huang, Z.Z. Zheng, J.J. Li, Hot tensile deformation and fracture behaviors of a typical ultrahigh strength steel, Vacuum, 169 (2019), p. 108863
- [162] Acatech (Hrsg.) (2015) Smart Maintenance fur Smart Factories Mit intelligenter Instandhaltung die Industrie 4.0 vorantreiben acatech POSITION, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg].
- [163] Berger, R. (2014). INDUSTRY 4.0: The new industrial revolution How Europe will succeed. http://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_TAB_Industry_4.0_20140403.pdf. (последно посетен 01.2022)

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. Миглена Панева/

Публикации по дисертационната тема

1. **Панева М.**, Research of Mechanical Characteristics in Tensile Tests of Low Carbon Steel Samples During Transformation from Hot Rolled to Cold Rolled Sheet Metal Method for testing the grinding media in mills, 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. 153-158 [SCOPUS Visible](#)
2. **Панева М.**, Обзор и анализ на машини за тестване на якост опън, натиск и огъване, International Conference Robotics, Automation and Mechatronics'18 RAM 2018, Bankya, Bulgaria, 2018., стр. 34-41, ISSN 1314-4634.
3. **М. Панева**, N. Stoimenov, Hardness Of Working Rolls For Cold Rolling Mill, 8th International Conference, ICAT'19 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, August 26-30, E-ISBN: 978-605-68537-4-6, 2019 pp. 203-206
4. **Панева М.**, Linear Plastic Deformation of Solid Body, Problems of Engineering Cybernetics and Robotics, vol. 71, „Prof. Marin Drinov“ Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2019, Sofia, ISSN 0204-9848, pp.35-48
5. **Панева М.**, Method for technological preparation of a sample /test tube, XXIX International Scientific and Technical Conference, 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. 52-55
6. **Панева М.**, 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
7. **Панева М.**, Panev P. and Klochkov L., Methodology for analysis of a metal test body using a spectrometer, VI International Scientific Conference Winter Session “Industry 4.0”, 08-11 December 2021, Borovets, Bulgaria., Scientific Technical Union of Mechanical Engineering Industry – 4.0, ISSN: 2535-0153, pp.233-235

Полезен модел

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

Приложение:

Операционни Документи

ТЕХНОЛОГИЧЕН КАРТОН

Данни за рулоните на вход	Рулон номер	Размер/мм.	Тегло/кг.	Производител	Дата	Забележка	

Тегла на единичните рулони		Размер/мм.	Тегло/кг.	Дата	Фамилия	Подпис	Фамилия	Подпис	Забележка	Отпадък в kg и %
	№				Оператор		ОТК			
Измерване/Деб/Шир/	Начало				Пом. Оператор					
	Среда				Опаковчик					
	Край				Опаковчик					
					Опаковчик					
					Опаковчик					
НТА					Старши правилник		ОТК			
					Правилник					
					Правилник					
					Правилник					
					Правилник					
Стан 700										
Измерване	от	до			Старши валц ьор		ОТК			
	Начало				Валц ьор					
	Среда				Валц ьор					
	Край				Валц ьор					
					Валц ьор					
Термичен участък	Зареждане				Старши термист		ОТК			
	Отгрев №				Термист					
	Стенд №		РЕЖИМ		Старши термист					
	Разопаковане				Термист					
Механични характеристики		Rm/MPa	RaH/MPa	A/%	Фамилия	Подпис				
					Ръководител лаборатория		ОТК			
Стан 700/Дресирание/					Валц ьор		ОТК			

Слитинг	Размер/мм.	Тегло/кг.	Дата	Фамилия	Подпис	Фамилия	Подпис	Забележка	Отпадък в kg и %
				Оператор		ОТК			
				Пом. Оператор					
				Опаковчик					
				Опаковчик					
				Опаковчик					

Тръбно производство	Профил	№ ПАЧКА		Дата	БРИГАДА/ОПЕРАТОР	Подпис	Фамилия	Подпис	ЗАБЕЛЕЖКА
		ОТ	ДО						
					Оператор		ОТК		
					Пом. Оператор				
					Опаковчик				
					Опаковчик				
					Опаковчик				

Технологичен картон

Данни за рулоните на вход	Рулон номер	Размер/мм.	Тегло/кг.	Производител	Забележка

Номер на единичен рулон		Размер/мм.	Тегло/кг.	Забележка	Дата	Фамилия	Подпис
Слитинг							
НТА							
Стан 700							
Термичен участък	Зареждане						
	Разопаков						
	Отгрев №						
	Стенд №						
Стан 700							
Слитинг							

Технологичен картон

Данни за рулоните на вход	Рулон номер	Размер/мм.	Тегло/кг.	Производител	Забележка

Номер на единичен рулон		Размер/мм.	Тегло/кг.	Забележка	Дата	Фамилия	Подпис
Слитинг							
НТА							
Стан 700							
Термичен участък	Зареждане						
	Разопаков						
	Отгрев №						
	Стенд №						
Стан 700							
Слитинг							

опис на приети рулони

на.....202...г.

