

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до курсового проекту
з дисципліни «Виробництво зварних конструкцій» для студентів
освітньої програми «Технології та устаткування зварювання» всіх
форм навчання

Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни
«Виробництво зварних конструкцій» для студентів освітньої програми
«Технології та устаткування зварювання» всіх форм навчання / Укл.:
М.Ю. Осіпов, О.Є. Капустян. Запоріжжя: НУ «Запорізька
політехніка», 2024. 17 с.

Укладачі: М.Ю. Осіпов, канд. техн. наук
О.Є. Капустян, канд. техн. наук
Рецензент: І.М. Білоник, канд. техн. наук, доцент
Редактор: І.П. Аверченко
Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено
на засіданні кафедри ІТЗ та МК
Протокол №01 від 13.09.2023 р.

Рекомендовано
до видання НМК ІФФ
Протокол №06 від 16.01.2024 р.

ЗМІСТ

1 МЕТА І ЗАВДАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ	4
2 ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТ	5
3 ОРГАНІЗАЦІЙНІ ВКАЗІВКИ	5
4 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОЗДІЛІВ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ	6
4.1 Зміст пояснювальної записки	6
4.2 Виконання графічної частини проекту	10
5 ВКАЗІВКИ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ І ЗАХИСТУ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ	11
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	12
Додаток А Темі завдань до курсового проекту	13

1 МЕТА І ЗАВДАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Курсове проектування є заключним етапом вивчення студентами дисципліни «Виробництво зварних конструкцій».

Метою курсового проектування є придбання практичних навиків у проектуванні та організації зварювальних виробництв: в технологіях виготовлення зварних конструкцій з широким використанням механізації та автоматизації виробництва, заглиблення та узагальнення систематизації та розширення теоретичних знань, одержаних при вивченні дисципліни. Курсовий проект має метою набуття теоретичних знань і практичних навиків.

В процесі курсового проектування студент навчається вибирати засіб і режими зварювання сталей і сплавів, працювати з ГОСТами, ДСТУ, науково-технічною, довідковою та патентною літературою, робити необхідні розрахунки, використовувати уніфіковані вузли, враховуючи вимоги техніки безпеки та електробезпеки, розробляти технологічні процеси зварювального виробництва, висувати та обґрунтовувати пропозиції з удосконалення виробничих процесів і впровадженню нової прогресивної технології заготівельних і складально-зварювальних робіт. Придбаний студентом досвід є основою для дипломного проектування та конструкторської праці.

В процесі цієї роботи студент повинен навчитися:

- обирати і науково обґрунтовувати прийняті проектні рішення;
- застосовувати сучасні, найбільш ефективні методи розрахунку і технічні засоби;
- користуватися спеціальною науковою і довідковою літературою, діючими стандартами та патентними матеріалами.

Велику роль у глибокому засвоєнні матеріалу відіграє самостійне пророблення студентами підручників, навчальних посібників, монографій за спеціальністю у процесі виконання курсового проекту.

2 ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТ

Вхідними даними для виконання курсового проекту є: ескіз виробу та програма виробництва. Завдання на курсове проектування студент отримує від керівника та виконується згідно з темою варіанта (Додаток А).

Вироби, що зварюються представляють собою сосуди сталіні зварні та балки двотаврового та коробчастого перетинів.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНІ ВКАЗІВКИ

Курсовий проект виконується і захищається в VIII семестрі поетапно і в строки означені у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 - Графік і стадії курсового проектування

№ , п / п	Назва етапів курсового проекту	Термін виконання етапів проекту, тижнів
1.	Оформлення титульного листа та листа завдання.	1
2.	Вступ	2
3.	Розділи 1-2	3-4
4.	Розділ 3	5-6
5.	Розділи 4-7	7-8
6.	Оформлення графічної частини	9-10
7.	Висновки, перелік посилань, додатки, реферат, зміст	11
8.	Здавання готового проекту на перевірку керівнику. Виправлення помилок та доробка за необхідністю	12
9.	Захист проекту	13-14

4 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОЗДІЛІВ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Курсовий проект складається з двох частин – розрахункової і графічної. При виконанні розрахункової частини студент повинен розробити технологічний процес всього циклу виготовлення деталей (заготовок), складально-зварювальних робіт і до остаточних приймально-здавальних випробувань готового виробу з розрахунком дільниці для їх виготовлення.

