

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ТПЗ

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТА
ПРОДУКТИВНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ
ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ТАРИ
ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Виконав: студент 2 курсу, групи 13В-16М
Спеціальності 132 – «Матеріалознавство»
Тарасюк Володимир Миколайович
Керівник к.т.н. Бакалець Д. В.

Вінниця 2018

АКТУАЛЬНІСТЬ

Будучи одним з основних ланок в підготовці виробництва кожної нової моделі автомобіля, транспортно-технологічній тарі (ТТТ) приділяється не менше уваги, ніж оснащення виробництва основними деталями і вузлами. Відомі випадки, коли виробництво нових моделей Mercedes і VW зривалися з великими фінансовими втратами тільки в зв'язку з відсутністю в потрібний час транспортних пристосувань на одну або кілька деталей з сотень найменувань, що входять до складу автомобіля. Саме цим і обумовлюється та увага яка приділяється вчасному і якісному виготовленню ТТТ, незалежно від їх складності.

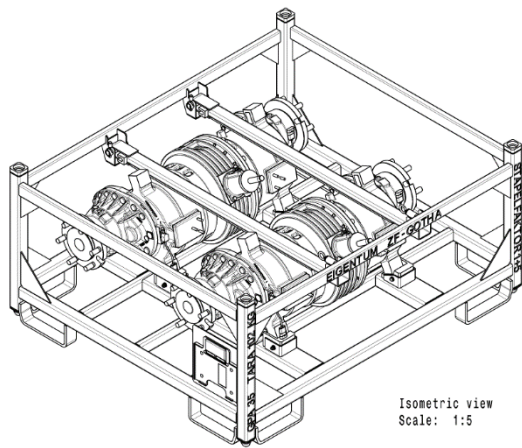


Рис 2. - Спеціальна ТТТ для перевезення редукторів автомобілів

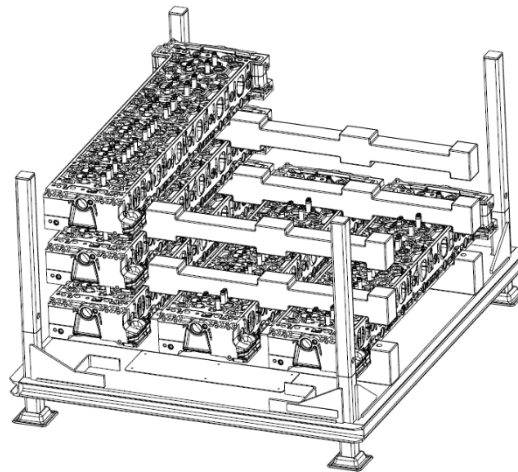


Рис 3. - Спеціальна ТТТ для перевезення ГБЦ автомобілів

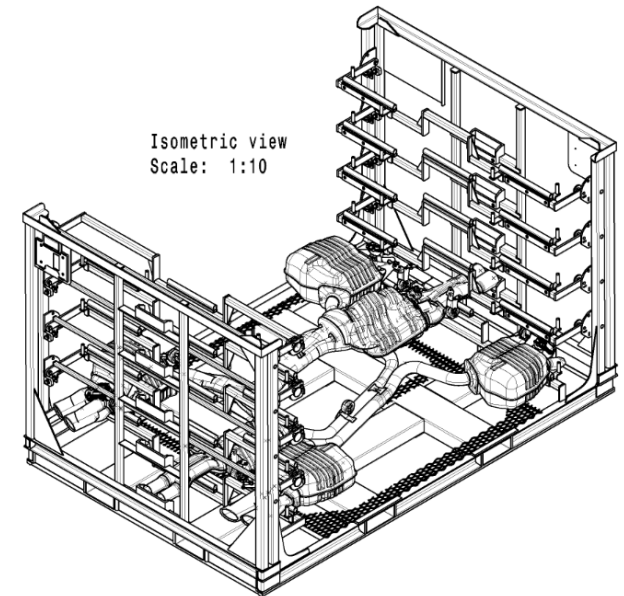


Рис 1. - Спеціальна ТТТ для перевезення випускної системи автомобілів

Якість ТТТ регламентуються як українськими так і зарубіжними нормативними документами, такими як DIN 7168. Під час виготовлення даних металоконструкцій можуть виникати дефекти різних типів від розмірних параметрів до якості покриття і упаковки. Всім їм необхідно приділяти увагу, однак метою магістерської кваліфікаційної роботи є вказати на найбільш значущі і небезпечні з точки зору браку, та знайти шляхи їх мінімізації.

Мета магістерської роботи – підвищення якості, продуктивності виготовлення та відновлення транспортно-технологічної тари(ТТТ) для автомобільної промисловості з використанням зварювання лежачим електродом під шаром флюсу та супутніх технологій, а також з використанням роботизованих технологічних комплексів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- вивчення сучасного стану проблеми підвищення якості та продуктивності виготовлення транспортно-технологічної тари.
- огляд основних підходів та технологічних прийомів застосування зварювання лежачим електродом під шаром флюсу для виготовлення та відновлення.
- розробка методики дослідження процесів зварювання та наплавлення лежачим електродом під шаром флюсу;
- дослідження шляхів мінімізації НДС у транспортно-технологічній тарі під час виготовлення.
- дослідження впливу техніки зварювання на геометричні розміри готового виробу;
- розробка та обґрунтування технології наплавлення лежачим електродом під шаром флюсу з додаванням вуглецю для підвищення твердості і зносостійкості поверхні виробів;
- оцінка ефективності використання запропонованих розробок
- розробка, дослідження та впровадження у виробництво робото-технологічних комплексів для зварювання та нанесення покриттів

Об'єкт дослідження – технологічні процеси виготовлення та відновлення транспортно-технологічної тари для автомобільної промисловості.

Предмет дослідження – склад та раціональні параметри операцій виготовлення та відновлення транспортно-технологічної тари для автомобільної промисловості.

ТИПИ ТРАНСПОРТНО–ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ТАРИ



Рис 1. – Універсальна транспортно-технологічна тара

Транспортно–технологічна тара (ТТТ) для автомобільної промисловості – зварна металоконструкція, основне завдання якої перевезення окремих деталей і вузлів від виробника на центральний конвеєр складання.