	симв. №	Производител	марка стомана	№ на рулона от етикета	№ на плавка	ПО ЕТИКЕТ		ПО КАНТАР		размер	забележка
						бруто	нето	бруто	нето		
						тегло/кг.	тегло/кг.	тегло/кг.	тегло/кг.		
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											

Приел:

/ име и подпис /

Дневник за входящ контрол на размерите на рулоните

ОД 01-00-02

[illegible]

Дата..... от рулони.....

№ по ред	Тръба размер (мм)	Лента размер (мм)	Лента брой	Ширина общо (мм)	ЗАБЕЛЕЖКА
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

Дата..... от рулони.....

№ по ред	Тръба размер (мм)	Лента размер (мм)	Лента брой	Ширина общо (мм)	ЗАБЕЛЕЖКА
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

"СИЛВА МАШ" ООД

Задание за валцуване / дресиране заг.

[illegible]

Дата:

[illegible]

Опаковчик:

Мотокарист:

ПРОИЗВОДСТВЕН ЛИСТ СЛИТИНГ ЛИНИЯ

Дата:

ВХОДЯЩ МАТЕРИАЛ				продукт - щрипс				забележка
Рулон	Дебелина	ширина	количество	конфигурация		количество	отпадък	
				бр.ленти	размер	кг	кг	

Оператор:

Оператор:

Зареждач:

мотокарист:

[illegible]

ПРЕРАБОТЕН МЕТАЛ от НТА на

.....г.

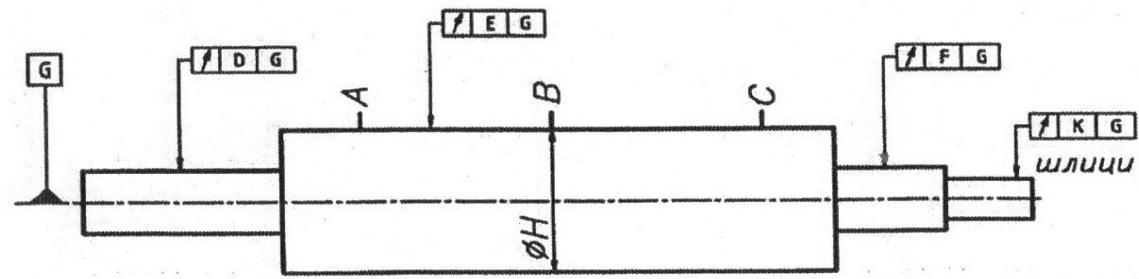
№	№ рулон	вид метал	размер	тегло на вход	тегло на изход	отпадък		направление	забележка
		СВ / ГВ				шев	окали на		
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									

Оператор:

ПРОВАЛЦУВАН МЕТАЛ наГ.									
№	№ на рулон	преди валцуване		след валцуване		отпадък	брой пасове	направление	забележка, вид метал
		р-р	кг	р-р	кг				
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									

Оператор:.....

Изпълнител:	РАЗМЕРНА КАРТА	Поръчка №
		Партида
		Възложител: "СИЛВА МАШ" ЕООД гр. Левски



Работен вал №	Начален диаметър mm	Начално биене				Краен диаметър mm	Грапавост			Крайно биене			
		D	E	F	K		A	B	C	D	E	F	K

Дата:

Изготвил:

ДАТА:

№ стенд № отгрев	бр. рулони	размер	общо тегло	начало на отгрев	начало на охлаждане	разопаковане
		мм	кг			

Изготвил:

ДАТА:

№ стенд № отгрев	бр. рулони	размер	общо тегло	начало на отгрев	начало на охлаждане	
		мм	кг			

Изготвил:

Дневник за движение на рулоните в Термичен участък

СИЛВА МАШ ЕООД

гр. Левски

Опакован						запален	охлаждане	разопакован	кантован	ред	предаден	забележка
дата	№ стенд № садка	№ по ред	№ рулон	размер	кг	дата/час	дата/час	дата/час външен вид	дата	№	на АНР дата	
		1										
		2										
		3										
		4										
		5										
		6										
		Режим:										
		1										
		2										
		3										
		4										
		5										
		6										
		Режим:										
		1										
		2										
		3										
		4										
		5										
		6										
		Режим:										
		1										
		2										
		3										
		4										
		5										
		6										
		Режим:										

168

НАЛИЧЕН МЕТАЛ в Т.О. Към 7.00ч. на 202.... Г.

1	пред пещите	брой рулони	размер	кг.
2	В пещите:	брой рулони	размер	кг.
3	за дресиране	брой рулони	размер	кг.

НАЛИЧЕН МЕТАЛ в Т.О. Към 7.00ч. на 202.... Г.

пред пещите	брой рулони	размер	кг.
В пещите:	брой рулони	размер	кг.
за дресиране	брой рулони	размер	кг.

ДНЕВНИК НА ВЛОЖЕНИТЕ В ПРОИЗВОДСТВО ЛЕНТИ

[illegible]

ЗАДАНИЕ ЗА РАБОТА НА ЛИНИЯ "ЕЛМАКСАН" / "СМАКО" ЗА
ГОД.

