

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту
з дисципліни «Виробництво зварних конструкцій»

для студентів спеціальності G9 «Прикладна механіка»
освітньої програми «Технології та устаткування зварювання»
усіх форм навчання

2024

Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Виробництво зварних конструкцій» для студентів спеціальності G9 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології та устаткування зварювання» усіх форм навчання / Укл.: О.Є. Капустян, М.Ю. Осіпов. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 18 с.

Укладачі: М.Ю. Осіпов, доцент, канд. техн. наук
О.Є. Капустян, доцент, канд. техн. наук

Рецензент: Р.А. Куликовський, доцент, канд. техн. наук

Редактор: І.П. Аверченко, ст. лаборант

Відповідальний
за випуск: О.Є. Капустян, доцент, канд. техн. наук

ЗАТВЕРДЖЕНО:
на засіданні кафедри ІТЗ та МК
Протокол №5 від 29.11.2024 р.

Рекомендовано
до видання НМК ІФФ
Протокол №4
від 17.12.2024 р.

ЗМІСТ

1 Мета і завдання курсового проєкт.....	4
2 Завдання на проєкт.....	5
3 Організаційні вказівки.....	5
4 Вказівки до виконання розділів курсового проєкту.....	6
4.1 Зміст пояснювальної записки.....	6
4.2 Виконання графічної частини проєкту.....	10
5 Вказівки щодо оформлення і захисту курсового проєкту.....	11
Рекомендована література.....	12
Додаток А.....	13

1 МЕТА І ЗАВДАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

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

Метою курсового проєктування є придбання практичних навиків у проєктуванні 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 проєкт має метою набуття теоретичних знань і практичних навиків.

В процесі курсового проєктування студент навчається вибирати засіб і режими зварювання сталей і сплавів, працювати з 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 проєктування та конструкторської праці.

В процесі цієї роботи студент повинен навчитися:

- обирати і науково обґрунтовувати прийняті проєктні 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 проєкту.

2 ЗАВДАННЯ НА ПРОЄКТ

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

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

3 ОРГАНІЗАЦІЙНІ ВКАЗІВКИ

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

Таблиця 3.1 – Графік і стадії курсового проєктування

№, п/п	Назва етапів курсового проєкту	Термін виконання етапів проєкту, 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 проєкту на перевірку керівнику. Виправлення помилок та доробка за необхідністю	12
9.	Захист проєкту	13-14

4 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОЗДІЛІВ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Курсовий проєкт 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 проєктом 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 лист.

Завдання на проєктування.

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 ділянки.

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 Держкомохоронпраці, 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 складально-зварювальних 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, складально-зварювальних 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 заготовки та зробити розрахунок оптимального варіанту розкрою на ЕОМ з використанням програми TRP1 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 заготовок);
- 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.

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 укрупнених 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 дільниці» обґрунтування обраної схеми технологічного планування дільниці по виготовленню виробу. Зробити розробку технологічного планування дільниці 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 дільниці.

Специфікації є самостійним додатковим розділом записки.

4.2 Виконання графічної частини проєкту

Графічна частина проєкту 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 дільниці – 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 проєктування пристроїв виробляти стосовно до заданої програми виробництва зварних виробів.

5 ВКАЗІВКИ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ І ЗАХИСТУ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Проєкт у закінченому виді повинен складатися з 3-4 аркуші креслення формату А1 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 лист та бланк завдання на курсовий проєкт взяти на сайті НУ «Запорізька політехніка».

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

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

Готовий проєкт 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 ДСТУ 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 кожну складальну одиницю, комплект або комплекс приводиться специфікація.