Рис 2. – Спеціальна транспортно-технологічна тара

ЗВАРЮВАННЯ ЛЕЖАЧИМ ЕЛЕКТРОДОМ ПІД ШАРОМ ФЛЮСУ

Перспективним напрямком є поєднання споріднених процесів в одній технології. В даній роботі запропоновано підхід, який дозволяє використовувати всі металургійні переваги зварювання та наплавлення під флюсом без використання дороговартісного промислового обладнання.

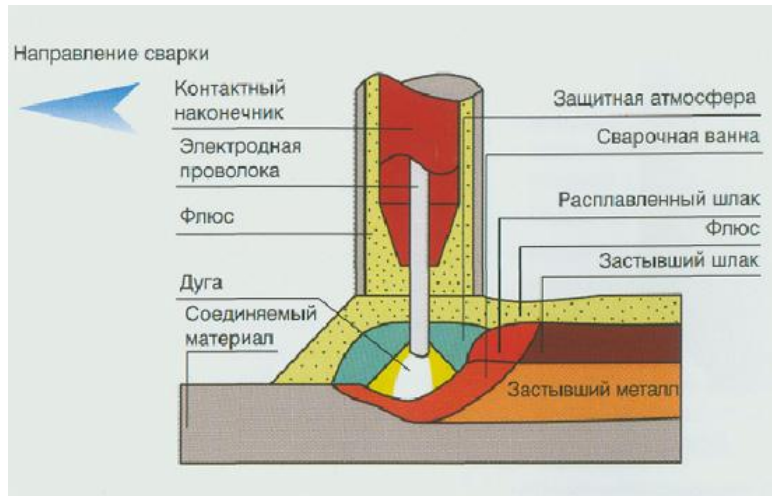


Рис 1. – Схема зварювання під флюсом

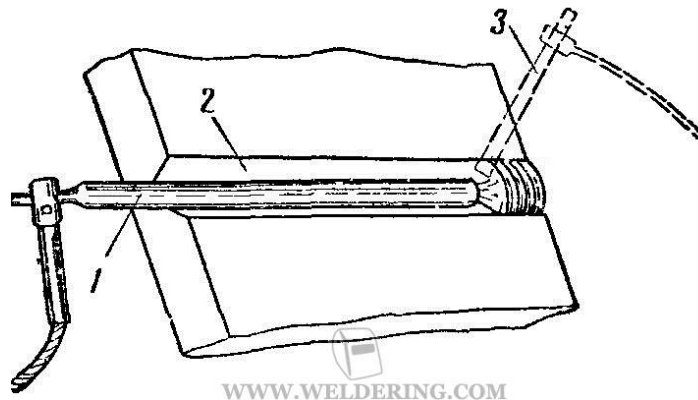


Рис. 3 – Схема зварювання лежачим електродом



Рис. 2 – Трактор для зварювання під флюсом

ПРИНЦИПОВІ СХЕМИ ЗВАРЮВАННЯ ЛЕЖАЧИМ ЕЛЕКТРОДОМ

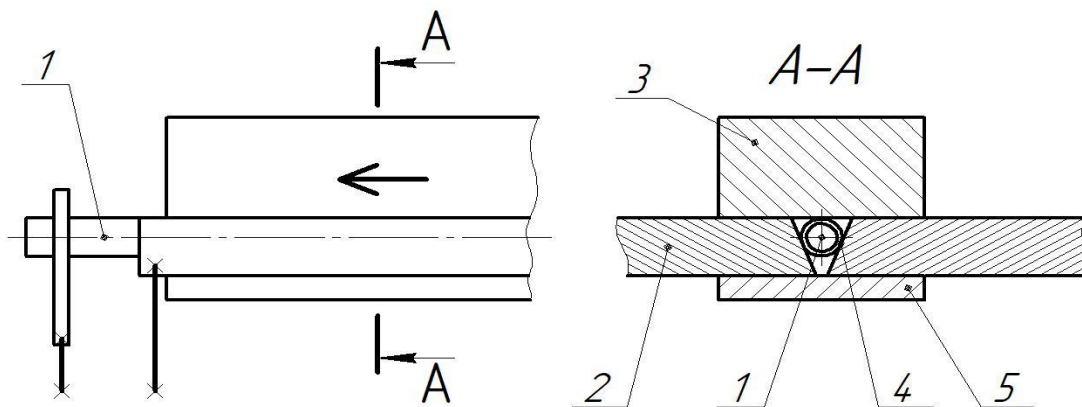


Рис. 1 – Схема зварювання лежачим електродом

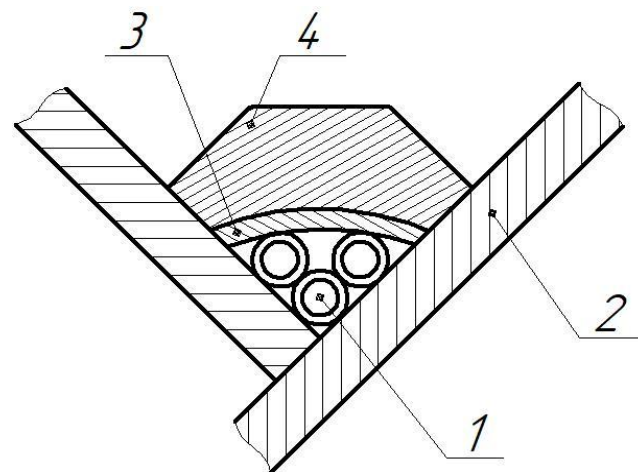


Рис. 2 – Схема зварювання кількома електродами

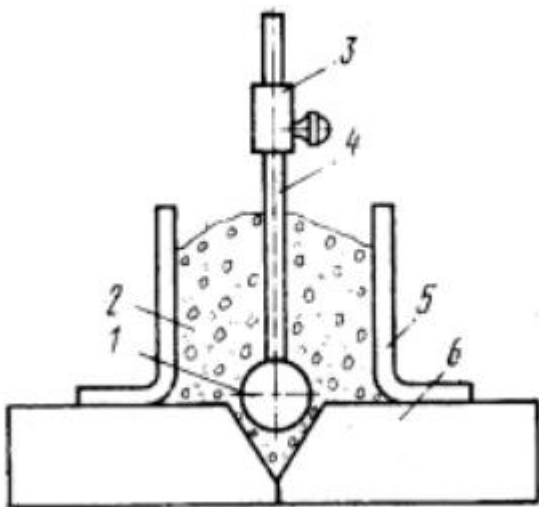


Рис. 3 – Схема зварювання лежачим електродом під шаром флюсу

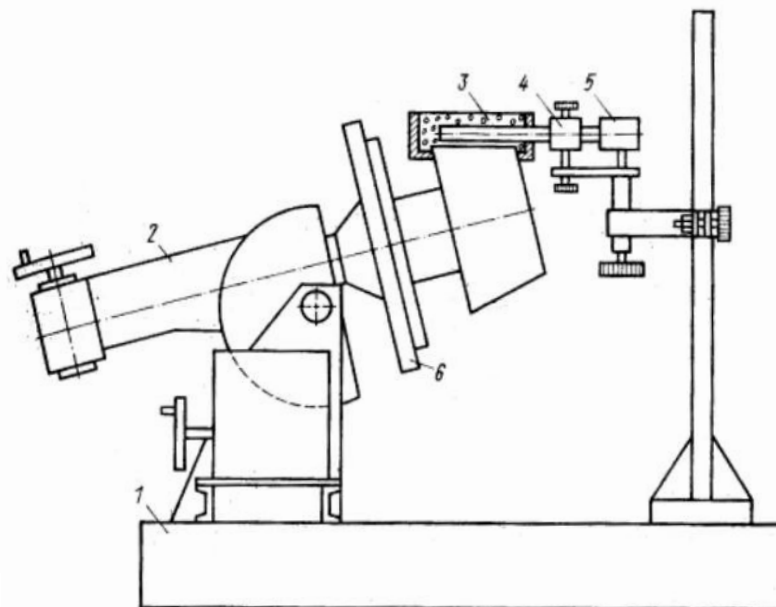


Рис. 4 – Схема зварювання обичайки лежачим електродом під шаром флюсу

ЗВАРЮВАННЯ (НАПЛАВКА) ЛЕЖАЧИМ ЕЛЕКТРОДОМ ПІД ШАРОМ ФЛЮСУ

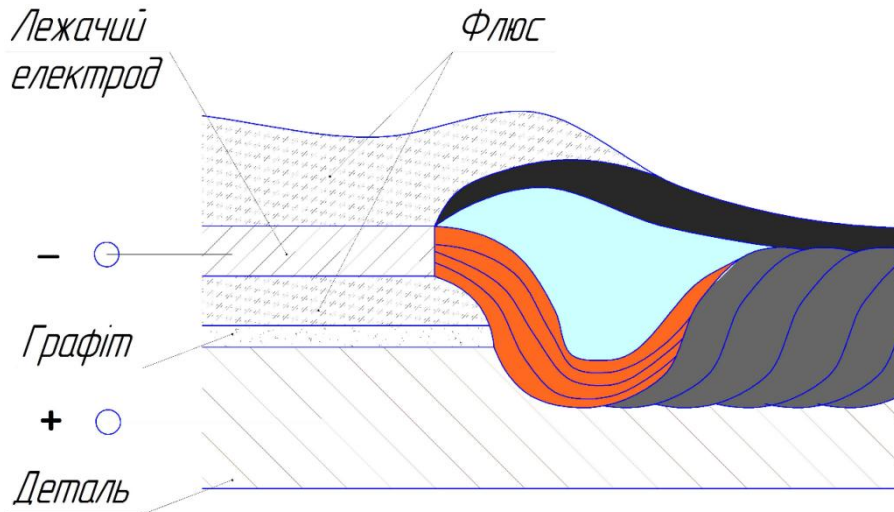