№	Направление	Опаковка / брой тръби	Профил на тръбата, мм	Дължина на тръбата, мм	Зададено за производство, тона	Начало на производство /дата и час/	Часова производителност /тона за един час/	Край на производство /дата и час/
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								

SILVA MASH LTD

КОНТРОЛНА КАРТА
КВАДРАТНИ И ПРАВОЪГЪЛНИ
ТРЪБИ

ПРОФИЛ:

X

X

X

H

B

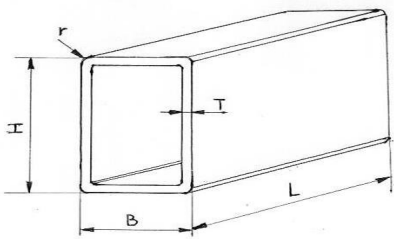
T

L

ДОПУСТИМИ ОТКЛОНЕНИЯ НА РАЗМЕРИТЕ, СЪГЛАСНО EN 10305-5

Нх В (Допуск)

15x15 (±0,20)
20x10 (±0,20)
20x15 (±0,20)
20x20 (±0,20)
25x15 (±0,25)
25x25 (±0,25)
30x10 (±0,25)
30x15 (±0,25)
30x20 (±0,25)
30x30 (±0,25)
35x20 (±0,25)
35x25 (±0,25)
35x35 (±0,25)
70x25(±0,40/±0,25)



За дължини в интервала; 5000 < L < 8000 mm,
допустимото отклонение е:

$L_0^{+10} mm$

За дебелини на тръбите: T≤1,5 mm, допустимото отклонение е:

$T \pm 0,15mm$

Отклоненията от праволинейност (e) са, както следва :

За дължини на страната: ≤30mm e ≤ 2,5mm / 1m

За дължини на страната: >30mm e ≤ 1,5mm / 1m

Максимално допустимото отклонение от перпендикулярност между две съседни стени е: ≤ ±1°

Дата:

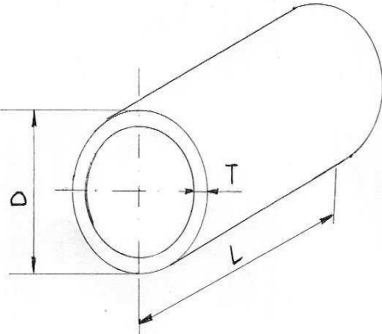
Раб. Смяна:

Контрольор:

.....
Фамилия, подпис

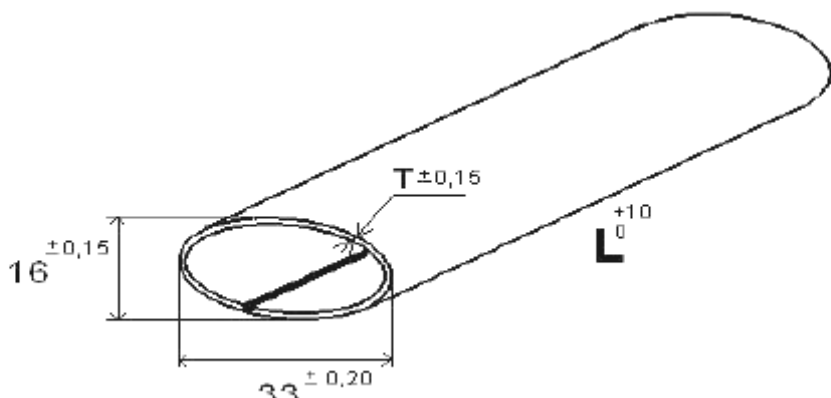
Пачка No	Тръба No	Измерени стойности, mm								Качествени оценки				
		Сечение 1 (На 100 mm от началото)		Сечение 2 (На 100 mm от края)		Отклонение от перпендикулярност ≤ ±1°	T T±0,15mm	L L ₀ ⁺¹⁰ mm	Отклонение от праволинейност на 1 m	Качество на отрязване усењќ ≤ 1 mm	Качество на външ. шев (зачистен / НЕ зачистен)	Качество на вътр. шев (≤ 0,3 mm)	Здрави на на шева (EN 10305)	Качество на външната повърхнина
		H	B	H	B									
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила

Пачка No	Тръба No	Измерени стойности, mm								Качествени оценки				
		Сечение 1 (На 100 mm от началото)		Сечение 2 (На 100 mm от края)		Отклонение от перпендику- лярност $\leq \pm 1^\circ$	T $T \pm 0,15 mm$	L $L_0^{+10} mm$	Отклоне- ние от праволи- нейност на 1 m	Качество на отрязване <i>усењќ $\leq 1 mm$</i>	Качество на вњш. шев (зачистен / НЕ зачистен)	Качество на вѣтр. шев ($\leq 0,3 mm$)	Здрави на на шева (EN 10305)	Качество на вњшната повърхнина
		H	B	H	B									
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила

