

МІЦНІСТЬ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ШВІВ КОНСТРУКЦІЙНИХ ПЛАСТМАС З УРАХУВАННЯМ СПОСОБУ З'ЄДНАННЯ

Виконав: студент ММІ групи МП-81

Воронін Ю.В.

Науковий керівник: Шидловський М.С.

Поставлені задачі

Зварювання займає одне з найважливіших місць серед методів виготовлення виробів із пластмас.

Переваги цього способу з'єднання:

- не потребує багатостадійних технологічних процесів;
- не порушує герметичність і цілісність виробів;
- дозволяє в максимально реалізувати основні переваги пластмас.

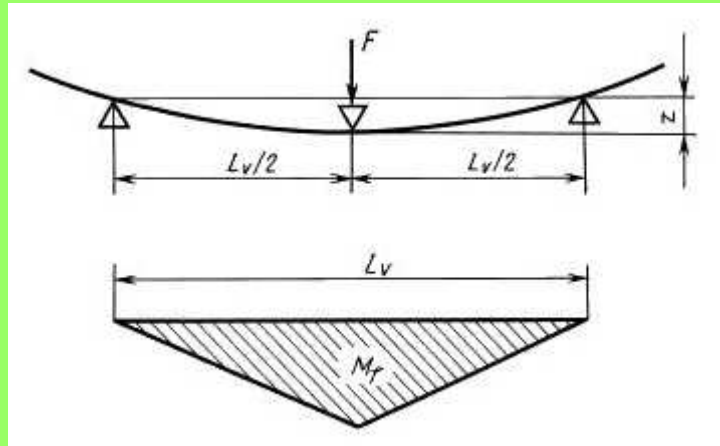
Задачі даної роботи :

- дослідити вплив способу з'єднання на міцність матеріалу;
- надати рекомендації до використання досліджених методів зварювання;
- проаналізувати характер зміни властивостей матеріалу.

Огляд літературних джерел

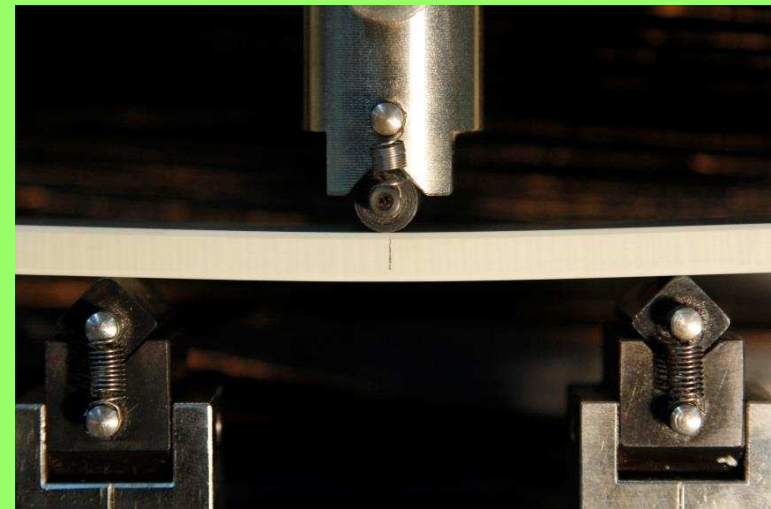
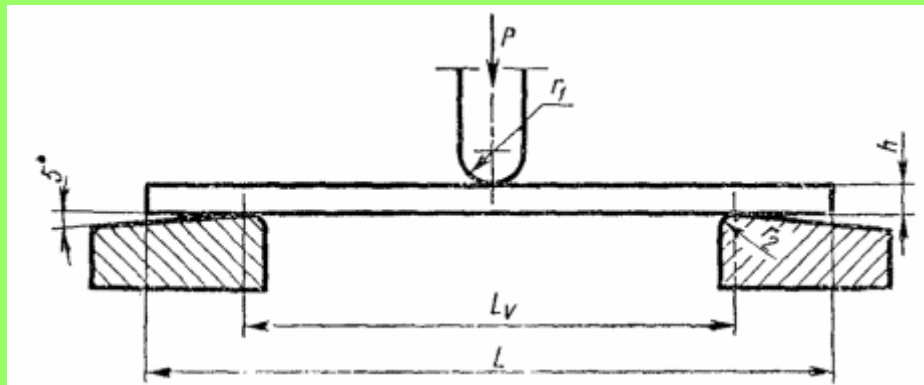
Автор та назва джерела	Напрацювання
И. Амброж, Л. Амброж, Д.Беллуш, «Полипропилен»	Досліджені структура та властивості поліпропілену.
Р.Ф. Катаев «Сварка пластмасс»	Описані технології різних видів зварювання.
Дж. Нейман Ф.Дж. Бокхов «Сварка пластмасс»	Описані способи застосування зварних з'єднань, їх особливості та надані практичні рекомендації по використанню.
К.И. Зайцев, Л.Н. Мацюк, А.В. Богдашевский, С.С. Волков ... «Сварка полимерных материалов»	Описані залежності температури зварювального устаткування з якістю зварних з'єднань, досліджені значення коефіцієнта збереження властивостей для певних видів зварних швів.

Стандартизовані методи випробування полімерних матеріалів на згин



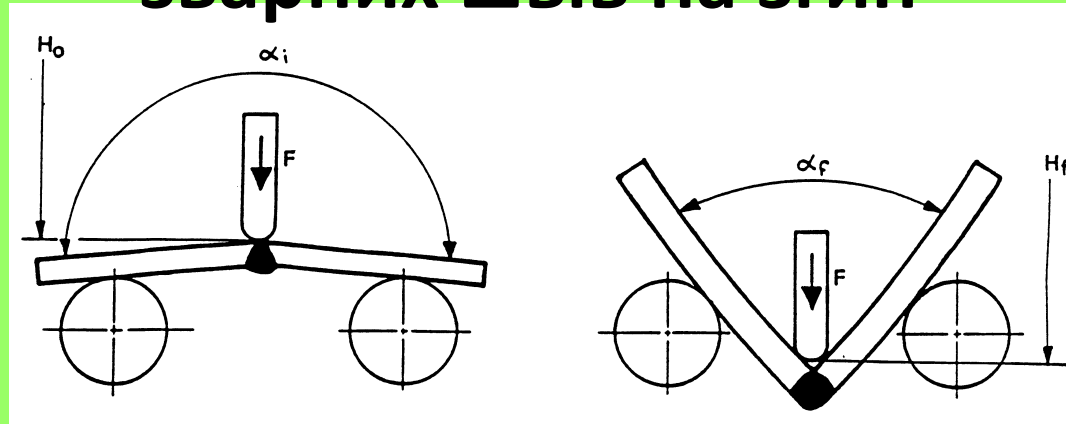
$$E_{\text{зг}} = \frac{L_v^3 \cdot (F_2 - F_1)}{4 \cdot b h^3 \cdot (z_2 - z_1)}$$

модуль пружності



за ГОСТ 4648-71 «Пластмассы. Метод испытания на статический изгиб»

Стандартизовані методи випробування зварних швів на згин



а) початкове
положення

б) кінцеве
положення

Схематичне зображення проведення
випробування



За стандартом BS EN 12814-1:2000 «Testing of welded joints of thermoplastics semi-finished products»