Рис. 1– Схема зварювання (наплавлення) лежачим електродом під шаром флюсу

Обладнання та матеріали

Зварювальний Випрямляч
СЕЛМА ВД-306 М1

Дріт Ст 1 діаметром 6 мм

Флюс АН -348 А

Порошок вуглецю ГАК-1

Режими

Ізв=200 А

Товщина графітового шару 0,6 -0,8 мм

Зазор між електродом та деталлю 2 мм



Рис. 2– Процес (зварювання) наплавлення лежачим електродом під шаром флюсу



Рис. 3– Шов виконаний лежачим електродом під шаром флюсу

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗВАРЮВАННЯ



Рис. 1 – Наплавлені валики при різних значеннях сили зварювального струму.



Рис. 2 – Графік залежності коефіцієнта наплавлення від сили зварювального струму.

ВПЛИВ ЛЕГУВАННЯ ВУГЛЕЦЕМ НА ЯКІСТЬ І ВЛАСТИВОСТІ ЗВАРНОГО ШВА



Рисунок 1 – Вимірювання твердості наплавлених швів: а – наплавлення лежачим електродом під шаром флюсу; б - наплавлення лежачим електродом під шаром суміші флюсу і вуглецю.

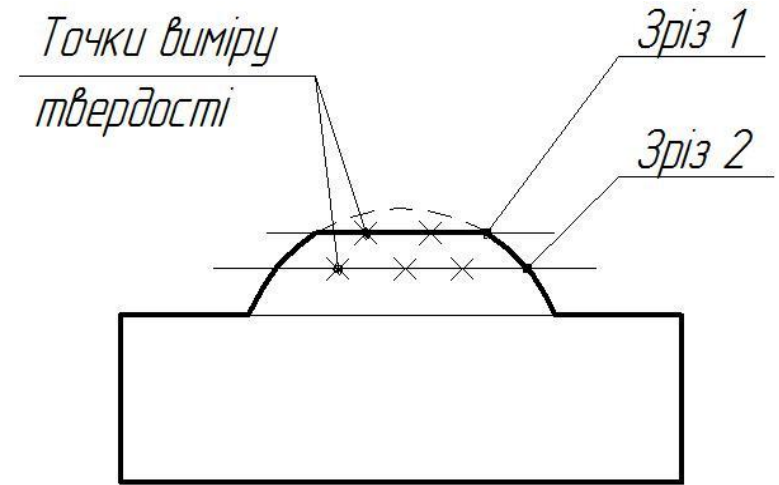


Рисунок 2 – Методика вимірювання твердості

Результати випробувань на твердість

Відношення кількості вуглецю до кількості зварювального флюсу, %	30	40	50	60
Твердість по Вікерсу, HV	462	489	498	511
Твердість по Роквелу, HRC	46,9	48,4	49	49,8