При роботі над курсовим проектом студент використовує методичні вказівки до лабораторних робіт по САПР технологічного процесу зварювання.

4.1 Зміст пояснювальної записки

Текстовий матеріал у пояснювальній записці розташовується в наступній послідовності:

Титульний аркуш.

Завдання на проектування.

Реферат.

Вступ.

1 Характеристика зварного виробу.

1.1 Аналіз конструктивно-технологічних особливостей зварного виробу.

1.2 Аналіз умов експлуатації і технічних умов на експлуатацію і приймання виробу.

2 Технічні умови на виготовлення, випробування та приймання зварного виробу.

3 Технологічний процес виготовлення виробу.

3.1 Заготівельні роботи.

3.2 Складально-зварювальні роботи.

3.3 Контрольно-приймальні роботи.

4 Технічне нормування операцій і визначення трудоемності виготовлення виробу.

5 Технічна характеристика стандартного обладнання, опис спроектованих складально-зварювальних установок, пристроїв, устаткування.

6 Розрахунок потрібної кількості обладнання, робочих місць, устаткування.

7 Технологічне планування дільниці.

Висновки.

Перелік посилань.

Специфікації.

У «Вступі» - дається стислий опис стану і перспектив розвитку зварювального виробництва.

В підрозділі «1.1 Аналіз конструктивно-технологічних особливостей зварного виробу» необхідно вивчити виріб, що підлягає виготовленню, дати характеристику основних матеріалів, ознайомитися з конструктивним оформленням виробу. Зробити аналіз технологічності конструкції. Одержати від ЕОМ сертифікатні дані на метал, використовуючи програму САПР 5.

В розділі «2 Технічні умови на виготовлення, випробування та приймання зварного виробу» необхідно, виходячи з призначення виробу та умов експлуатації, обрати типові ТУ (Правила Держкомохоронтруда, СНіП і т.п.), згідно з якими розробити вимоги до якості готового виробу, встановити основні вимоги до засобів виготовлення деталей (заготовки), допуски на виготовлення, засоби контролю якості деталей та заготовки. Засоби складально-зварювальних робіт, необхідність пристроїв і устаткування, допуски на складання, засоби і послідовність виконання зварювальних робіт. Вимоги до зварювальних матеріалів (електроди, зварювальний дріт, захисні гази, флюси, пальні гази, кисень і т.п.). Засоби контролю якості складальнозварювальних робіт, обсяг контрольних операцій і критерії оцінки якості.

В розділі «3 Технологічний процес виготовлення виробу» наводиться загальна технологічна схема виготовлення виробу, обґрунтування засобів виконання заготівельних, складальнозварювальних робіт і контрольно-приймальних робіт. Необхідно розчленувати виріб на складальні одиниці та деталі, зробити попередній аналіз обраного варіанту технології.

Технологічний процес розробляється для кожної деталі в наступному обсязі:

- скласти розкрійну карту (варіанти розкрою) вхідної заготовки та зробити розрахунок оптимального варіанту розкрою на ЕОМ з використанням програми ТРР1 чи „АСТРА-Д”;

- дати відповіді на питання, поставлені у програмі;
- обрати послідовність операцій. Операції призначити з урахуванням транспортування в межах робочої зони (робочого місця);
- обрати обладнання, пристрої та устаткування для виконання кожної операції.

Для заготівельних робіт операції призначати з урахуванням транспортування в межах робочої зони (робочого місця) у наступній послідовності:

- виправлення металу (для листових і смугових заготівель),
- очищення,
- розмітка (намітка),
- різання,
- виправлення деталей,
- зняття фасок (обробка кромки),
- гнуття (вальцювання),
- контроль.