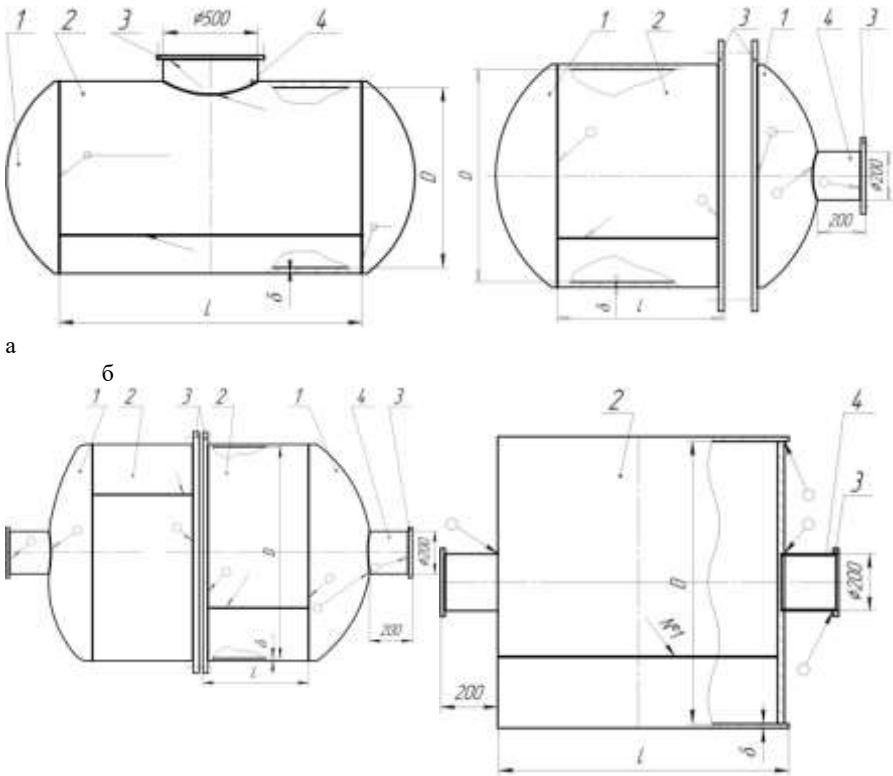
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

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. – Київ: КВПЦ, 2012. – 896 с.
4. Чертов І. М. Зварні конструкції [Текст]: підручник / І. М. Чертов. – Київ : Арістей, 2006 – 376 с.
5. Чертов А. І. Технологічне супроводження виготовлення зварних металоконструкцій [Текст]: навч. посібник / А. І. Чертов, І. М. Чертов. – Київ: 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 проєкту

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).



а

б

в

г

1 – днище еліптичне; 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

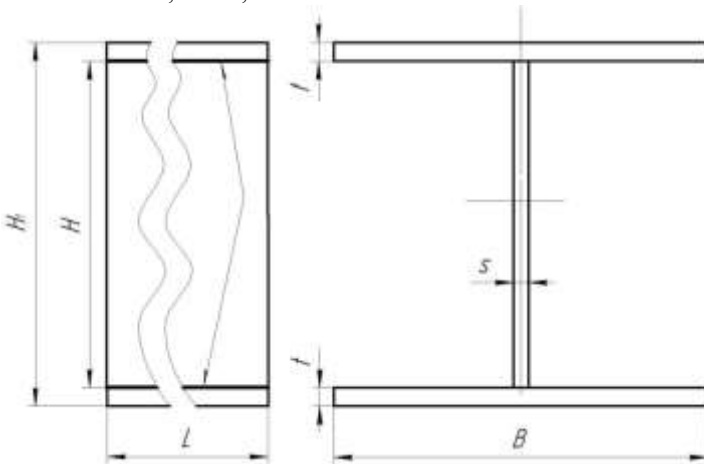
Таблиця А.1 - Розміри посудин сталених зварних різних типів, мм

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
II III IV	800	1500	18			1700	28			2400	25
		550	4			2300	30			2500	28
		600	5	II III IV	1400	3000	32			3200	30
		650	6			500	6	I IV	2000	4100	32
		700	8			650	8			1800	6
		750	10			750	10			2000	8
		800	12			850	12			2200	10
		850	14			1000	14			2300	12
		900	16			1100	16			2400	14
		1000	18			1250	18			2500	16
		1100	20			1400	20			3000	18