Зразки для випробувань на згин

Тип з'єднання	Характер зварного шва	Форма підготовки кромки	Спосіб виконання	Умовне позначення
Стиковий	Односторонній	з скосом двох кромки	Г; Е	С10 
Стиковий	Двосторонній	з двома симетричними скосами двох кромки	Г; Е	С14 

СКОСАМИ ДВОХ КРОМОК



«С10», (Е)



«С10», (Е)*



«С10», (Г)



«С14», (Г)

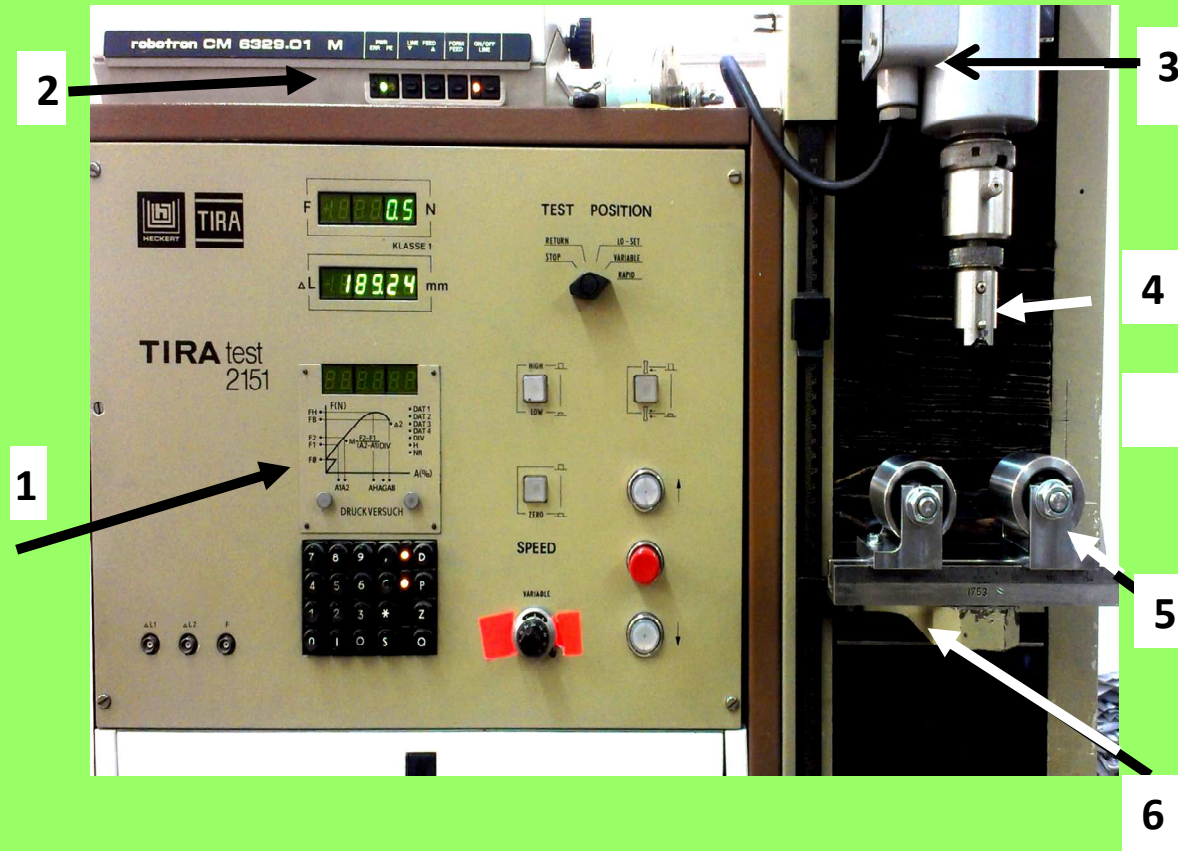
Г – газовим теплоносієм з використанням присадного матеріалу
Е – присадкою, що екструдуюється.

* - з проведенням механічної обробки шва (зрізання напливів)



«С14», (Е)*

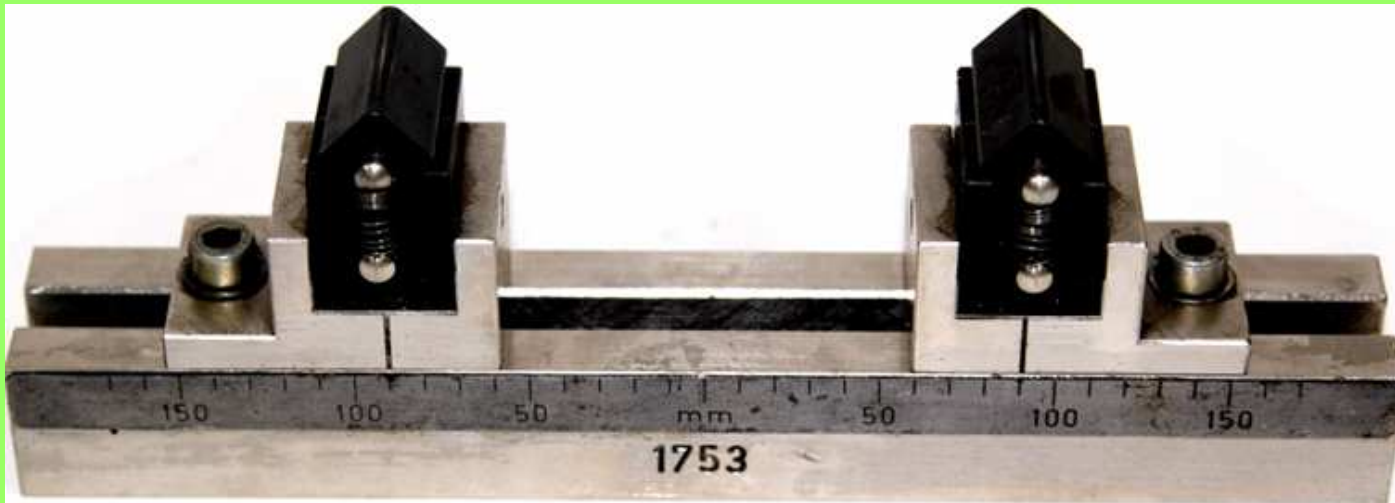
Обладнання для випробувань



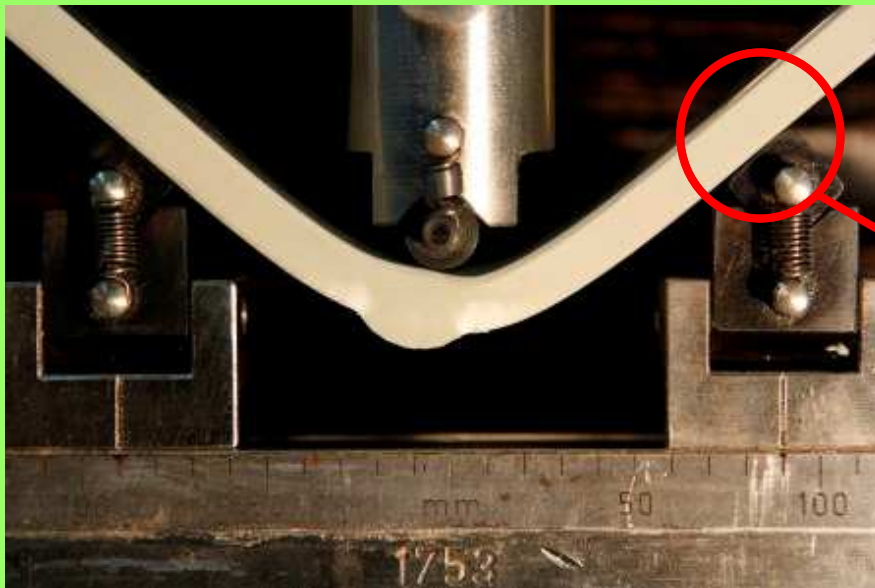
Загальний вигляд випробувальної машини TIRAtest-2151:

1 – пульт керування; 2 – пристрій для друкування ROBOTRON K6313; 3 – динамометр; 4 – нерухома (верхня) опора, в даному випадку – індентор; 5 – рухома (нижня) опора; 6 – рухома траверса.

