

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра механіки



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету

Зиновій РУЖИЛО

“21” травня 2024 р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри механіки
Протокол № 8 від «7» травня 2024 р.

Завідувач кафедри

Володимир БУЛГАКОВ

”РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОП «Галузеве машинобудування»

Гарант ОП

Володимир БУЛГАКОВ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ

Галузь знань 13 – «Механічна інженерія»

Спеціальність 133 “Галузеве машинобудування”

Освітня програма “Галузеве машинобудування”

Факультет “Конструювання та дизайну”

Розробники: професор кафедри механіки, д.т.н., професор М. Чаусов, доцент

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

кафедри механіки, к.т.н., доцент А. Пилипенко

Київ – 2024 р.

Опис навчальної дисципліни Механіка матеріалів і конструкцій

(назва)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	<i>бакалавр</i>	
Спеціальність	<i>133 «Галузеве машинобудування»</i>	
Освітня програма	<i>«Галузеве машинобудування»</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	210	
Кількість кредитів ECTS	7	
Кількість змістових модулів	7	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	-	
Форма контролю	<i>Залік, екзамен</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2	
Семестр	3, 4	
Лекційні заняття	75 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	45 год.	год.
Лабораторні заняття	30 год.	год.
Самостійна робота	60 год.	год.
Індивідуальні завдання		год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	5 год.	

1. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Мета – вивчення студентами методів інженерних розрахунків деталей машин, елементів конструкцій на міцність, жорсткість та стійкість в умовах дії статичних і динамічних навантажень із врахуванням зміни температури і процесів, пов'язаних з тривалістю експлуатації конструкції при однаковій надійності, довговічності та економічності.

Завдання – оволодіння студентами навиками проведення експериментальних досліджень та практичних розрахунків елементів конструкцій на міцність, жорсткість та стійкість в умовах дії статичних і динамічних навантажень із врахуванням зміни температури і процесів, пов'язаних з тривалістю навантаження.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні гіпотези та принципи, що покладені в основу розрахунків на міцність, жорсткість і стійкість деталей машини та елементів конструкцій;

- методи визначення внутрішніх силових факторів в статично визначених і статично не визначених пружних системах;
- залежності для визначення напружень і переміщень при різних видах простих і складних деформацій;
- теорії міцності, їх призначення та причини виникнення;
- міцність, жорсткість і стійкість в умовах дії статичних та динамічних навантажень з врахуванням змінних температур;
- основи експериментальних методів визначення показників механічних властивостей конструкційних матеріалів та досліджень напружень і деформацій;

вміти:

- вибирати оптимальні варіанти розрахункових схем елементів конструкцій;
- вести розрахунки деталей машин, конструкцій на міцність, жорсткість і стійкість в умовах статичних і динамічних навантажень з врахуванням зміни температур і тривалості експлуатації;
- поєднувати розрахунки в одне ціле всієї конструкції;
- вести вибір раціональних конструкційних матеріалів і економічних розмірів прокату.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність - Здатність особи розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК6. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

спеціальні (фахові) компетентності (ФК):

ФК6. Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність типових систем та їхніх складників на основі застосування аналітичних методів, аналізу аналогів та використання доступних даних.

ФК8. Здатність реалізовувати творчий та інноваційний потенціал у проектних розробках в сфері галузевого машинобудування.

Програмні результати навчання

ПРН1. Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.

ПРН2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.

ПРН4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.

ПРН8. Розуміти відповідні методи та мати навички конструювання типових вузлів та механізмів відповідно до поставленого завдання.

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

- повного терміну денної (заочної) форми здобуття вищої освіти;
- скороченого терміну денної (заочної) форми здобуття вищої освіти;

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовий модуль 1. Загальні принципи і підходи у визначенні внутрішніх силових факторів і механічних напружень.														
Тема 1. Вступ. Основні положення дисципліни. Гіпотези і припущення при ідеалізації реальних в опорі матеріалів. Розрахункові схеми навантажень. Розмірність сил та їх класифікація. Поняття про деформацію. Пружність та пластичність матеріалів. Види простих деформацій, Переміщення. Основні конструктивні елементи в опорі матеріалів при інженерних розрахунках. Реальна конструкція та її розрахункова схема.	1	7	3	2			2							
Тема 2. Метод перерізів при визначенні внутрішніх силових факторів в складно навантаженому тілі. Побудова епюр внутрішніх силових факторів для простих елементів конструкцій (стержні, вали, балки).	2	7	3	2			2							
Тема 3. Особливості методики побудови епюр внутрішніх силових факторів для плоских рам, криволінійних плоских брусів та просторових рамних	3	7	3	2			2							