Рисунок 3 – Значення твердості при різній концентрації вуглецю у флюсі

МЕТАЛОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ



Рисунок 1 – Зразок мікрошліфа

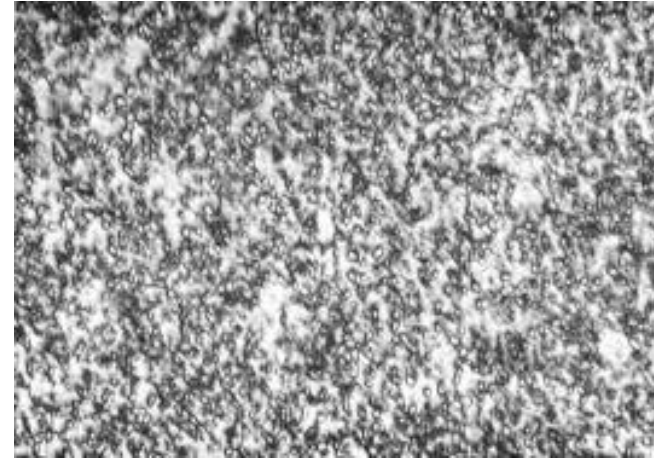


Рисунок 2 – Структура металу наплавленого валика з концентрацією вуглецевого порошку у флюсі 0,1:1

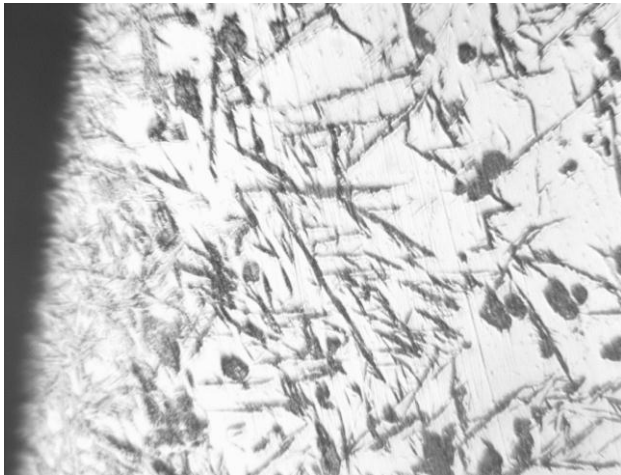


Рисунок 3 – Структура металу наплавленого валика з концентрацією вуглецевого порошку у флюсі 1:1

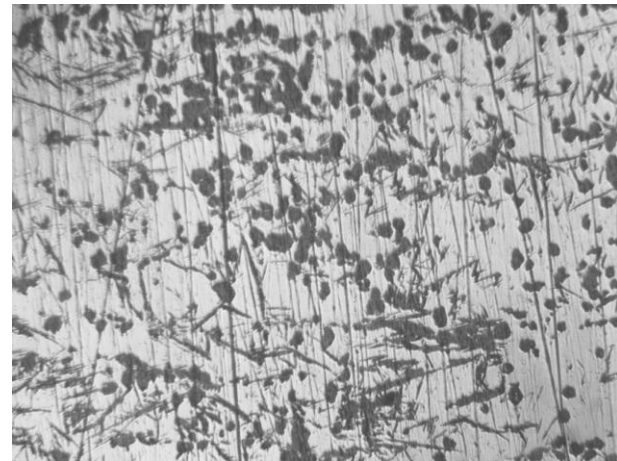


Рисунок 4 – Структура металу наплавленого валика з концентрацією вуглецевого порошку у флюсі 2:1

ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБУ EL – 41 НА ПІДПРИЄМСТВІ ТОВ «АВТОДЕТАЛЬ»



Рисунок 1 – Зборка перед зварюванням виробу EL– 41



Рисунок 2 – Прихвачування виробу EL– 41



Рисунок 3 – Зварювання виробу EL– 41

Карта замеров
деталей изделия Контейнер EL-041 основание

Размер по чертежу, мм	Фактический размер, мм				Примечание
	1	2	3	4	
1000 ±1.2	993,7	996,2	991,2		
1200 ±1.2	1194,7	1197,6	1193,7		
924 ±0.8	917,8	919,0	916,2		
500 ±1.5	498.4	496.9			
400 ±0.8	399.8	398.6			
412 ±0.8	410.2	411.6	410.3		На чертеже справа
412 ±0.8	411,0	411,6	409,9		на чертеже слева
412 ±0.8	408.6	408.2	408.0		Слева вертикальный размер
662 ±0.8	658,9	660,3	657,6		
200 ±0.5	198,8	199,6	198,8		между перемычками 50x50
52,5 ±0.5	52,1	52,3			
200 ±1,5	201,7				до оси отверстия

Рисунок 4 – Карта вимірів виробу EL– 41

АНАЛІЗ НДС КОНСТРУКЦІЇ ТРАНСПОРТНОЇ ТАРИ В ПРОЦЕСІ ВИГОТОВЛЕННЯ

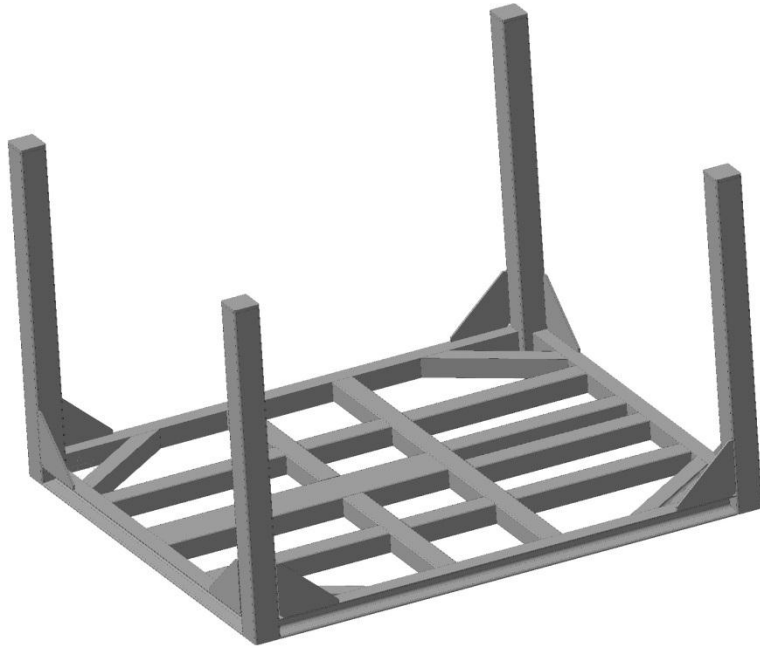


Рисунок 1 – 3D модель виробу EL– 41.