Розробити технологічний процес складання і зварювання, в тому числі:

- обрати послідовність складально-зварювальних операцій,
- обрати спосіб зварювання,
- обрати обладнання, пристосування та устаткування для виконання операцій;
- обрати професію і кваліфікацію виконавців;
- розрахувати режим зварювання по кожній операції;
- обрати присадні матеріали для зварювальних робіт, захисні гази, флюси.

При розробці технологічного процесу використовувати ЕОМ (програми САПР-5, САПР-7, САПР-51)

Технологічний процес виготовлення деталі записати в маршрутну карту. Карта складається окремо для кожної деталі.

В розділі «4 Технічне нормування операцій і визначення трудоемності виготовлення виробу» зробити технічне нормування заготівельних і складально-зварювальних робіт по укрупненим нормативам по кожній операції технологічного процесу (за винятком

операцій по контролю якості). При технічному нормуванні заготівельних робіт норма часу на такі операції як виправлення, очистка, розмітка та інші операції, спільні для однієї заготовки (одного листа металу, однієї смуги і т.п.) визначається на одиницю заготовки (на одиницю вхідного матеріалу). Норма часу на одну деталь визначається діленням отриманої норми часу на кількість однакових деталей, що виготовляються з цієї заготовки. Розрахувати трудоемність на одиницю (деталь, вузол, виріб) і на програму. Отримані дані використати при розрахунку потрібної кількості обладнання та устаткування. Для технічного нормування операцій зварювання використовувати ЕОМ (програма ТЕХНОРМ).

В розділі «5 Технічна характеристика стандартного обладнання, опис спроектованих складально-зварювальних установок, пристроїв, устаткування» дати стислу технічну характеристику стандартного обладнання і устаткування згідно з проспектами (каталогами) заводу виробника. Для розробленого нестандартного обладнання (робочих місць, стендів, установок і т.п.) необхідно привести стислий технічний опис конструкції та принципу дії установки, устаткування.

В розділі «6 Розрахунок потрібної кількості обладнання, робочих місць, устаткування» скласти відомості обладнання, робочих місць, устаткування і визначити їх кількість та завантаження. Нормативна трудоемність на одиницю обладнання (установка, стенд, робоче місце і т.п.) розраховується на основі даних технічного нормування операцій технологічного процесу, а кількість обладнання розраховується, виходячи із сумарної трудоемності на річну програму для всіх технологічних операцій, що виконуються на даному обладнанні (установці, стенді, робочому місці), кількості робітників, одночасно працюючих на даному робочому місці і дійсного річного фонду часу обладнання.

В розділі «7 Технологічне планування ділянки» обґрунтування обраної схеми технологічного планування ділянки по виготовленню виробу. Зробити розробку технологічного планування ділянки по виготовленню виробу. При розробці технологічного планування необхідно розрахувати розміри прольоту – ширину і довжину, крок між колонами, обрати підйомно-транспортне обладнання, керуючись даними [2]. Користуючись нормами технологічного проектування, розрахувати та обрати типові розміри будівлі. З урахуванням цього нанести всі елементи на плануванні ділянки.

Специфікації є самостійним додатковим розділом записки.

4.2 Виконання графічної частини проекту

Графічна частина проекту виконується згідно з індивідуальним завданням та, як правило, повинна складатися з наступних розробок:

- складальне креслення зварного виробу – 0,5 аркуша;
- схема технологічного процесу виготовлення виробу або технологічне планування ділянки – 0,5 аркуша;
- креслення установки (стенду) для виконання однієї з основних зварювальних (складально-зварювальних) операцій – 1-2 аркуша (у відповідності з завданням);
- креслення складального (складально-зварювального) пристосування або його вузлів і деталей для оснастки однієї з операцій технологічного процесу – 1 аркуша.