систем. Диференціальні залежності між внутрішніми силовими факторами та навантаженнями в перерізах простих елементів конструкцій.													
Тема 4. Напруження в перерізі. Складові повного напруження. Інтегральні зв'язки між внутрішніми силовими факторами і напруженнями. Залежності між напруженнями і деформаціями. Закон Гука. Модуль поздовжньої пружності (модуль Юнга). Модуль зсуву. Загальні принципи розв'язку задач в опорі матеріалів. Розрахунки на міцність за допустимими напруженнями. Коефіцієнт запасу міцності. Допустимі напруження. Особливості модулів розрахунків елементів конструкцій за руйнівними навантаженнями і за граничним станом.	4	5	2	2			1						
Разом за змістовим модулем 1		26	11	8			7						
Змістовий модуль 2. Визначення і використання механічних характеристик матеріалів різних класів при розрахунках елементів конструкцій на розтяг-стиск і зсув.													
Тема 1. Механічні властивості конструкційних матеріалів. Основні методи вивчення фізико-механічних властивостей конструкційних матеріалів. Діаграма розтягу низько вуглецевої сталі. Діаграми розтягу і стиску різних конструкційних матеріалів. Визначення	5	7	3	2			2						

допустимих напружень.													
Тема 2. Розтяг і стиск. Напруження і деформації. Коефіцієнт поперечної деформації (коефіцієнт Пуассона). Поняття про концентрацію напружень. Номінальні напруження. Теоретичний та ефективний коефіцієнт концентрації напружень. Розрахунки на міцність і жорсткість. Напруження і деформації стержнів із врахуванням власної ваги. Поняття про стержні рівного опору розтягу або стиску. Ступінчаті стержні.	6	7	3	2			2						
Тема 3. Визначення положення головних площадок і величини головних напружень через компоненти напружень по похилих перерізах. Графічний метод дослідження напруженого стану в точці. Коло Мора. Експериментальні дотичні напруження. Поняття про чистий зсув та умови його виникнення. Зв'язок між напруженнями і деформаціями при об'ємному напруженому стані. Узагальнений закон Гука.	7	7	3	2			2						
Тема 4. Теорії міцності. Причини їх виникнення і призначення.	8	5	2	2			1						
Разом за змістовим модулем 2		26	11	8			7						
Змістовий модуль 3. Розрахунки на міцність і жорсткість елементів конструкцій складної форми перерізу.													
Тема 1. Тонкостінні осесиметричні	9	10	4	3			3						

<p>посудини. Рівняння Лапласа. Розрахунки на міцність циліндричних та сферичних посудин. Поняття про розрахунки на міцність товстостінних посудин. Поняття про гнучкі нитки. Класифікація їх в залежності від провисання. Рівняння провисання. Умови міцності.</p>												
<p>Тема 2. Зсув. Потенціальна енергія деформації при чистому зсуві. Залежність між модулем подовжньої пружності, модулем зсуву і коефіцієнтом поперечної деформації. Практичні розрахунки на зсув. Розрахунки на міцність заклепкових, зварних, болтових і з'єднань із деревини. Поняття про контактні напруження.</p>	10	9	4	2			3					
<p>Тема 3. Геометричні характеристики плоских перерізів. Статичні моменти, площі перерізу відносно осей. Положення центру ваги перерізу. Осьові полярний і відцентровий моменти інерції і їх властивості. Залежності між моментами інерції відносно паралельних і повернутих осей. Визначення положення головних центральних осей інерції. Головні центральні моменти інерції. Радіус інерції.</p>	11	7	3	2			2					
<p>Разом за змістовим модулем 3</p>		26	11	7			8					

Змістовий модуль 4. Розрахунки на міцність і жорсткість валів та балок.

Тема 1. Кручення. Залежність крутного моменту від потужності і числа обертів. Основні гіпотези деформації кручення. Напруження і деформації. Розрахунки валів круглого поперечного перерізу з умов міцності і жорсткості. Головні напруження при крученні. Раціональні форми і розміри поперечних перерізів валів.	12	7	3	2			2						
Тема 2. Нормальні напруження в перерізах балок. Формула Нав'є. Розрахунки на міцність. Дотичні напруження в перерізах балок.	13	7	3	2			2						
Тема 3. Головні напруження. Розрахунки балок на міцність за головними напруженнями	14	7	3	2			2						
Тема 4. Поняття про розрахунки балок на міцність із матеріалів різного опору, розтягу і стиску. Раціональні форми перерізів при розрахунках на міцність.	15	6	3	1			2						
Разом за змістовим модулем 4		27	12	7			8						
Змістовий модуль 5. Визначення деформацій пружних систем при згині в статично визначених і статично невизначених конструкціях													
Тема 1. Напруження в перерізах криволінійних брусів. Деформації криволінійних брусів.	16	7	2	2	1		2						
Тема 2. Переміщення в балках. Диференціальне рівняння пружної лінії балки та його інтегрування. Обчислення сталих інтегрування з однією, двома та	17	7	2	2	1		2						