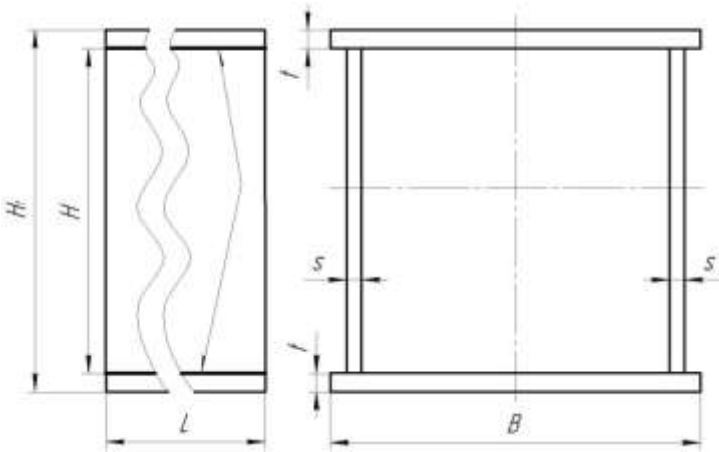
		1250	22

		1500	22			3100	20
		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



б

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
	175	8	200	10		544	12	320	18		450	12	300	25
	174	8	200	12		543	16	320	22		450	14	300	30
	203	8	240	12		546	18	320	25		515	10	220	18
	206	8	24	12		543	20	320	32		515	10	200	16
	231	8	260	12		643	14	320	20		545	12	240	16
	230	10	260	14		641	16	320	25		545	12	240	20
	230	10	260	16		640	18	320	30		545	12	320	20
	268	10	300	14		644	22	320	32		545	14	320	25
	272	10	300	16		638	25	320	40		545	16	320	30
	264	12	300	18		326	8	155	10		565	12	190	16
	311	10	350	16		329	8	155	10		545	12	260	20
	312	12	350	18		372	8	165	10		545	14	320	20
	313	14	350	20		372	8	165	12		645	14	320	25
	357	12	400	18		419	8	180	12		645	16	320	30
	360	14	400	20		419	10	180	14		645	20	320	40
	359	16	400	25		468	10	200	12		660	12	230	16
	359	20	400	30		468	10	200	14		755	14	280	18
	359	25	400	36		515	10	220	14		755	18	300	30
	206	8	155	10		515	10	220	16		855	16	300	20
	231	8	180	10		561	12	230	16		855	16	300	36

	231	8	180	12		657	14	260	20		945	16	320	25
	267	8	200	12		755	14	280	18		945	16	320	30
	267	10	200	14		754	14	280	22		945	20	320	36
	267	10	200	16		858	16	300	20		1240	12	400	20
	310	10	250	14		856	16	300	22		1240	14	450	20
	313	10	250	14		946	16	320	22		1400	12	400	20
	313	12	250	16		948	18	320	25		1400	12	450	20
	360	10	300	14		946	18	320	30		1400	14	500	25
	360	12	300	16		949	20	320	32		326	6	174	10
	360	14	300	18		420	8	200	12		326	8	175	12
	452	12	300	16		420	12	300	20		372	8	199	12
	453	16	300	18		420	8	180	14		372	8	200	14
	451	16	300	22		450	10	200	16		422	8	199	12
	451	18	300	25		450	12	300	16		422	10	200	14
N ₀	H	s	B	t	N ₀	H	s	B	t					
	468	10	199	12		946	16	320	22					
	468	10	199	14		948	18	320	25					
	468	10	200	16		946	18	320	30					
	515	10	220	14		949	20	320	32					
	515	10	220	16		652	14	300	20					
	564	10	199	16		176	8	199	10					
	564	12	200	18		176	8	200	12					
	661	12	230	16		222	8	249	12					
	659	12	260	16		222	10	250	14					
	661	14	260	18		221	10	251	16					
	220	8	175	12		270	10	299	14					
	270	8	200	12		268	10	300	16					
	268	10	201	16		268	16	305	16					
	310	8	249	12		268	12	301	18					
	312	10	250	14		310	10	348	16					
	355	10	299	14		310	12	350	20					
	358	10	300	16		358	12	398	18					
	404	12	300	18		356	14	400	22					
	450	12	300	16		356	16	403	25					
	451	16	300	18		354	16	405	30					
	449	16	300	22		357	22	400	36					
	449	16	300	25										
	546	12	300	18										
	545	16	300	22										

	547	18	300	25
	545	20	300	30
	652	14	300	20
	648	14	300	25
	647	18	300	30
	651	22	300	32
	653	25	300	36
	746	14	300	18
	748	16	300	22
	841	16	299	20
	840	14	299	25