Стандартна опора для випробувань на згин

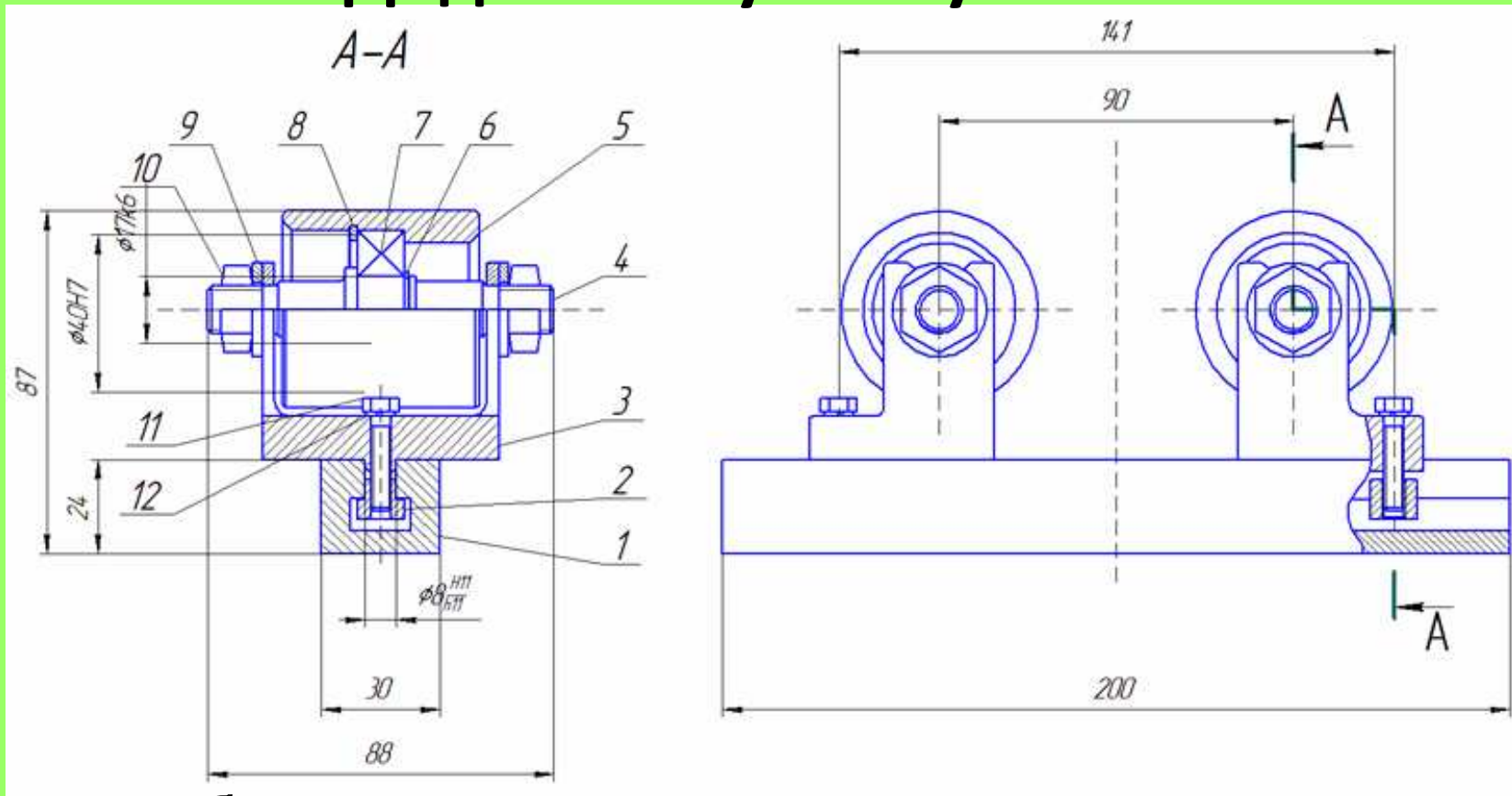


Опора для випробувань на згин, яка відповідає вимогам ГОСТ 4648-71



При великих значеннях прогину край опори контактує з зразком, що дискредитує дане випробування

Додаткове устаткування

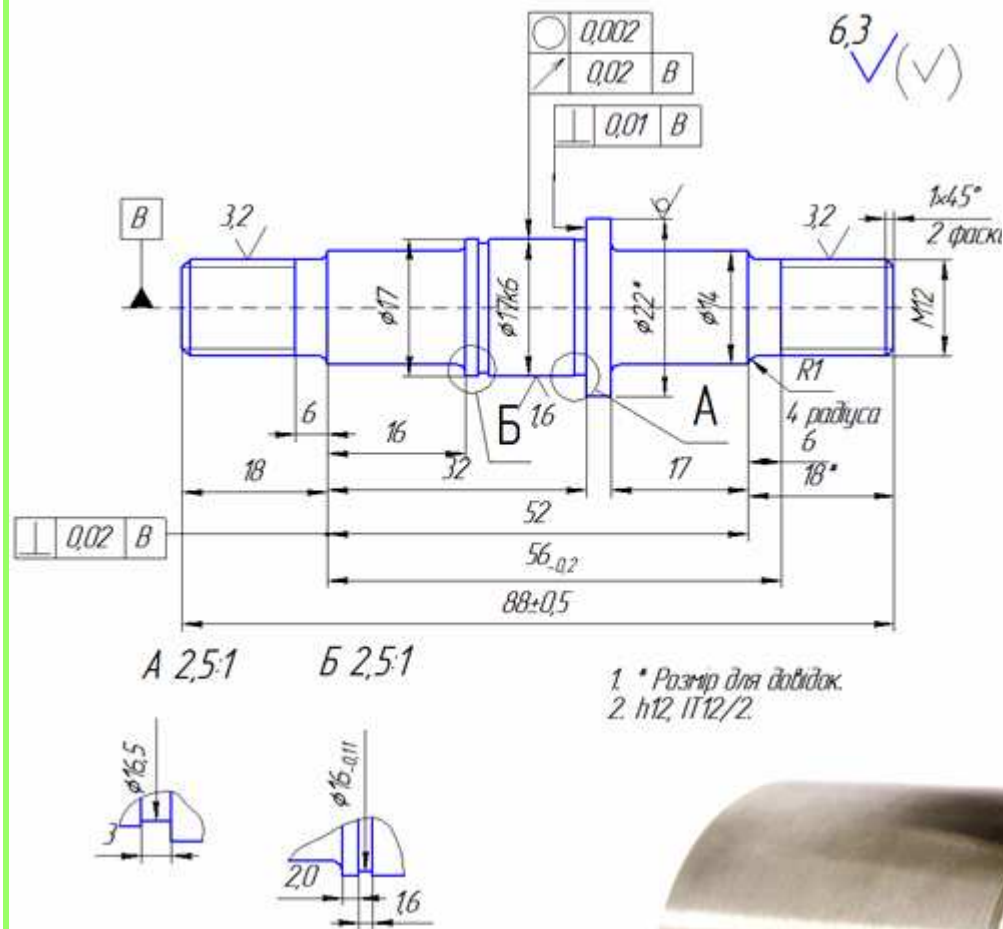


Вимоги до обладнання:

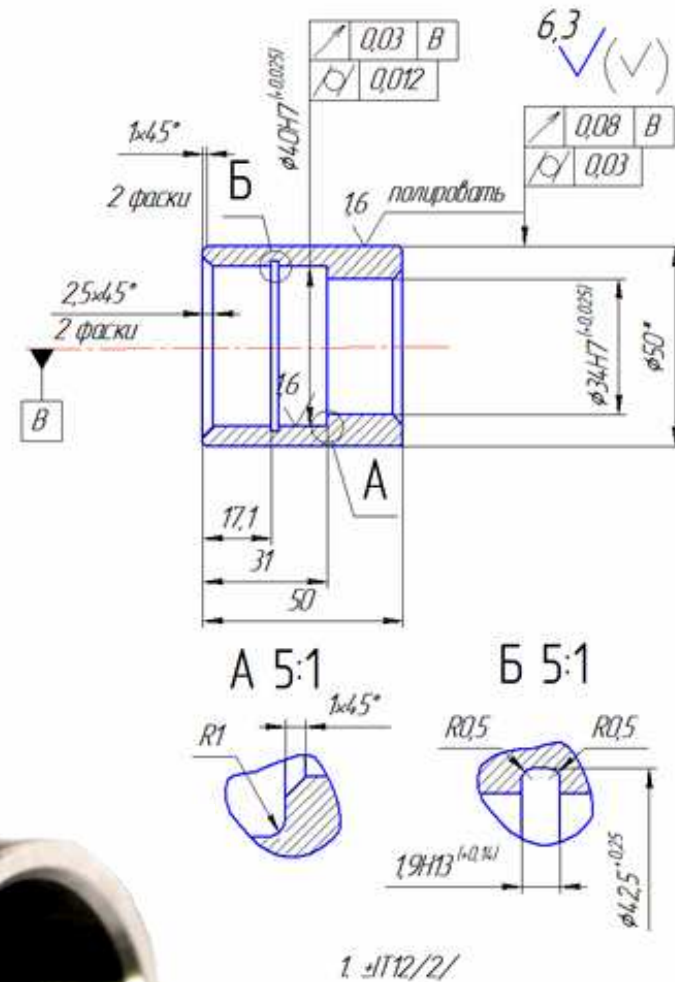
- Ролики вільно обертаються;
- Несуча спроможність конструкції не менша ніж 5кН;
- Висока точність виконання поверхні контакту з зразками;
- Можливість регулювати відстань між опорами (роликами);
- Сумісність з стандартним устаткуванням випробувальної машини

TIRAtest.

Деталювання

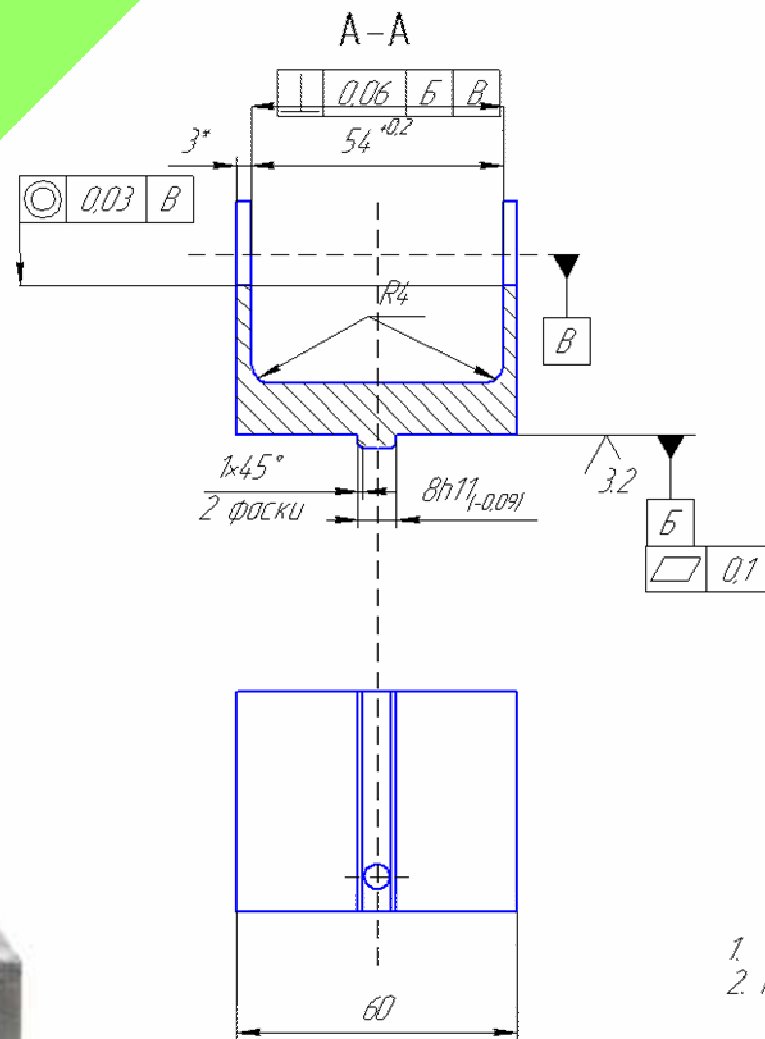


Креслення валу

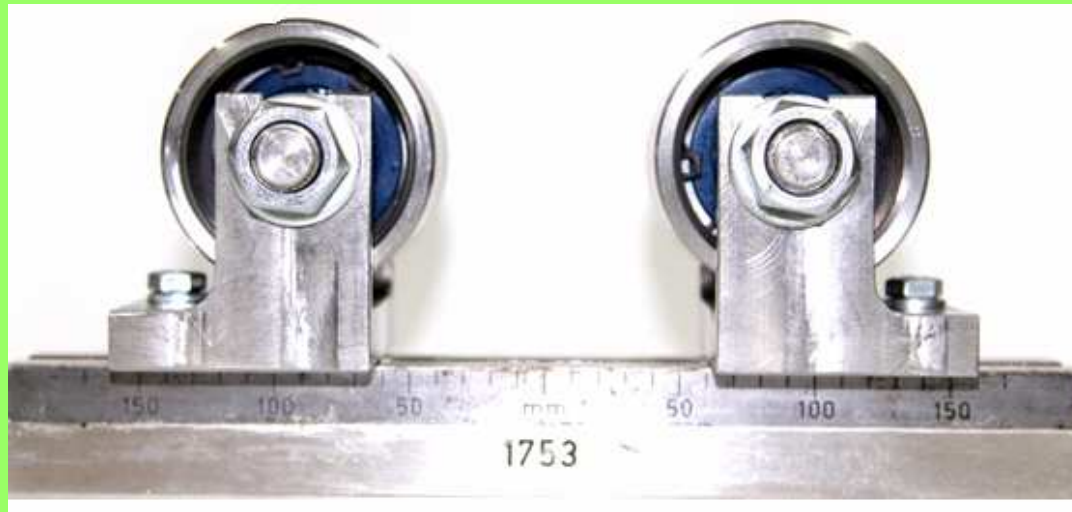


Креслення
ролика

Креслення опори



1. * Розмір для довідок.
2. H12h12, IT12/2.