більше ділянок балки. Міцність і жорсткість балок рівного опору.													
Тема 3. Потенціальна енергія деформації при згині. Узагальнені сили і переміщення. Теорема Кастільяно.	18	7	2	2	1		2						
Тема 4. Інтеграл Максвела-Мора та його обчислення за методом Верещагіна при визначенні переміщень в пружних системах.	19	7	2	2	1		2						
Тема 5. Застосування метода Верещагіна. при обчисленні переміщень пружних систем. Визначення переміщень в плоских рамах.	20	7	2	2	1		2						
Тема 6. Статично невизначені системи при згині. Розрахунки простих статично невизначених балок способом порівняння деформацій.	21	7	2	2	1		2						
Тема 7. Теорема Кастільяно, інтеграл Максвела-Мора. Метод Верещагіна при розкритті статичної невизначеності пружних систем при згині.	21	7	2	2	1		2						
Тема 8. Канонічні рівняння методу сил. Визначення коефіцієнтів канонічних рівнянь за допомогою інтеграла Максвела-Мора і метода Верещагіна. Контроль правильності розв'язку статично невизначених систем.	23	7	2	2	1		2						
Разом за змістовим модулем 5		56	16	16	8		16						
Змістовий модуль 6. Складний опір.													
Тема 1. Складний опір. Основні випадки складного опору. Загальні	24	7	2	2	1		2						

принципи розрахунків елементів конструкцій при складному опорі. Одночасна дія згину з розтягом або стиском. Косий згин. Поза центровий розтяг або стиск. Положення нейтральної осі перерізу. Ядро перерізу. Одночасна дія згину з крученням. Перевірка міцності та підбір перерізів валів.													
Тема 2. Стійкість елементів конструкцій. Критичне і допустиме навантаження. Коефіцієнт запасу стійкості. Задача Ейлера для визначення критичної сили. Залежність критичної сили від способу закріплення стержня. Критичне напруження.	25	7	2	2	1		2						
Тема 3. Межі застосування формули Ейлера. Втрата стійкості при напруженнях, що перевищують границю пропорційності матеріалу. Розрахунки стиснутих стержнів за коефіцієнтами зниження допустимих напружень. Графік залежності критичного напруження від гнучкості. Види розрахунків на стійкість. Раціональні форми поперечних перерізів при розрахунках стержнів на поздовжній згин.	26	7	2	2	1		2						
Разом за змістовим модулем 6		21	6	6	3		6						

Змістовий модуль 7. Динамічна дія навантажень.

<p>Тема 1. Опір матеріалів дії повторно змінних напружень. Механізм втомлюваності матеріалів. Причинні виникнення повторно-змінних напружень. Характеристика циклів зміни напружень. Визначення межі витривалості. Розрахунки на міцність елементів конструкцій при повторно-змінних напруженнях.</p>	7	2	2	1	2				
<p>Тема 2. Динамічна дія навантажень. Загальні принципи розв'язку задач з врахуванням динамічної дії навантажень. Врахування сил інерції. Напруження в стержні, що рухається в напрямку повздовжньої осі з прискоренням. Коефіцієнт динамічності.</p>	7	2	2	1	2				
<p>Тема 3. Напруження в стержні, що обертається навколо шарнірно закріпленого кінця зі сталим прискоренням. Коефіцієнт динамічності. Напруження в брусі, що рухається прямолінійно в напрямку, перпендикулярному до повздовжньої осі із сталим прискоренням. Коефіцієнт динамічності.</p>	7	2	2	1	2				
<p>Тема 4. Напруження в кільці, що обертається із сталим прискоренням. Коефіцієнт динамічності. Напруження при ударі. Розрахунки на міцність елементів конструкції при</p>	7	2	2	1	2				

осьовий дії удару. Напруження при скручуючому ударі. Розрахунки на удар при згині. Вплив коливань на міцність елементів конструкції.													
Разом за змістовим модулем 7	28	8	8	4		8							
Усього годин	210	75	45	30		60							