Зважаючи на те що спосіб зварювання лежачим електродом під шаром флюсу дозволяє одному працівникові одночасно виконувати декілька зварних швів, а зварювальне обладнання УД – 251 дає можливість одночасно здійснювати зварювання чотирьох зварних швів, вирішено змоделювати виконання цих швів у різній конфігурації.

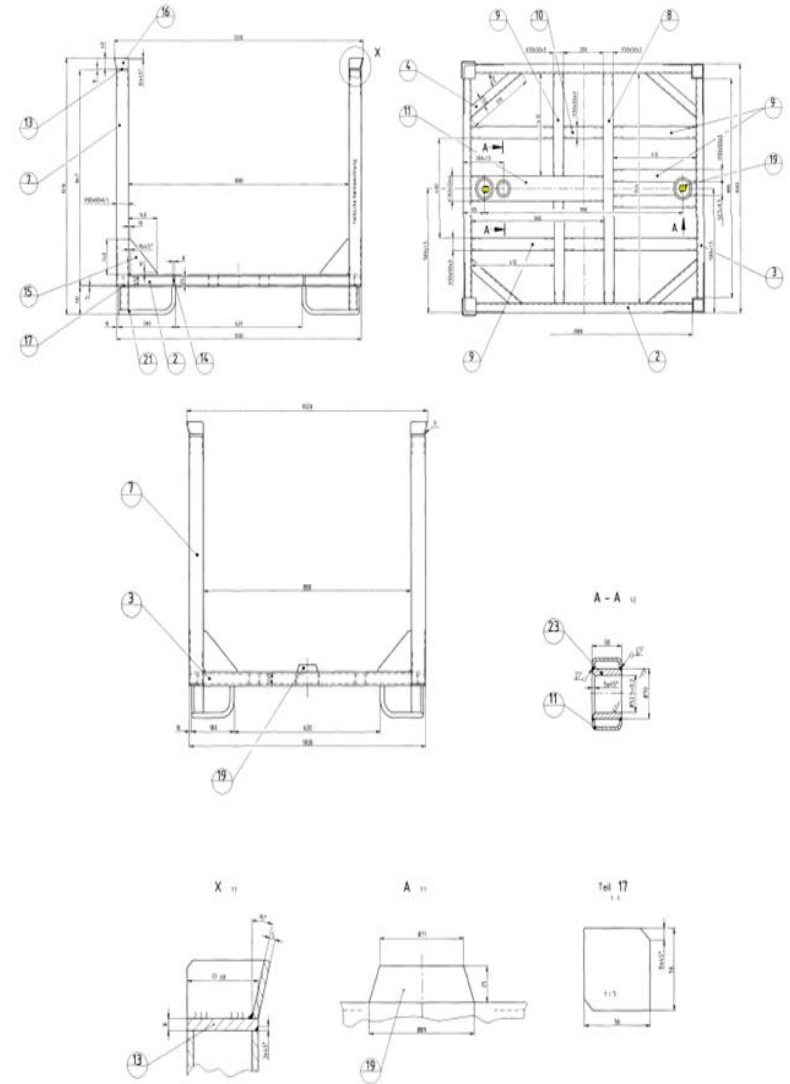


Рисунок 2 – Креслення проекту EL-41

ВИЗНАЧЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙ ШЛЯХОМ КІНЦЕВОЕЛЕМЕНТНОГО АНАЛІЗУ

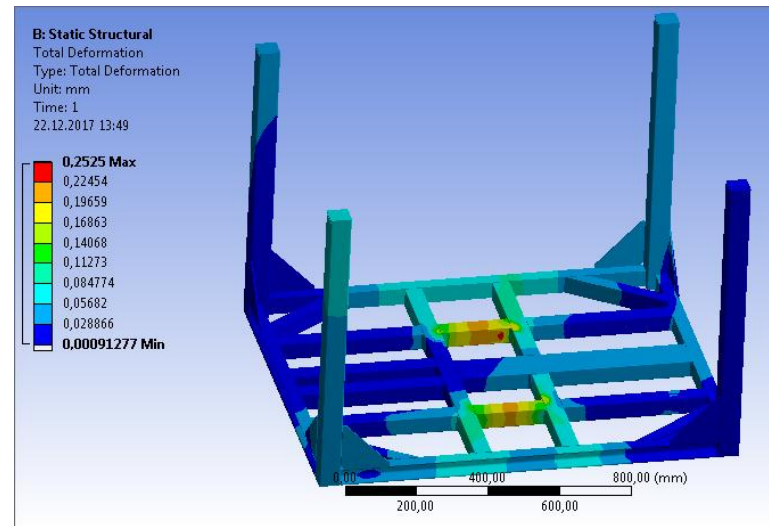
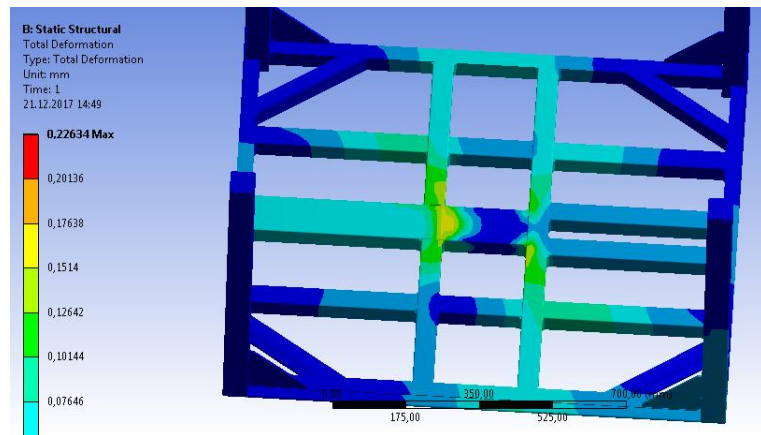
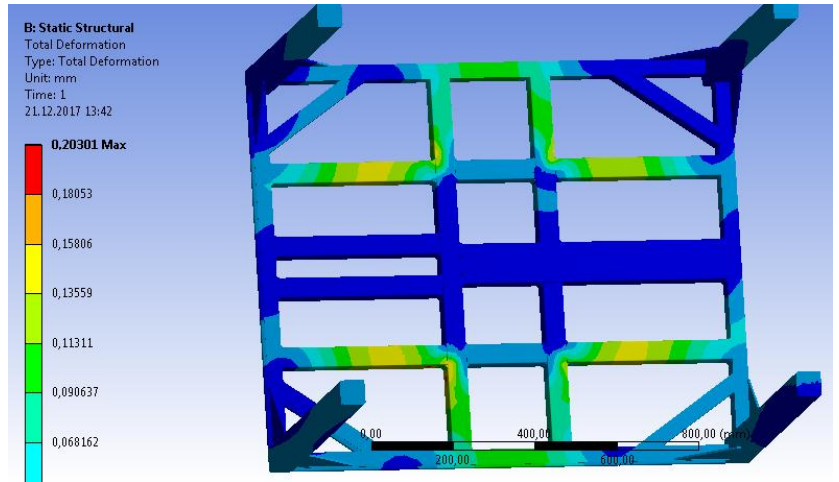
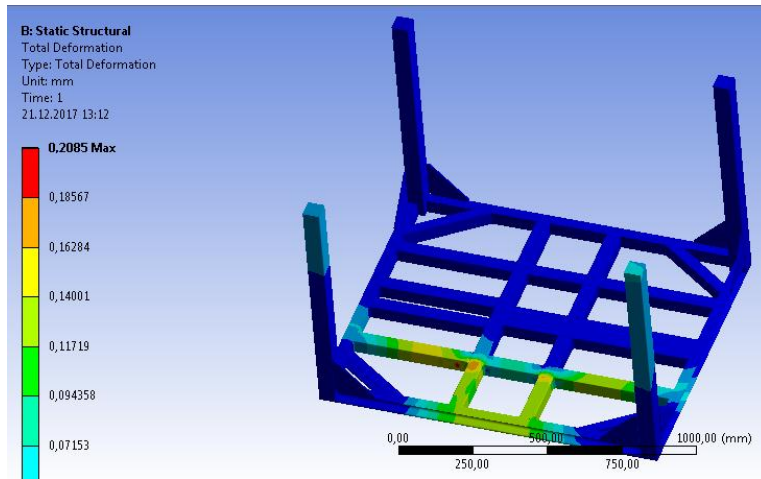