Спроектоване устаткування у зібраному вигляді

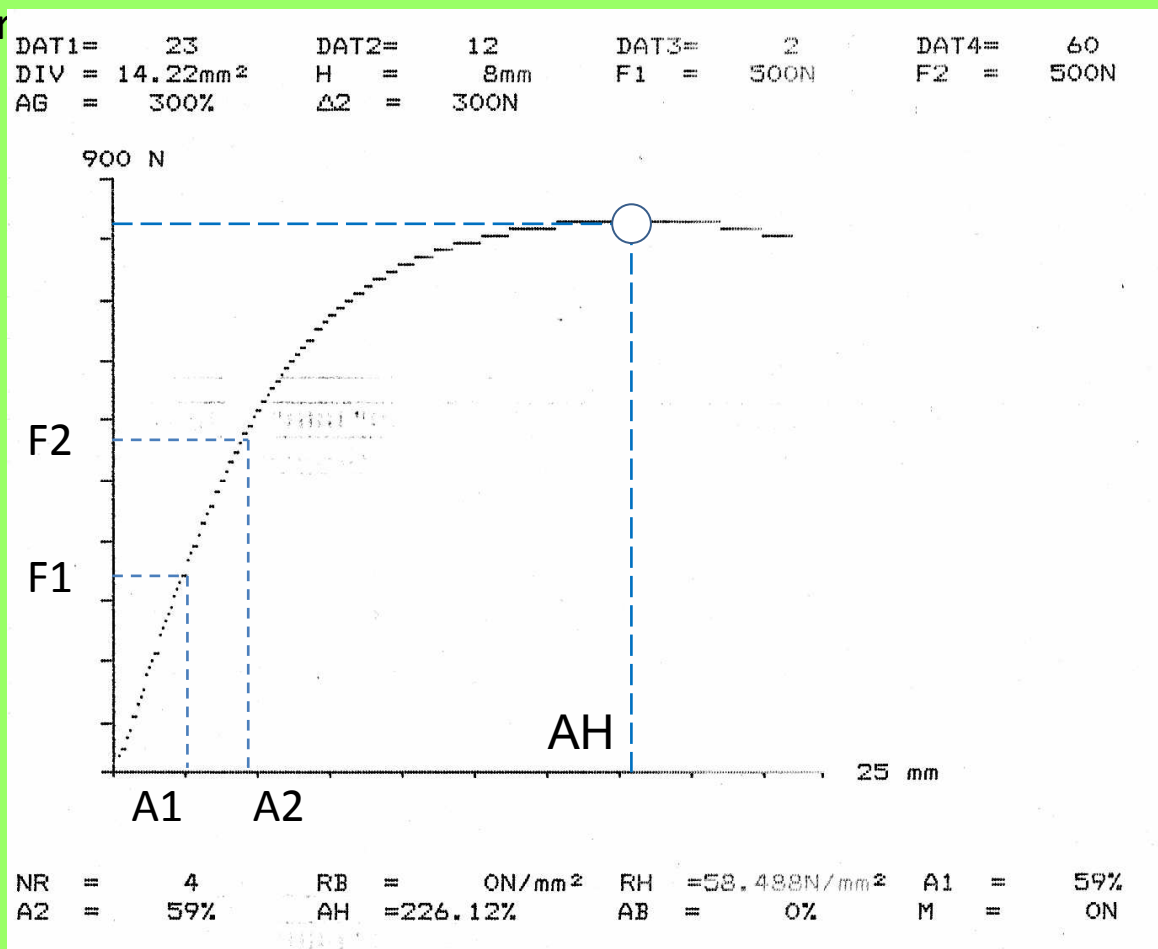


Спроектоване устаткування у розібраному вигляді

Результати випробувань

З метою дослідження механічних характеристик були проведені випробування на статичний згин, блок-кополімеру пропілену «Polystone®

P copolymer



Типова діаграма деформування

Дані випробування						
№	$\sigma_{\max}$, МПа	z , мм	z , %	b , мм	P , Н	$\dot{P}$, Н/мм
1	58,53	18,52	231,5	30,2	832,30	27,56
2	58,49	18,09	226,12	30,0	831,70	27,72
3	59,32	18,46	230,75	30,6	843,49	27,56
4	59,23	18,93	236,565	30,3	842,19	27,80
5	57,04	18,52	231,44	29,7	811,11	27,31
	$\sigma_{\text{ср}}$, МПа	$z_{\text{ср}}$, мм	$z_{\text{ср}}$, %	$b_{\text{ср}}$, мм	$P_{\text{ср}}$, Н	$\dot{P}_{\text{ср}}$, Н/мм
	58,52	18,50	231,28	30,2	832,16	27,59

№ - номер зразка;

$\sigma_{\max}$, МПа – значення максимальних напружень;

z , мм – значення прогину в мм;

z , % - значення прогину у %, від номінальної товщини зразка;