Складальне креслення виробу розробляється на основі прийнятого варіанту технологічного процесу виготовлення виробу. На аркуші привести креслення зварних вузлів.

При розробці установок для складання (зварювання) необхідно керуватися наступними положеннями. Для механізації переміщення зварювальних головок, обертання і переміщення виробів застосовувати типові прилади та серійні засоби, що випускаються для механізації і автоматизації зварювального виробництва. У якості зварювального обладнання застосовувати стандартні зварювальні головки, автомати, напіваавтомати і джерела живлення, що випускаються в нинішній час промисловістю. Вибір установок і проектування пристроїв виробляти стосовно до заданої програми виробництва зварних виробів.

5 ВКАЗІВКИ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ І ЗАХИСТУ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Проект у закінченому виді повинен складатися з 3-4 аркуші креслення формату А1 за ГОСТ 2.301-68 та пояснювальної записки, написаній на одній стороні стандартного аркуша паперу формату А4 (в обсязі 30...40 сторінок) з прикладенням маршрутних та операційних карт, у відповідності з вимогами ЄСКД і ЄСТД.

Титульний аркуш та бланк завдання на курсовий проект взяти на сайті ЗНТУ.

Вся графічна частина курсового проекту повинна бути виконана відповідно до вимог ЄСКД. Всі специфікації складаються на окремих форматах і вшиваються в пояснювальну записку, перелік обладнання та робочих місць на технологічній паніровці ділянки виконувати на кресленні планування з відповідними позначеннями.

Кількість проекцій, розрізів і перерізів студент встановлює самостійно з того, щоб кількість їх була мінімальною, але достатньою для чіткого читання креслення.

Готовий проект студентом представляється для перевірки керівнику і підготовляється до захисту перед кафедральною комісією в терміни, зазначені в завданні.

Заповнюваність креслень не менш 80 % поля аркуша.

Складальне креслення слід виконувати з максимальними спрощеннями у відповідності з ГОСТ 2.109-73 та іншими стандартами на виконання креслень.

Креслення загального виду зварювальної установки дає відомості про конструкцію, взаємодію складників, взаємне розташування установки, деталі і пристрої її фіксації і переміщення в процесі зварювання.

У відповідності з ГОСТ 2.106-96 на кожен складальну одиницю, комплект або комплекс приводиться специфікація.

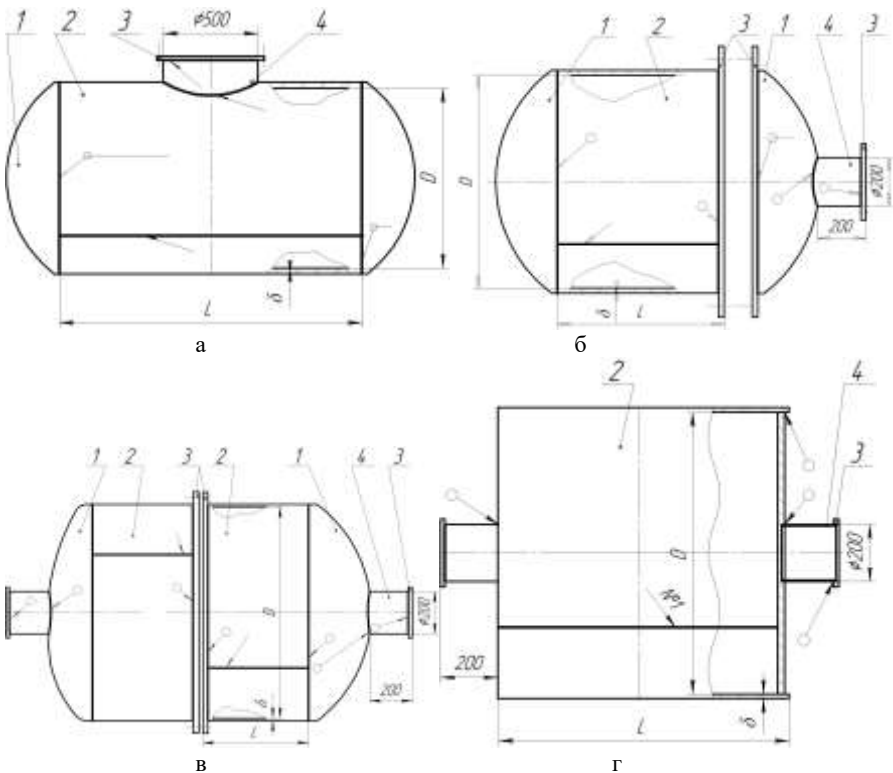
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ БВ.2.6-199:2014 Конструкції сталеві будівельні. Вимоги до виготовлення.
2. ДСТУ 2651:2005 Сталь вуглецева звичайної якості. Марки.
3. Кривов Г. О. Виробництво зварних конструкцій [Текст] : підручник / Г. О. Кривов, К. О. Зворикін. – К. : КВПЦ, 2012. – 896 с.
4. Чертов І. М. Зварні конструкції [Текст] : підручник / І.М. Чертов. – К. : Арістей, 2006 – 376 с.
5. Чертов А. І. Технологічне супроводження виготовлення зварних металоконструкцій [Текст] : навч. посіб. / А. І. Чертов, І.М. Чертов. – К. : НТУУ «КПІ», 2015. – 340 с.
6. Карпенко А. С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві [Текст] : навч. посібник / А. С. Карпенко. – Київ : Арістей, 2006. – 272 с.