Рисунок 1 – Зони загальних деформацій при різних конфігурації зварювання

ГРАФІКИ ЗНАЧЕНЬ ДЕФОРМАЦІЙ

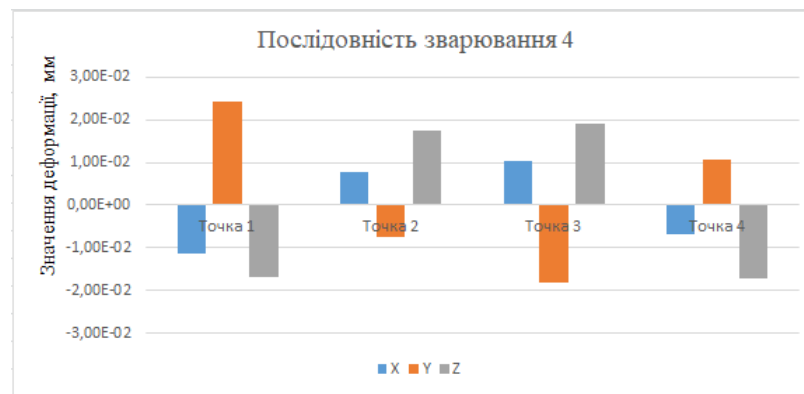
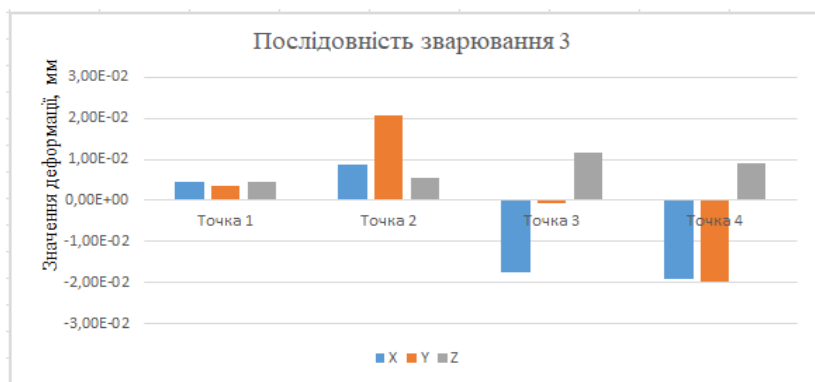
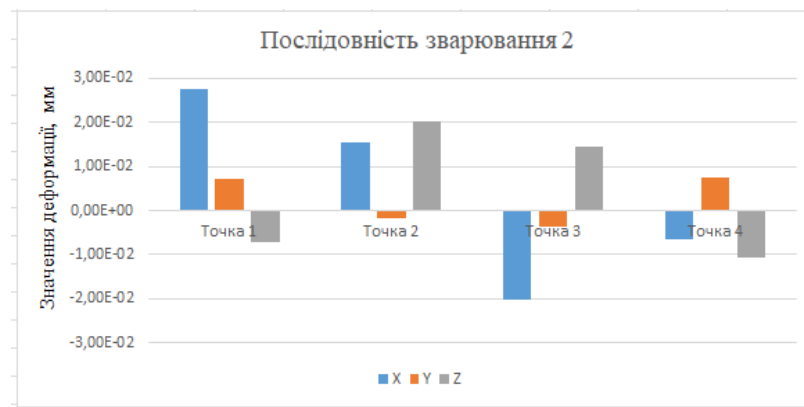
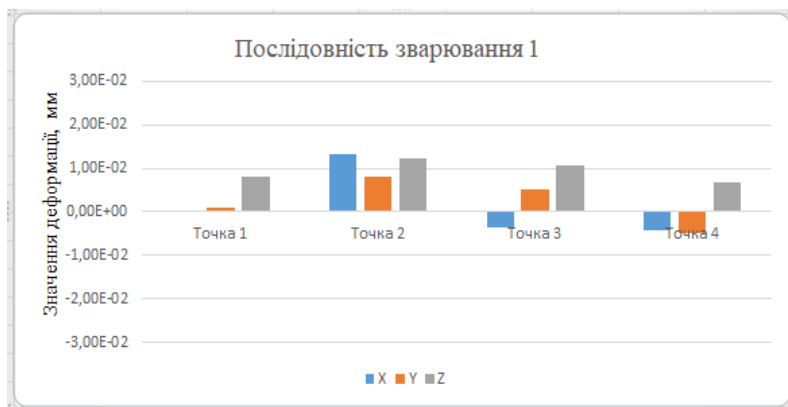


Рисунок 1 – Графіки значень деформацій у чотирьох точках конструкції, у трьох координатах X, Y, Z.