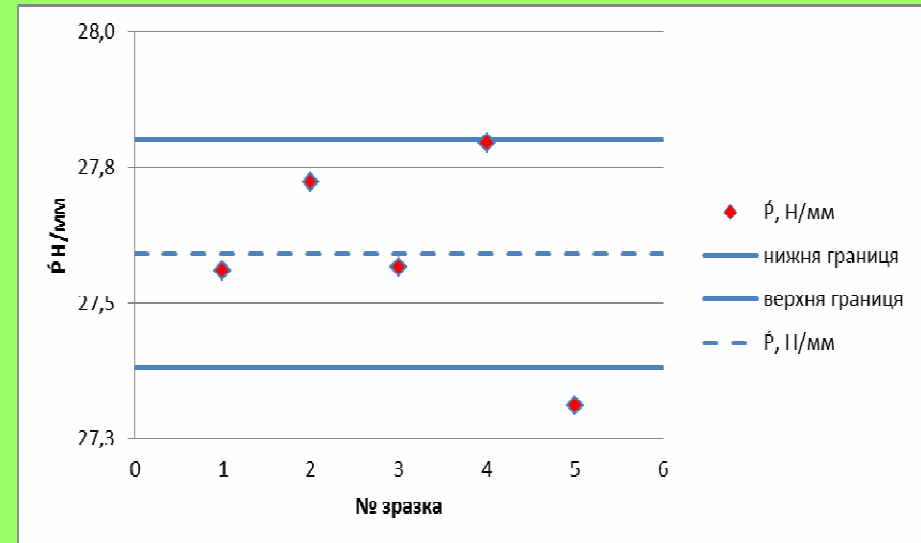
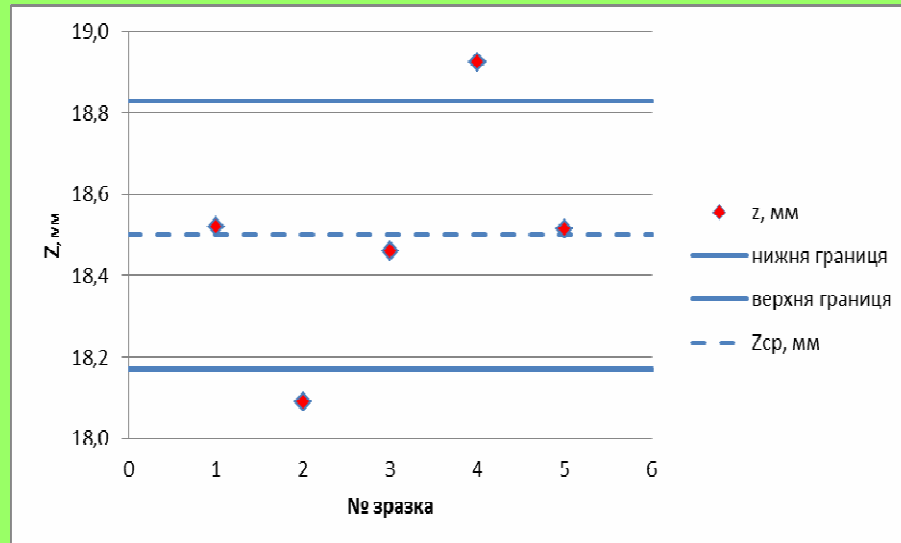
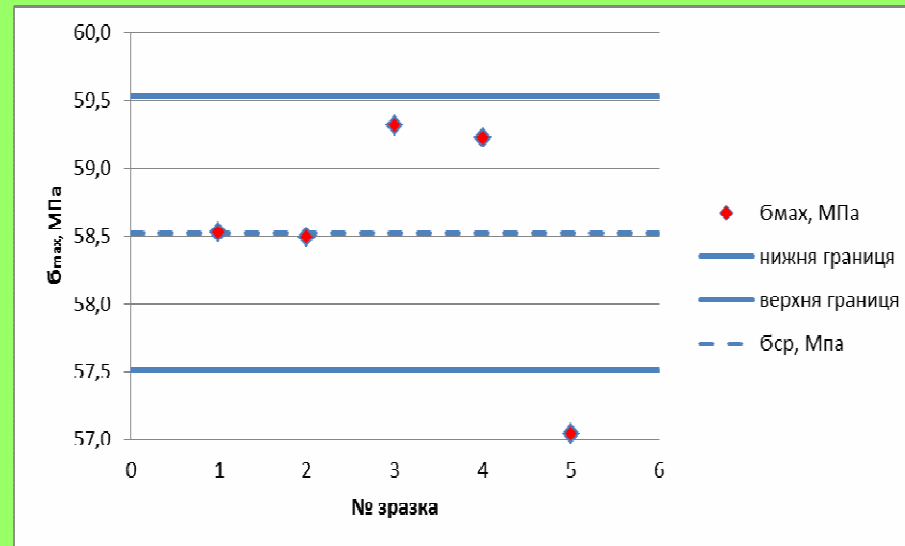
b , мм – ширина зразка;

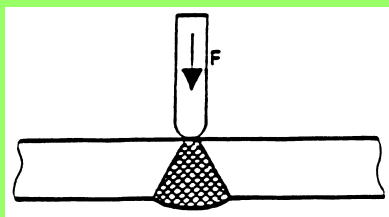
P , Н – максимальне значення прикладеного навантаження;

$\dot{P}=P/b$, Н/мм – максимальне приведені навантаження (відношення сили до ширини зразка);

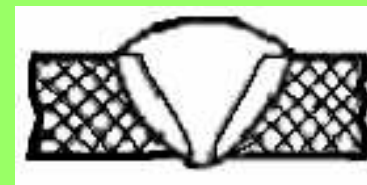
$\sigma_{\text{ср}}$, МПа; $z_{\text{ср}}$, мм; $z_{\text{ср}}$, %; $b_{\text{ср}}$, мм; $P_{\text{ср}}$, Н; $\dot{P}_{\text{ср}}$, Н/мм – середні значення відповідних величин.

Графічне відображення отриманих результатів з вказаними довірчими інтервалами





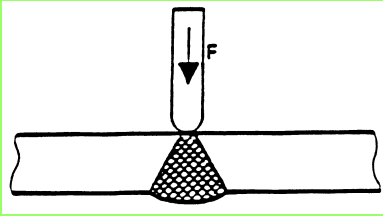
Випробування зразків з зварним з'єднанням



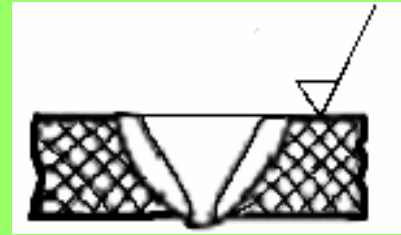
Види навантаження:	Способи виконання з'єднання:
Лицьове	Присадкою, що екструдуюється, без проведення механічної обробки шва

№	Бмах, МПа	z, мм	Z, %	b, мм	P, Н	Р', Н/мм
1	72,039	17,96	224,5	30,8	1024,39	33,26
2	72,306	18,50	231,25	30,2	1028,19	34,05
3	73,227	19,16	239,5	30,2	1041,29	34,48
4	70,787	19,31	241,37	29,9	1006,59	33,67
5	69,634	18,14	226,75	30,7	990,20	32,25
	Бср, Мпа	Zср, мм	Zср, %	бср, мм	Рср, Н	Р', Н/мм
	71,60	18,61	232,67	30,4	1018,13	33,54





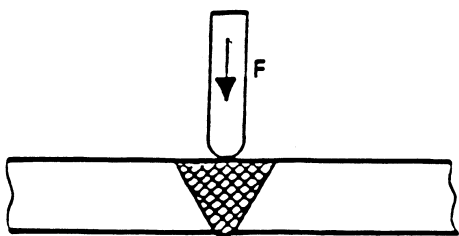
Випробування зразків з зварним з'єднанням



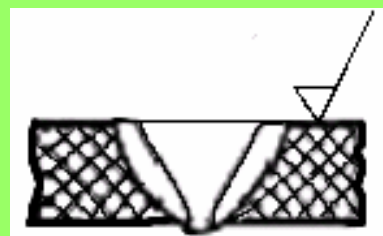
Види навантаження:	Способи виконання з'єднання:
Лицьове	Присадкою, що екструдуюється, з проведенням механічної обробки шва (зрізання напливів)

№	$\sigma_{\max}$, МПа	z , мм	Z , %	b , мм	P , Н	$\dot{P}$, Н/мм
1	59,866	16,97	212,12	30,0	851,29	28,38
2	57,623	15,68	196	30,0	819,40	27,31
3	56,322	17,61	220,12	30,0	800,90	26,70
4	56,666	19,11	238,87	30,0	805,79	26,86
5	55,942	19,28	241	30,0	795,50	26,52
	$\sigma_{\text{ср}}$, Мпа	$z_{\text{ср}}$, мм	$Z_{\text{ср}}$, %	$b_{\text{ср}}$, мм	$P_{\text{ср}}$, Н	$\dot{P}$, Н/мм
	57,28	17,73	221,62	30,0	814,58	27,15





Випробування зразків з зварним з'єднанням



Види навантаження:

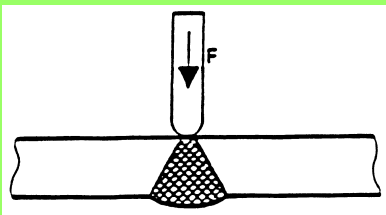
Способи виконання з'єднання:

Кореневе

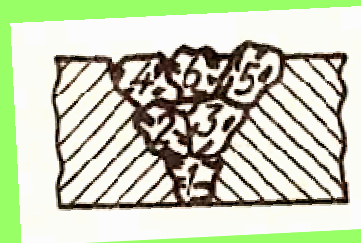
Присадкою, що екструдуюється,
з проведенням механічної обробки шва (зрізання напливів)

№	бмах, МПа	z, мм	Z, %	b, мм	P, Н	Ṗ, Н/мм
1	42,862	10,36	129,5	29,1	609,50	20,94
2	41,329	8,42	105,25	30,0	587,70	19,59
3	52,805	11,36	142	29,6	750,89	25,37
4	54,696	14,17	177,086	29,9	777,78	26,01
5	57,770	15,87	198,37	29,6	821,49	27,75
	бср, Мпа	Zср, мм	Zср, %	бср, мм	Рср, Н	Ṗ, Н/мм
	49,89	12,04	150,44	29,6	709,47	23,93





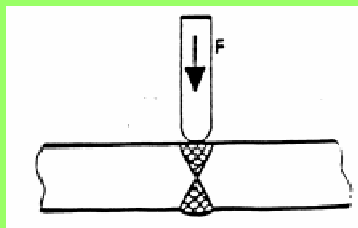
Випробування зразків з зварним з'єднанням



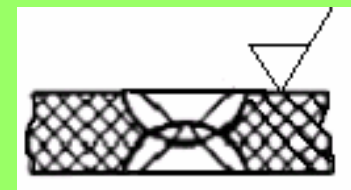
Види навантаження:	Способи виконання з'єднання:
Лицьове	Газовим теплоносієм з використанням присадного матеріалу

№	$\sigma_{\max}$, МПа	z , мм	Z , %	b , мм	P , Н	$\dot{P}$, Н/мм
1	50,000	7,04	88	30,1	711,00	23,62
2	53,263	7,13	89,125	30,1	757,40	25,15
3	48,621	7,00	87,5	29,8	691,39	23,20
4	47,630	7,08	88,5	30,2	677,30	22,43
5	48,790	6,83	85,375	29,9	693,79	23,20
	$\sigma_{\text{ср}}$, МПа	$z_{\text{ср}}$, мм	$Z_{\text{ср}}$, %	$b_{\text{ср}}$, мм	$P_{\text{ср}}$, Н	$\dot{P}$, Н/мм
	49,66	7,02	87,70	30,0	706,18	23,52



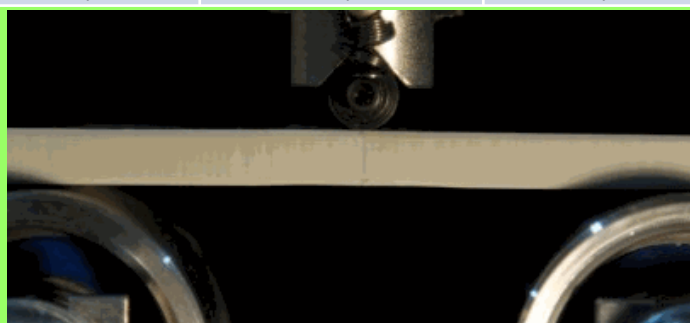


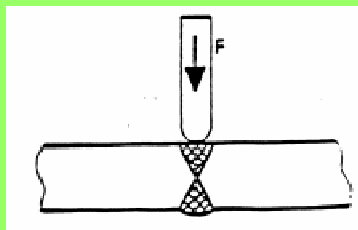
Випробування зразків з зварним з'єднанням



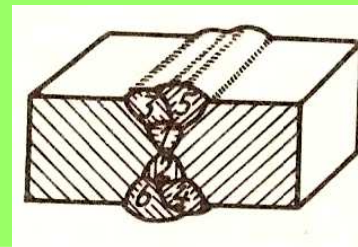
Види навантаження:	Способи виконання з'єднання:
Лицьове/кореневе почергово	Присадкою, що екструдуюється, з проведенням механічної обробки шва (зрізання напливів)

№	б _{мах} , МПа	z, мм	Z, %	б, мм	P, Н	Ḑ, Н/мм
1	54,620	17,54	219,25	30,1	776,70	25,80
2	54,810	18,08	226	30,0	779,40	25,98
3	57,166	18,16	227	29,9	812,90	27,19
5	58,811	18,19	227,37	30,3	836,29	27,60
4	42,341	10,94	136,75	29,3	602,09	20,55
	б _{ср} , Мпа	z _{ср} , мм	Z _{ср} , %	б _{ср} , мм	P _{ср} , Н	Ḑ, Н/мм
	42,341	10,94	136,75	29,3	602,09	20,55





Випробування зразків з зварним з'єднанням



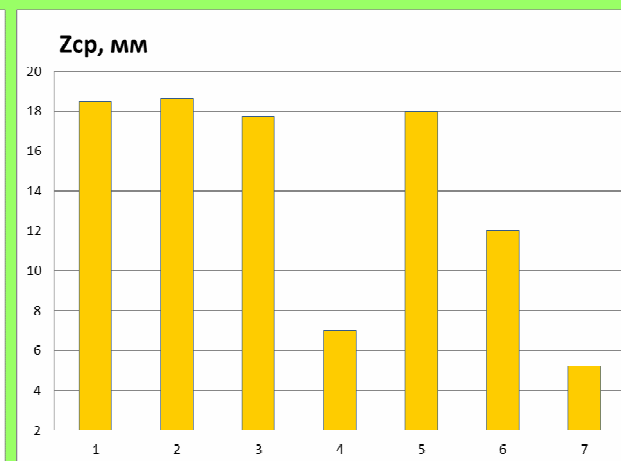
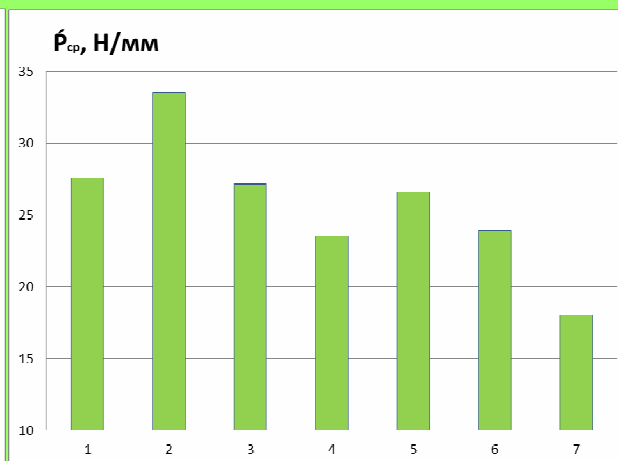
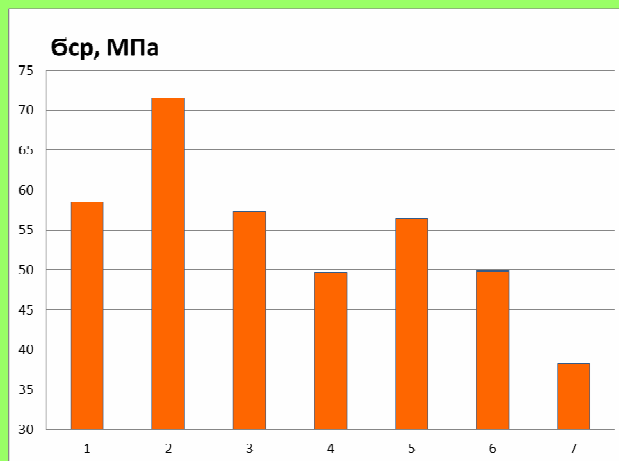
Види навантаження:	Способи виконання з'єднання:
Лицьове	Газовим теплоносієм з використанням присадного матеріалу