SILVA MASH LTD		ДОПУСТИМИ ОТКЛОНЕНИЯ НА РАЗМЕРИТЕ, СЪГЛАСНО EN 10305-3		Дата:		
КОНТРОЛНА КАРТА КРЪГЛИ ТРЪБИ		D Ø19±0,12mm Ø22±0,15mm Ø25±0,15mm Ø28±0,15mm Ø30±0,15mm Ø35±0,20mm Ø38±0,20mm Ø45±0,25mm Ø50±0,25mm Ø60±0,30mm		За дължини в интервала; 5000 < L < 8000 mm, допустимото отклонение е: $L_0^{+10} mm$		Раб. Смяна:
				За дебелини на тръбите: T ≤ 1,5 mm, допустимото отклонение е: $T \pm 0,15 mm$		Контрольор:
ПРОФИЛ: Ø..... X X D T L				Максимално допустимото отклонение от праволинейност (e): $e \leq 2,0 mm / 1 m$		 Фамилия, подпис

Пачка No	Тръба No	Измерени стойности, mm								Качествени оценки				
		Сечение 1 (На 100 mm от началото)		Сечение 2 (На 100 mm от края)		O Отклонение от кръглост O = D _{max} - D _{min}	T T ± 0,15mm	L L ₀ ⁺¹⁰ mm	Отклонение от праволинейност на 1 m	Качество на отрязване усењк ≤ 1 mm	Качество на външ. шев (зачистен / НЕ зачистен)	Качество на вътр. шев (≤ 0,3 mm)	Здрави на на шева (EN 10305)	Качество на външната повърхнина
		D _{max}	D _{min}	D _{max}	D _{min}									
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечата̀ци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечата̀ци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечата̀ци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечата̀ци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечата̀ци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечата̀ци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечата̀ци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечата̀ци от ролките по дължина на профила

Пачка No	Тръба No	Измерени стойности, mm								Качествени оценки				
		Сечение 1 (На 100 mm от началото)		Сечение 2 (На 100 mm от края)		О Отклонение от кръглост $O = D_{max} - D_{min}$	Т $T \pm 0,15mm$	L $L_0^{+10} mm$	Отклоне- ние от праволи- нейност на 1 m	Качество на отрязване <i>усењк</i> $\leq 1 mm$	Качество на външ. шев (зачистен / НЕ зачистен)	Качество на вътр. шев ($\leq 0,3 mm$)	Здрави на на шева (EN 10305)	Качество на външната повърхнина
		D_{max}	D_{min}	D_{max}	D_{min}									
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатащи от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатащи от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатащи от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатащи от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатащи от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатащи от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатащи от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатащи от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатащи от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатащи от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатащи от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатащи от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатащи от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатащи от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатащи от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатащи от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатащи от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатащи от ролките по дължина на профила

SILVA MASH LTD		ДОПУСТИМИ ОТКЛОНЕНИЯ НА РАЗМЕРИТЕ, СЪГЛАСНО EN 10305-5  Максимално допустими отклонения от праволинейност (e) : За страната - 33mm e ≤ 1,5mm / 1m За страната - 16mm e ≤ 2,5mm / 1m	Дата:
КОНТРОЛНА КАРТА ОВАЛНИ ТРЪБИ ПРОФИЛ: 33 x 16 x x H B T L			Раб. Смяна:
			Контрольор:
			 Фамилия, подпис

Пачка No	Тръба No	Измерени стойности, mm								Качествени оценки				
		Сечение 1 (На 100 mm от началото)		Сечение 2 (На 100 mm от края)		T $T \pm 0,15mm$	L $L_0^{+10} mm$	Праволи- нейност на страна 33 mm $e \leq 1,5mm/1m$	Праволи- нейност на страна 16 mm $e \leq 2,5mm/1m$	Качество на отрязване <i>усеньк</i> $\leq 1 mm$	Качество на външ. шев (зачистен / НЕ зачистен)	Качество на вътр. шев ($\leq 0,3 mm$)	Здрави на на шева (EN 10305)	Качество на външната повърхнина
		33 $\pm 0,20$	16 $\pm 0,15$	33 $\pm 0,20$	16 $\pm 0,15$									
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила

Пачка No	Тръба No	Измерени стойности, mm								Качествени оценки				
		Сечение 1 (На 100 mm от началото)		Сечение 2 (На 100 mm от края)		T $T \pm 0,15mm$	L $L_0^{+10} mm$	Праволи- нейност на страна 33 mm $e \leq 1,5mm/1m$	Праволи- нейност на страна 16 mm $e \leq 2,5mm/1m$	Качество на отрязване <i>усењк</i> $\leq 1 mm$	Качество на външ. шев (зачистен / НЕ зачистен)	Качество на вътр. шев ($\leq 0,3 mm$)	Здрави на на шева (EN 10305)	Качество на външната повърхнина
		33 $\pm 0,20$	16 $\pm 0,15$	33 $\pm 0,20$	16 $\pm 0,15$									
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила

SILVA MASH LTD		ДОПУСТИМИ ОТКЛОНЕНИЯ НА РАЗМЕРИТЕ, СЪГЛАСНО EN 10305-5		Дата:	
КОНТРОЛНА КАРТА ПЛОСКО-ОВАЛНИ ТРЪБИ				Раб. Смяна:	
				Контрольор:	
ПРОФИЛ:				 Фамилия, подпис	
60 x 20 x X H B T L					