РОБОТИЗАЦІЯ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

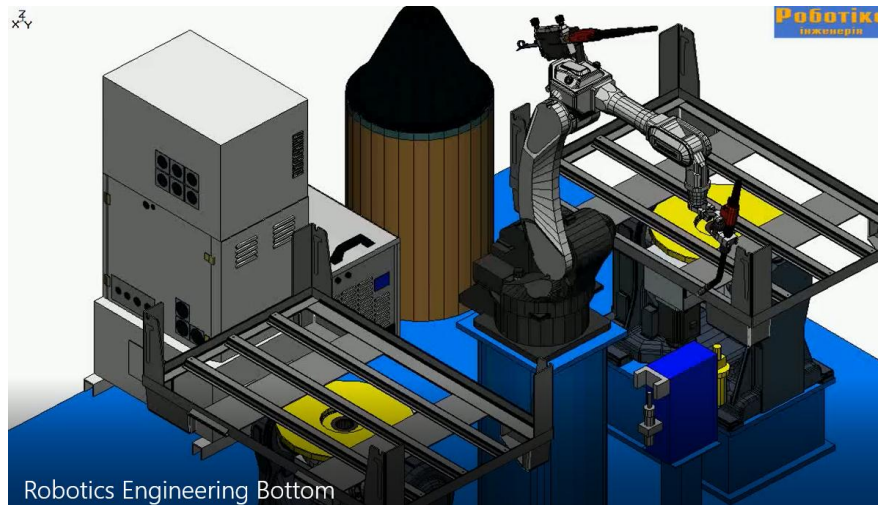


Рисунок 1 – Технічний комплекс на базі робота Panasonic для зварювання серійного виробу типу «днище гітербокса»

На рисунках змодельовано процес зварювання виробу типу «днище гітербокса». Цикл зварювання виробу склав 6хв. 52 с. +/- 10%. Ціна робототехнічного комплексу для автоматичного MIG/MAG зварювання виробу «днище гітербокса» - 1зварювальний робот Panasonic TA-1400 G2 GE2-350 з двома двоосевими позиціонерами RJC 500-350 склала 143520 Євро з ПДВ.

Основними перевагами роботизованого зварювання MIG є:

- повторюваний, точний процес нагріву і проплавлення металу під час зварювання;
- автоматичне перемикання режимів зварювання, наприклад, чергування режимів для зварювання деталей, що мають змінну товщину;
- рух пальника і автоматизоване управління зварювальними параметрами;
- підвищення продуктивності зварювання, як мінімум на 100%, а в деяких випадках і на 300%;
- зниження витрат на контроль якості зварного шва.

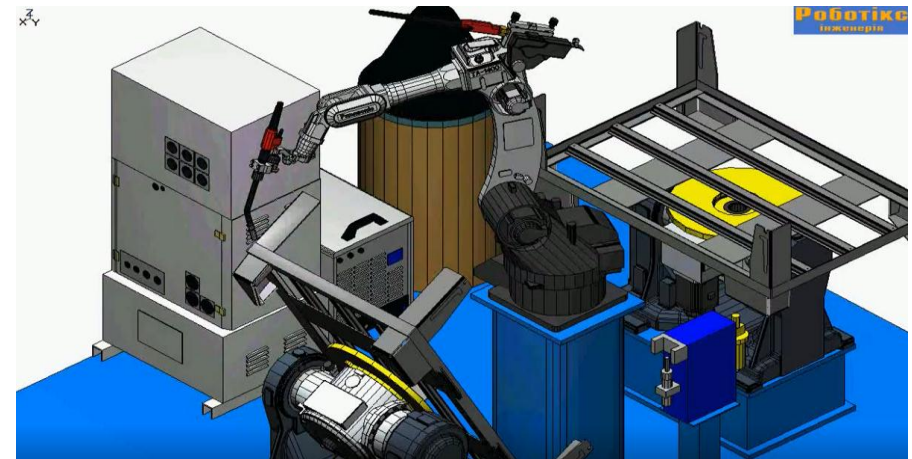


Рисунок 2 – Змодельований процес зварювання виробу типу «днище гітербокса»

ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ

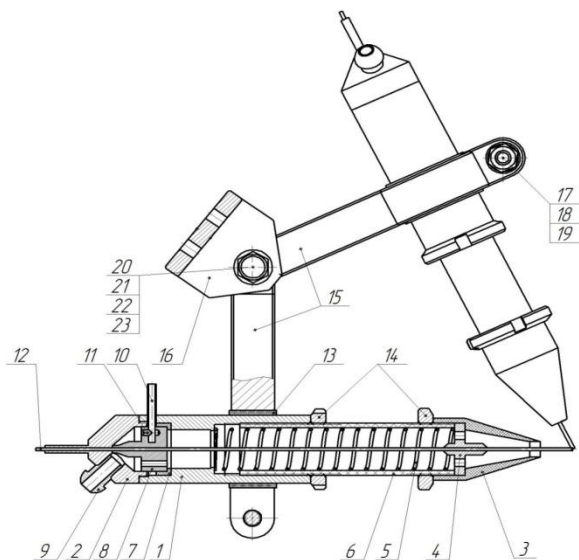


Рисунок 1 – Електродуговий металізатор

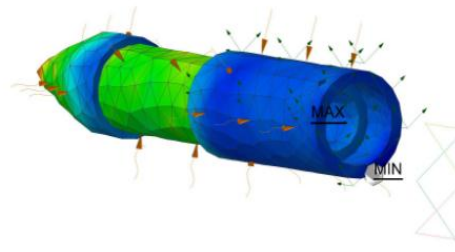
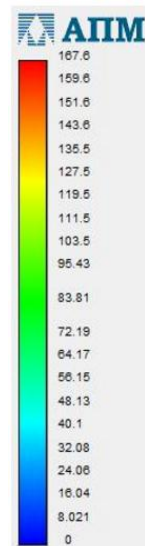


Рисунок 2 – Еквівалентне напруження по Мізесу електродугового металізатора під час роботи