Додаток А

Теми завдань до курсового проекту

Посудини (рис. А.1) виготовляються з матеріалу за вказівкою викладача: сталь 3, сталь 20, сталь 16ГС, сталь 10Г2С1, сталь 09Г2С, сталь 12Х1М1Ф, сталь 08Х18Н10Т, сталь 12Х18Н10Т, сталь 10Х17Н13М2Т. Посудини виробляють згідно розмірів (табл. А.1).



1 - днище еліптичне ГОСТ 6533-78; 2 – обичайка; 3 - фланець сталевий плоский приварний ДСТУ ГОСТ 12820-80:2008; 4 – труба

D , L , δ – наведені в табл. 1

а) - тип I; б) - тип II; в) - тип III; г) - тип IV

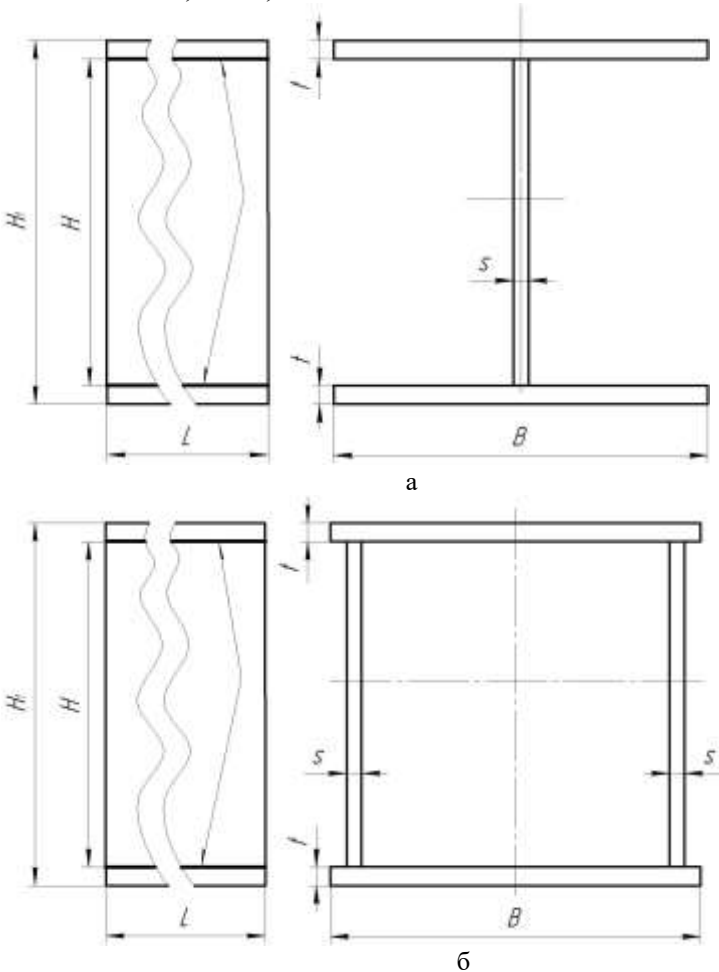
Рисунок А.1 - Посудини сталеві зварні

Таблиця А.1 - Розміри посудин сталених зварних різних типів,

мм

Тип	D	L	δ	Тип	D	L	δ	Тип	D	L	δ
II III IV	400	400	4	II III IV	1000	500	5	I II III IV	1600	1000	6
		550	5			550	6			1100	8
		600	6			600	8			1250	10
		650	8			650	10			1400	12
		700	10			700	12			1500	14
		750	12			800	14			1600	16
		800	14			850	16			1700	18
II III IV	500	400	4			900	18			1900	20
		500	5			1000	20			2000	22
		550	6			1100	22			2400	25
		600	8			1250	25			2500	28
		650	10			1600	28			3000	30
		700	12			2200	30			3300	32
		750	14			450	6			4400	34