Пачка No	Тръба No	Измерени стойности, mm								Качествени оценки				
		Сечение 1 (На 100 mm от началото)		Сечение 2 (На 100 mm от края)		T T±0,15mm	L L ₀ ⁺¹⁰ mm	Праволи- нейност на страна 60 mm e≤1,5mm/1m	Праволи- нейност на страна 20 mm e≤2,5mm/1m	Качество на отрязване усенък ≤ 1 mm	Качество на външ. шев (зачистен / НЕ зачистен)	Качество на вътр. шев (≤ 0,3 mm)	Здрави на на шева (EN 10305)	Качество на външната повърхнина
		60±0,35	20±0,20	60±0,35	20±0,20									
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила

Пачка No	Тръба No	Измерени стойности, mm								Качествени оценки				
		Сечение 1 (На 100 mm от началото)		Сечение 2 (На 100 mm от края)		T $T \pm 0,15mm$	L $L_0^{+10} mm$	Праволи- нейност на страна 60 mm $e \leq 1,5mm/1m$	Праволи- нейност на страна 20 mm $e \leq 2,5mm/1m$	Качество на отрязване <i>усеньк $\leq 1 mm$</i>	Качество на външ. шев (зачистен / НЕ зачистен)	Качество на вътр. шев ($\leq 0,3 mm$)	Здрави на на шева (EN 10305)	Качество на външната повърхнина
		60±0,35	20±0,20	60±0,35	20±0,20									
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила

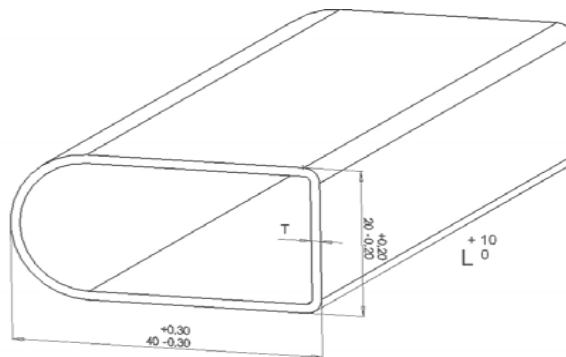
SILVA MASH LTD

КОНТРОЛНА КАРТА ПЛОСКО-ПОЛУ ОВАЛНИ ТРЪБИ

ПРОФИЛ:

40 x 20 x X
H B T L

ДОПУСТИМИ ОТКЛОНЕНИЯ НА РАЗМЕРИТЕ, СЪГЛАСНО EN 10305-5



Максимално допустими отклонения от праволинейност (e) :

За страната - 40mm $e \leq 1,5mm / 1m$

За страната - 20mm $e \leq 2,5mm / 1m$

Дата:

Раб. Смяна:

Контрольор:

.....
Фамилия, подпис

Пачка No	Тръба No	Измерени стойности, mm								Качествени оценки				
		Сечение 1 (На 100 mm от началото)		Сечение 2 (На 100 mm от края)		T $T \pm 0,15mm$	L $L_0^{+10} mm$	Праволи- нейност на страна 40mm $e \leq 1,5mm/1m$	Праволи- нейност на страна 20 mm $e \leq 2,5mm/1m$	Качество на отрязване усеньк $\leq 1 mm$	Качество на външ. шев (зачистен / НЕ зачистен)	Качество на вътр. шев ($\leq 0,3 mm$)	Здрави на на шева (EN 10305)	Качество на външната повърхнина
		40 $\pm 0,30$	20 $\pm 0,20$	40 $\pm 0,30$	20 $\pm 0,20$									
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатъци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатъци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатъци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатъци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатъци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатъци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатъци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатъци от ролките по дължина на профила

Пачка No	Тръба No	Измерени стойности, mm								Качествени оценки				
		Сечение 1 (На 100 mm от началото)		Сечение 2 (На 100 mm от края)		T $T \pm 0,15mm$	L $L_0^{+10} mm$	Праволи- нейност на страна 40 mm $e \leq 1,5mm/1m$	Праволи- нейност на страна 20 mm $e \leq 2,5mm/1m$	Качество на отрязване <i>усењк</i> $\leq 1 mm$	Качество на външ. шев (зачистен / НЕ зачистен)	Качество на вътр. шев ($\leq 0,3 mm$)	Здрави на на шева (EN 10305)	Качество на външната повърхнина
		40 $\pm$ 0,30	20 $\pm$ 0,20	40 $\pm$ 0,30	20 $\pm$ 0,20									
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	1									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила
	2									1 mm	Зачистен	0,3 mm	Издържа	Има / Няма дефекти и/или отпечатьци от ролките по дължина на профила

СИЛВА МАШ ЕООД	ДНЕВНИК за регистриране на температурите	Дата:
---------------------------	--	-------

Ph	
-----------	--

Час	Наличен обем с охл. течност m^3	Отчетена температура [°C] max 42 °C	Концентрация на охл. течност [%] min 3 %	Доляно количество MULTAN [L]	Контрольор:
6:00					
8:00					
10:00					
12:00					
14:00					
16:00					
18:00					
20:00					
22:00					
00:00					
02:00					
04:00					