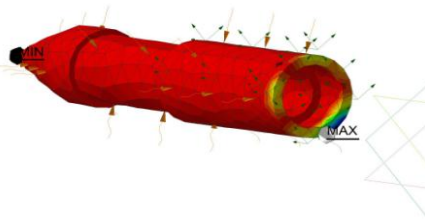


Рисунок 3 – Коефіцієнт запасу текучості електродугового металізатора

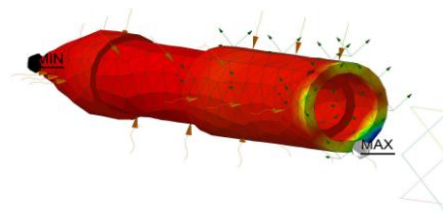
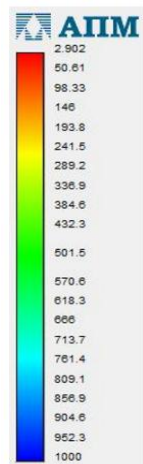


Рисунок 4 – Коефіцієнт запасу міцності електродугового металізатора

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ В ВИРОБНИЦТВО НОВОГО ВИРОБУ

№ поз	Кількість	Матеріал и сортамент по технології	Розмір заготовки, мм	Вага заготовки, кг	Вага заготовок з урахування м кількості, кг
1	1				
2	2	Швеллер 50x38	1080	6,04	12,07
3	2	Швеллер 50x38	880	4,92	9,84
4	4	Швеллер 50x38	310	1,73	6,93
5					
6					
7	4	Труба 60x60x6,5	847	9,25	37,00
8	1	Труба 50x50x3	924	4,09	4,09
9	8	Труба 50x50x3	412	1,82	14,56
10	2	Труба 50x50x3	200	0,89	1,78
11	1	Труба 100x50x4	662	5,90	5,90
12					
13	4	Лист 8x60x60		0,23	0,92
14	4	Лист 8x25x25		0,04	0,16
15	8	Лист 5x140x140		0,77	6,16
16	4	Лист 5x54x128		0,27	1,08
17	4	Лист 5x56x56		0,12	0,48
18					
19	2	Круг 89	25	1,22	2,44
20					
21	4	Опора		2,55	10,20
22					
23	4	Круг 70	50	1,51	6,04
				Вес	119,65

Рисунок 1 – Матеріальна відомість проекту EL–41

Загальна вага конструкція по КД / розрахованої по СПЕЦИФІКАЦІЇ, в кг	119,65
Вартість покриття, грн.	50,00
Вартість металів згідно норм, грн.	2380,00
Вартість праці основних робітників, грн.	322,6
Вартість виготовлення на заводі виробу в цілому, грн.	5125,00
Кількість, що поставляється за даним проектом, шт.	1000

Рисунок 2 – Ціноутворення виробу EL–41

Впровадження нового проекту потребує від інвестора 200670 грн. капітальних вкладень. Прибуток за рік виробника складе 960600 грн.

При оцінці ефективності впровадження в виробництво проекту EL–41 отримані такі важливих показників, як:

- чистий дисконтований дохід (інтегральний ефект) 1822220 грн.;

- внутрішня норма дохідності (прибутковості) 20%;

- термін окупності інвестицій 0,2 роки.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Розглядається зварювальна дільниця

При експлуатації дільниці можливе виникнення наступних шкідливих виробничих факторів :

- шум;
- вібрація;
- недостатня освітленість;
- зниження чи підвищення температури повітря робочої зони;
- зниження чи підвищення відносної вологості повітря;
- підвищення рухомості повітря.

До небезпечних виробничих факторів можна віднести:

- травмування працюючих внаслідок, контакту з рухомими частинами;
- ураження працюючих електричним струмом від струмопровідних частин електрообладнання;
- ураження працюючих електричним струмом від не струмопровідних частин обладнання в результаті пробою ізоляції і замикання на корпусі.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У роботі отримано ряд результатів, що мають наукову новизну.

1. Встановлена та обґрунтована можливість підвищення якості зварних з'єднань виконаних способом зварювання лежачим електродом під шаром флюсу шляхом легування через шлакову фазу вуглецем, який додається у вигляді графітного порошку у флюс між електродом та деталлю.

2. Із збільшенням концентрації вуглецевого порошку у флюсі в зварних швах встановлено збільшення твердості та утворення включень у вигляді кулястого графіту, що дає можливість отримувати покриття з антифрикційними властивостями.

3. Завдяки використанню кінцевоелементного аналізу для моделювання процесу одночасного зварювання декількох з'єднань розроблено методику мінімізації деформації конструкції шляхом підбору раціональної конфігурації та розміщення швів.

На основі проведених досліджень отримано ряд практичних рекомендацій.

1. Розглянуто основні різновиди ТТТ та сформовано основні вимоги, згідно яких основними є дотримання жорстких допусків на розміри по стандарту, технологічність і якість виконання зварювання. Обґрунтовано доцільність використання способу зварювання лежачим електродом під шаром флюсу для їх виготовлення.

2. Проведено аналіз технологічного процесу виготовлення транспортно технологічної тари EL– 41 на підприємстві ТОВ "Автодеталь". Розмірний аналіз виготовлених заводом зразків по звичайній технології показав відхилення від допусків до 3 разів.

3. Під час одночасного зварювання декількох швів у різній конфігурації при виготовленні ТТТ встановлено зменшення допустимих розмірно – габаритних відхилень у випадку зварювання по одній стороні внутрішнього ребра на 57 - 61%, та зменшення відхилень площинності у випадку зварювання по внутрішньому контурі до 70%.

4. Шляхом експериментальних досліджень визначено продуктивність зварювання, яка в порівнянні з РДЗ у 1,2 – 1,3 рази вища.

5. Спроектовано роботизований зварювальний комплекс на базі робота Panasonic для зварювання серійної ТТТ типу «днище гітербокса», який дозволяє забезпечити безперервність виготовлення конструкції за рахунок використання одного зварювального робота з двома осевими позиціонерами.

6. Спроектовано електродуговий металізатор для нанесення захисних покриттів, який пропонується для використання роботом після процесу зварювання на тому ж робочому місці для нанесення захисних покриттів. Моделюванням процесу його роботи на максимальних режимах визначено коефіцієнт запасу міцності, який дорівнює 3.

7. 9. При оцінці ефективності впровадження в виробництво проекту EL–41 отримані показники свідчать про високий рівень дохідності для інвестора і підтверджують доцільність впровадження технологічного процесу виготовлення проекту ТТТ, виробу EL–41.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