		800	16			550	8	I IV	1800	1000	6
II III IV	600	600	4	II III IV	1200	650	10			1250	8
		650	5			700	12			1500	10
		700	6			750	14			1600	12
		750	8			900	16			1700	14
		800	10			1000	18			1800	16
		850	12			1100	20			2000	18
		900	14			1250	22			2100	20
		1100	16			1400	25			2300	22
		1500	18			1700	28			2400	25
						2300	30			2500	28
II III IV	800	550	4	II III IV	1400	3000	32			3200	30
		600	5			500	6	I IV	2000	4100	32
		650	6			650	8			1800	6
		700	8			750	10			2000	8
		750	10			850	12			2200	10
		800	12			1000	14			2300	12
		850	14			1100	16			2400	14
		900	16			1250	18			2500	16
		1000	18			1400	20			3000	18
		1100	20			1500	22			3100	20
		1250	22			1600	25			3800	22
						2000	28			4200	25
						2700	30			4800	28
						3600	32			5400	30

Балки (рис. А.2) виготовляються за вказівкою викладача довжиною $L = 1500, 1600 \dots 14900, 15000$ мм згідно розмірів (табл. А.2) зі сталі: Ст3, 09Г2, 09Г2Д, 09Г2С, 09Г2СД, 10Г2С1, 10Г2Б, 10Г2БД, 10Г2С1Д, 10Г2СД1, 10ХНДП, 12Г2С, 12Г2Ф, 12Г2ФД, 12Г2СД, 14Г2, 14Г2АФ, 14Г2АФД, 15ГФ, 15ГФД, 15ХСНД, 15Г2АФД, 15Г2СФ, 15Г2СФД, 16Г2АФ, 16Г2АФД, 12Г2СМФ, 12ГН2МФАЮ, 17ГС, 17Г1С.