SILVAMASH Ltd	АКТ ЗА БРАК No.....	ДАТА:
---------------	---------------------	-------

КОНТРОЛЬОР
Подпис, Фамилия

Вложени ленти (брой)	ПРОФИЛ	L [mm]	ПРОИЗВЕДЕНИ ТРЪБИ - I К., [kg]	ПРОИЗВЕДЕНИ - II К.,			БРАК,		
				ДОПУСТИМО КОЛИЧЕСТВО 1%			ДОПУСТИМО КОЛИЧЕСТВО 0,5 %		
				[kg]	%	ПРИЧИНА КОД	[kg]	%	ПРИЧИНА КОД

КОД	ПРИЧИНА за допуснатото II качество
201	Наличие на корозия
202	Наличие на тъмни петна
203	Отклонения в геометричните размери
204	Отклонение от геометричната форма
205	Отклонение от праволинейността
206	Дефекти по повърхността на тръбите
207	Лошо зачистен заваръчен шев
208	По-висок заваръчен шев (провар)
209	Наличие на деформации по краищата
210	Отклонения от механичните показатели
211	Челна заварка

КОД	ПРИЧИНА за допуснатия БРАК
301	Без заваръчен шев
302	Недопустимо отклонение от праволинейност
303	
304	
305	
306	
307	
308	
309	
310	
311	

ГЛАВЕН ОПЕРАТОР :
Подпис, Фамилия

ОПЕРАТОР " " :
Тръбна линия Подпис, Фамилия

- 1 :
Подпис, Фамилия
- 2 :
Подпис, Фамилия
- 3 :
Подпис, Фамилия
- 4 :
Подпис, Фамилия
- 5 :183.....

[illegible]

ОПЕРАТОР "ЕЛМАКСАН" :

Подпис, Фамилия

ОПЕРАТОР "СМАКО" :

Подпис, Фамилия

КОНТРОЛЬОР:

Подпис, Фамилия

СИЛВА МАШ ЕООД	ЛИСТ ЗА КОНТРОЛ ПРЕДИ ТОВАРЕНЕ	
-----------------------	---------------------------------------	--

№	Вид профил	ИНСТРУКЦИЯ ЗА ОПАКОВКА	Видими дефекти	ЛОШ ВЪНШЕН ВИД	ДЕФОРМАЦИИ	ЗАБЕЛЕЖКИ
		ДА / НЕ	ДА / НЕ	ДА / НЕ	ДА / НЕ	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						

Данни на превозното средство:
Регистрационен номер на ВЛЕКАЧ:.....

Извършил контрола:.....

Регистрационен номер на РЕМАРКЕТО:.....

Отговорник Експедиция:.....

ДАТА:.....

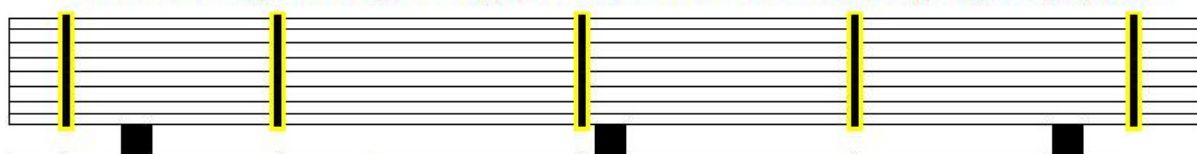
ОД-04-00-01

СИЛВА МАШ ЕООД	ИНСТРУКЦИЯ ЗА ОПАКОВКА	Версия 3
		ОД 04-00-02
		4.06.2018
		3/3

Инструкцията за опаковка описва и регламентира начина на опаковка на различните видове тръби и профили по изискване на самите клиенти.

UNIKOV spol. s r.o.

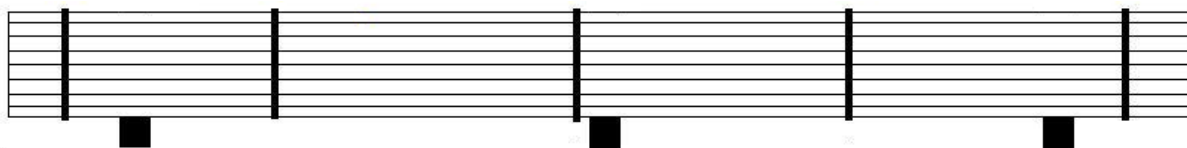
Метални чемберни ленти + дървени трупчета