№	σ_{max} , МПа	z , мм	Z , %	b , мм	P_H	$\dot{P}$, Н/мм
2	34,978	4,59	57,375	30,1	497,39	16,52
3	32,475	4,18	52,25	30,0	461,79	15,39
4	43,839	6,49	81,125	29,8	623,39	20,92
5	41,708	5,58	69,75	30,7	593,09	19,32
1	62,545	11,98	149,75	30,2	889,39	29,45
	σ_{cp} , МПа	z_{cp} , мм	Z_{cp} , %	b_{cp} , мм	P_{cp} , Н	$\dot{P}$, Н/мм
	62,545	11,98	149,75	30,2	889,39	29,45

Результати всієї серії випробувань

Тип зварного з'єднання та спосіб

виготовлення	бср, МПа	zср, мм	Рср, Н/мм
1.Без зварного з'єднання	58,52	18,50	27,59
2.шов С10, екструдер	71,60*	18,61	33,54
3.шов С10, екструдер з механічною обробкою шва (навантаження з лицьової сторони шва)	57,28	17,73	27,15
4.шов С10, газовим теплоносієм	49,66*	7,02	23,52
5.шов С14, екструдер з механічною обробкою шва	56,35	17,99	26,64
6.шов С10, екструдер з механічною обробкою шва (навантаження з коревої сторони шва)	49,89	12,04	23,93
7.шов С14, газовим теплоносієм	38,25*	5,21	18,04



Значення коефіцієнтів збереження властивостей

Тип зварного з'єднання та спосіб виготовлення	K_{σ} , %	K_z , %	K_P , %
1.шов С10, екструдер	122,35*	100,6	121,57
2.шов С10, екструдер з механічною обробкою шва (навантаження з лицьової сторони шва)	97,89	95,83	98,41
3.шов С10, газовим теплоносієм	84,86*	37,92	85,25
4.шов С14, екструдер з механічною обробкою шва	96,29	97,25	96,57
5.шов С10, екструдер з механічною обробкою шва (навантаження з корової сторони шва)	85,26	65,05	86,75
6.шов С14, газовим теплоносієм	65,36*	28,16	65,38

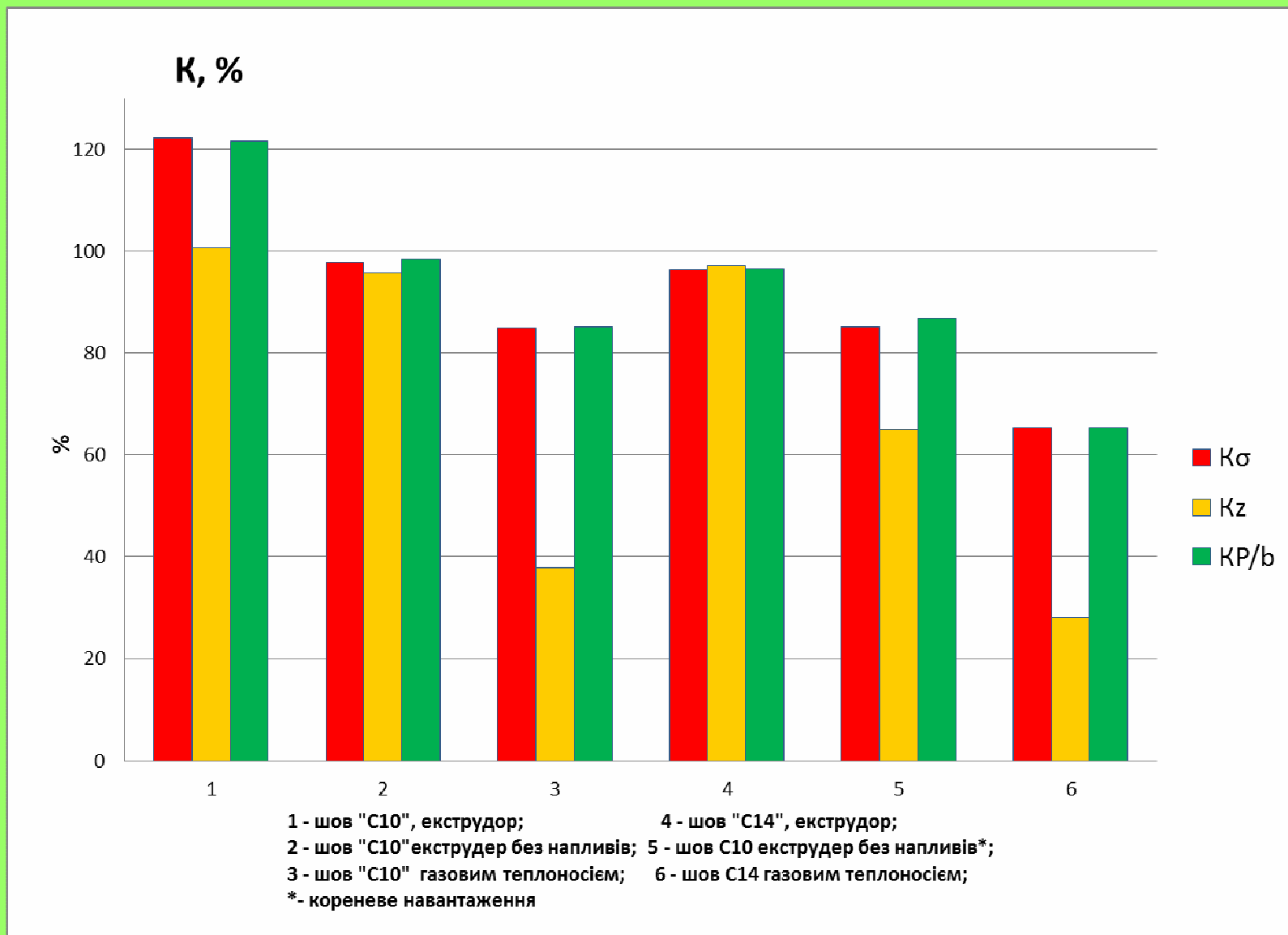
K_{σ} ,% — Коефіцієнт збереження властивостей визначений за напруженнями;

K_z ,% — Коефіцієнт збереження властивостей визначений за прогинами;

K_P ,% — Коефіцієнт збереження властивостей визначений за погоною силою;

*Значення K_{σ} є умовним, тому що у розрахунок значень напружень б брались не фактичні розміри шва, а розміри основного матеріалу.

Графічне зображення значень коефіцієнтів збереження властивостей



Висновки

В ході виконання дипломної роботи було:

- Проаналізовано літературні джерела та вибрано метод випробування
- Розроблено та виготовлене універсальне устаткування для випробувань пластмас на згин;
- Проведено серію випробувань по дослідженню впливу зварних з'єднань на міцність поліпропілену;
- Надано рекомендації до використання зварних з'єднань;
- Встановлено, що зварне з'єднання типу «С14», виконане за допомогою присадки, що екструдується є найбільш міцним.