а) – двотавровий; б) - коробчастий перетин

Рисунок А.2 – Балки

Таблиця А.2 – Розміри балок, мм

№	H	s	B	t	№	H	s	B	t	№	H	s	B	t
1.	175	8	200	10	2.	544	12	320	18	3.	450	12	300	25
4.	174	8	200	12	5.	543	16	320	22	6.	450	14	300	30
7.	203	8	240	12	8.	546	18	320	25	9.	515	10	220	18
10.	206	8	24	12	11.	543	20	320	32	12.	515	10	200	16
13.	231	8	260	12	14.	643	14	320	20	15.	545	12	240	16
16.	230	10	260	14	17.	641	16	320	25	18.	545	12	240	20
19.	230	10	260	16	20.	640	18	320	30	21.	545	12	320	20
22.	268	10	300	14	23.	644	22	320	32	24.	545	14	320	25
25.	272	10	300	16	26.	638	25	320	40	27.	545	16	320	30
28.	264	12	300	18	29.	326	8	155	10	30.	565	12	190	16
31.	311	10	350	16	32.	329	8	155	10	33.	545	12	260	20
34.	312	12	350	18	35.	372	8	165	10	36.	545	14	320	20
37.	313	14	350	20	38.	372	8	165	12	39.	645	14	320	25
40.	357	12	400	18	41.	419	8	180	12	42.	645	16	320	30
43.	360	14	400	20	44.	419	10	180	14	45.	645	20	320	40
46.	359	16	400	25	47.	468	10	200	12	48.	660	12	230	16
49.	359	20	400	30	50.	468	10	200	14	51.	755	14	280	18
52.	359	25	400	36	53.	515	10	220	14	54.	755	18	300	30
55.	206	8	155	10	56.	515	10	220	16	57.	855	16	300	20
58.	231	8	180	10	59.	561	12	230	16	60.	855	16	300	36
61.	231	8	180	12	62.	657	14	260	20	63.	945	16	320	25
64.	267	8	200	12	65.	755	14	280	18	66.	945	16	320	30
67.	267	10	200	14	68.	754	14	280	22	69.	945	20	320	36
70.	267	10	200	16	71.	858	16	300	20	72.	1240	12	400	20
73.	310	10	250	14	74.	856	16	300	22	75.	1240	14	450	20
76.	313	10	250	14	77.	946	16	320	22	78.	1400	12	400	20
79.	313	12	250	16	80.	948	18	320	25	81.	1400	12	450	20
82.	360	10	300	14	83.	946	18	320	30	84.	1400	14	500	25
85.	360	12	300	16	86.	949	20	320	32	87.	326	6	174	10
88.	360	14	300	18	89.	420	8	200	12	90.	326	8	175	12
91.	452	12	300	16	92.	420	12	300	20	93.	372	8	199	12
94.	453	16	300	18	95.	420	8	180	14	96.	372	8	200	14
97.	451	16	300	22	98.	450	10	200	16	99.	422	8	199	12
100.	451	18	300	25	101.	450	12	300	16	102.	422	10	200	14

№	H	s	B	t	№	H	s	B	t
103.	468	10	199	12	104.	946	16	320	22
105.	468	10	199	14	106.	948	18	320	25
107.	468	10	200	16	108.	946	18	320	30
109.	515	10	220	14	110.	949	20	320	32
111.	515	10	220	16	112.	652	14	300	20
113.	564	10	199	16	114.	176	8	199	10
115.	564	12	200	18	116.	176	8	200	12
117.	661	12	230	16	118.	222	8	249	12
119.	659	12	260	16	120.	222	10	250	14
121.	661	14	260	18	122.	221	10	251	16
123.	220	8	175	12	124.	270	10	299	14
125.	270	8	200	12	126.	268	10	300	16
127.	268	10	201	16	128.	268	16	305	16
129.	310	8	249	12	130.	268	12	301	18
131.	312	10	250	14	132.	310	10	348	16
133.	355	10	299	14	134.	310	12	350	20
135.	358	10	300	16	136.	358	12	398	18
137.	404	12	300	18	138.	356	14	400	22
139.	450	12	300	16	140.	356	16	403	25
141.	451	16	300	18	142.	354	16	405	30
143.	449	16	300	22	144.	357	22	400	36
145.	449	16	300	25					
146.	546	12	300	18					
147.	545	16	300	22					
148.	547	18	300	25					
149.	545	20	300	30					
150.	652	14	300	20					
151.	648	14	300	25					
152.	647	18	300	30					
153.	651	22	300	32					
154.	653	25	300	36					
155.	746	14	300	18					
156.	748	16	300	22					
157.	841	16	299	20					
158.	840	14	299	25					