60x20, $\varnothing 19$, $\varnothing 38$

Форма на пачката ☐

Метални чемберни ленти без дървени трупчета

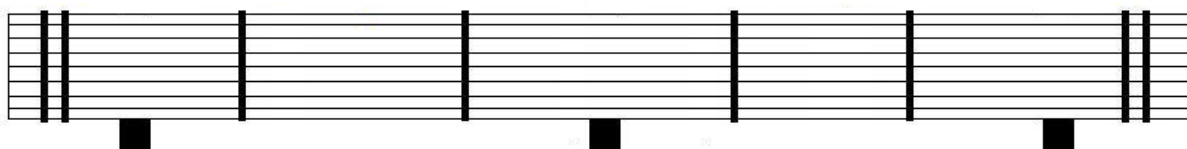


20x20

Форма на пачката ☐

SEDAC – MERAL

Метални чемберни ленти без дървени трупчета

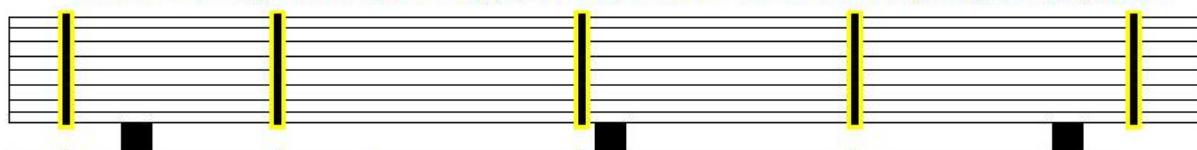


30x30

Форма на пачката ☐

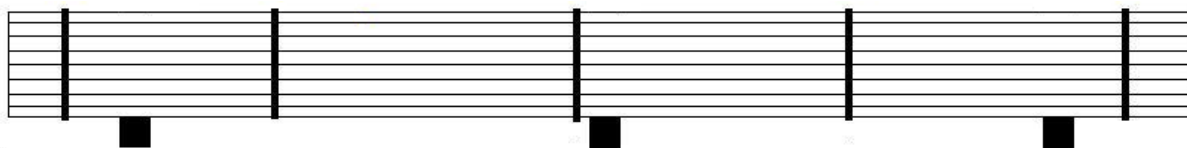
GAMMET 2000 SRL

Метални чемберни ленти + дървени трупчета



20x10, $\varnothing 28$, $\varnothing 30$

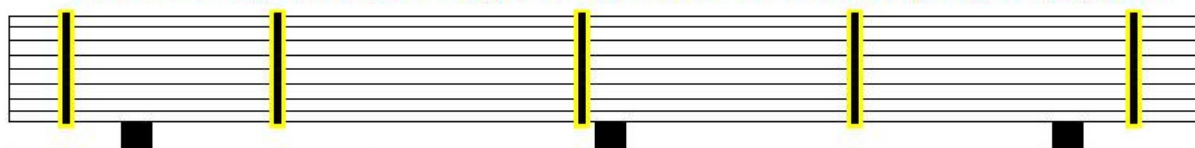
СИЛВА МАШ ЕООД	ИНСТРУКЦИЯ ЗА ОПАКОВКА	<i>Версия 3</i>
		<i>ОД 04-00-02</i>
		<i>4.06.2018</i>
		<i>3/3</i>



30x30 20x20 35x20

ДОМИНЕКС ПРО

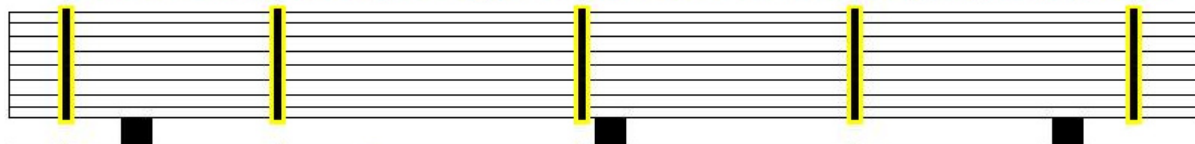
Метални чемберни ленти + дървени трупчета



60x20 ,20x10 ,ø19 ,ø38 ,20x20 ,ø22, 33x16

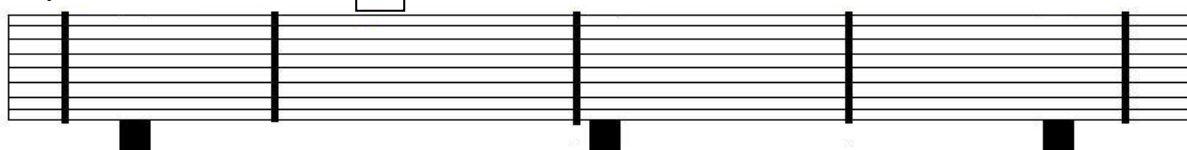
Форма на пачката 

ТЕХНОКОРОЗА АД



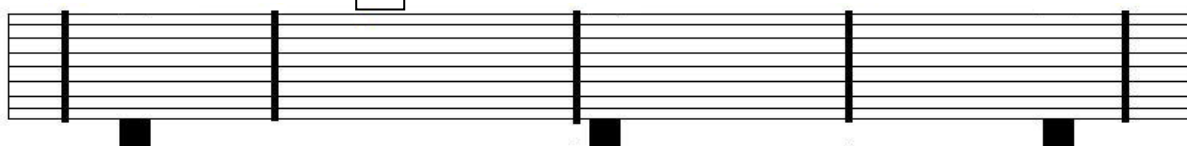
60x20 ,20x10 ,ø19 ,33x16, ø20

Форма на пачката 



35x20, 20x20, 40x20, 50x25, 30x30,25x25, 50x20,

Форма на пачката 



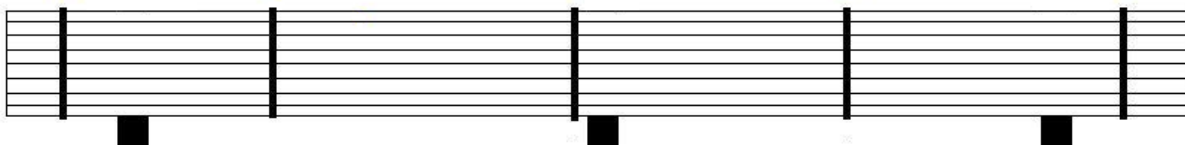
ø40 ,ø28 ,ø38 ,ø44 ,ø30

Форма на пачката 

СИЛВА МАШ ЕООД	ИНСТРУКЦИЯ ЗА ОПАКОВКА	<i>Версия 3</i>
		<i>ОД 04-00-02</i>
		<i>4.06.2018</i>
		<i>3/3</i>

БКК-95 – гр.Монтана

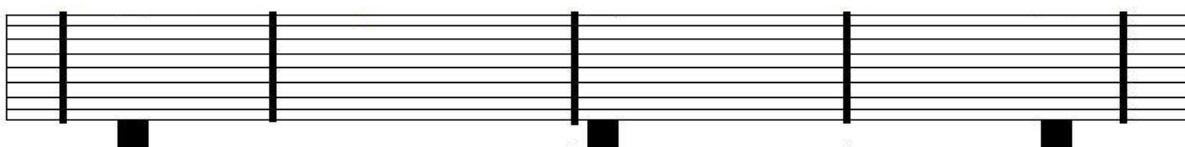
Метални чемберни ленти без дървени трупчета



Ø16 Ø18 Ø22 – броят на тръбите е според изискване на клиента

Форма на пачката 

Метални чемберни ленти без дървени трупчета

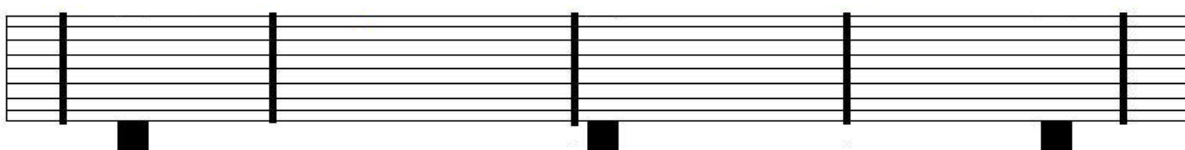


22x22x1,4

Форма на пачката 

Балкан – гр.Монтана

Метални чемберни ленти без дървени трупчета



70x25

Форма на пачката 

04.06.2018 г.

Изготвил:

П.Минчев

ОД-04-00-02

СИЛВА МАШ ЕООД	ИНСТРУКЦИЯ ЗА ОПАКОВКА	<i>Версия 3</i>
		<i>ОД 04-00-02</i>
		<i>4.06.2018</i>
		<i>3/3</i>

СИЛВА МАШ

гр. Ловеч

тел/факс 0650/84477

Връзка № Марка стомана Размер (мм) Дължина (мм) Тегло на връзка (кг) Брои на тръбите Произведено от бригада

Дата, подпис

СИЛВА МАШ

гр. Ловеч

тел/факс 0650/84477

Връзка № Марка стомана Размер (мм) Дължина (мм) Тегло на връзка (кг) Брои на тръбите Произведено от бригада

Дата, подпис

СИЛВА МАШ

гр. Ловеч

тел/факс 0650/84477

Връзка № Марка стомана Размер (мм) Дължина (мм) Тегло на връзка (кг) Брои на тръбите Произведено от бригада

Дата, подпис

СИЛВА МАШ

гр. Ловеч

тел/факс 0650/84477

Връзка № Марка стомана Размер (мм) Дължина (мм) Тегло на връзка (кг) Брои на тръбите Произведено от бригада

Дата, подпис

СИЛВА МАШ

гр. Ловеч

тел/факс 0650/84477

Връзка № Марка стомана Размер (мм) Дължина (мм) Тегло на връзка (кг) Брои на тръбите Произведено от бригада

Дата, подпис

СИЛВА МАШ

гр. Ловеч

тел/факс 0650/84477

Връзка № Марка стомана Размер (мм) Дължина (мм) Тегло на връзка (кг) Брои на тръбите Произведено от бригада

Дата, подпис

СИЛВА МАШ

гр. Ловеч

тел/факс 0650/84477

Връзка № Марка стомана Размер (мм) Дължина (мм) Тегло на връзка (кг) Брои на тръбите Произведено от бригада

Дата, подпис

СИЛВА МАШ

гр. Ловеч

тел/факс 0650/84477

Връзка № Марка стомана Размер (мм) Дължина (мм) Тегло на връзка (кг) Брои на тръбите Произведено от бригада

Дата, подпис

СИЛВА МАШ

гр. Ловеч

тел/факс 0650/84477

Връзка № Марка стомана Размер (мм) Дължина (мм) Тегло на връзка (кг) Брои на тръбите Произведено от бригада

Дата, подпис