3. Теми практичних, лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Побудова епюр нормальних сил для стержнів. Побудова епюр крутних моментів для валів.	2
2	Побудова епюр згинальних моментів і поперечних сил для балок.	2
3	Напруження в перерізі плоских рам і просторових брусів.	2
4	Побудова епюр внутрішніх силових факторів для криволінійних плоских брусів.	2
5	Розрахунки на міцність і жорсткість при розтягу і стиску. Врахування концентрації напружень. Розв'язування задач.	2
6	Розрахунки на міцність і жорсткість стержневих статично не визначених систем. Врахування зміни температури. Розв'язування задач.	2
7	Розрахунки на міцність жорсткість стержнів з врахуванням власної ваги. Ступінчаті стержні. Розв'язування задач.	2
8	Визначення напружень по похилих площинах. Положення головних площин. Графічний метод досліджень напружень по похилих площинах.	2
9	Розрахунки на міцність тонкостінних осесиметричних посудин. Рівняння Лапласа. Розрахунки на міцність гнучких ниток.	2
10	Різні випадки розрахунків на розтяг, зсув і згин. Розрахунки заклепкових, зварних, шпонкових з'єднань, та з'єднань з деревини. Розрахунки клейових з'єднань.	2
11	Розрахунки геометричних характеристик симетричних плоских перерізів.	2
12	Розрахунки геометричних характеристик несиметричних плоских перерізів.	2
13	Розрахунки валів круглого поперечного перерізу з умов міцності і жорсткості. Розв'язування задач.	2
14	Підбір перерізів балок. Перевірка міцності балок за нормальними і дотичними напруженнями. Розв'язування задач.	2
15	Повна перевірка міцності балок. Розв'язування задач.	2

	Рішення задач перевірки міцності і жорсткості криволінійних брусів.	
16	Інтегрування диференціальних рівнянь пружної лінії балки.	2
17	Особливості використання теореми Кастильяно при визначенні переміщень пружних систем при згині.	2
18	Розкриття статичної невизначеності пружних систем з використанням теореми Кастильяно, інтеграла Максвелла-Мора, метода Верещагіна.	2
19	Розкриття статичної невизначеності пружних систем з використанням канонічних рівнянь метода сил. Розв'язування задач.	2
20	Розрахунки на міцність елементів конструкцій на одночасну дію згину з крученням. Розв'язування задач. Розрахунки на міцність поздовжньо стиснутих стержнів великої гнучкості. Розв'язування задач.	2
21	Розрахунки на міцність елементів конструкцій при повторно-змінних напруженнях. Розв'язування задач.	2
22	Визначення коефіцієнта динамічності для кільця, що обертається із сталим прискоренням.	2
23	Визначення напружень в елементах конструкцій при осьовій дії удару і при скручуючому ударі. Розрахунки на удар при згині. Зміна механічних властивостей матеріалу при ударі.	1
1	Визначення модуля поздовжньої пружності (модуля Юнга) для сталі.	2
2	Випробування на розтяг низько вуглецевої сталі і деревини на розтяг вздовж волокон.	2
3	Випробування чавуну, пластмас і деревини на стиск вздовж волокон.	2
4	Дослідження концентрації напружень в пластині з отвором.	2
5	Випробування сталі, чавуну на зсув та деревини на зріз поперек волокон та сколювання.	2
6	Випробування сталі на кручення. Побудова діаграми кручення. Визначення модуля зсуву.	2
7	Дослідження розподілу нормальних напружень в двотавровій балці.	2
8	Визначення моменту защемлення однопрольотної статично невизначеної балки.	2
9	Поляризаційно-оптичний метод дослідження напружень	2
10	Дослідження деформацій при косому згині.	2
11	Дослідження втрати стійкості поздовжньо стиснутого стержня.	2
12	Дослідження центру згину	2
13	Дослідження деформації просторового ламаного бруса.	2
14	Дослідження ударної дії навантаження на двоопорну балку.	2

15	Випробування сталі на втомленість при знакозмінних напруженнях згину. Визначення ударної в'язкості сталі.	2
----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

4. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Робота з начальними посібниками по темам лекцій	20
2	Підготовка до контрольних робіт	15
3	Оформлення і підготовка до задачі лабораторних робіт	15
4	Оформлення самостійних робіт	10
	Разом	60

5. Засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- модульні тести;
- захист лабораторних та самостійних робіт;

6. Методи навчання:

- словесний метод (лекція, співбесіда);
- практичний метод (лабораторні, заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні);
- самостійна робота (виконання завдань);

7. Методи оцінювання:

- - екзамен;
- - усне або письмове опитування;
- - модульне тестування;
- - захист лабораторних та самостійних робіт.

8. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти. Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна та результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача вищої освіти з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів):
 $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{ат}}$.

9. Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=788>);
- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- підручники, навчальні посібники;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Механіка матеріалів і конструкцій [Текст] : навчальний посібник / М. Г. Чаусов, А. П. Пилипенко ; За ред. М. Г. Чаусова. - К. : Прінтеко, 2022. - 284 с.
2. Механіка матеріалів і конструкцій [Текст] : навчальний посібник / М. Г. Чаусов, В. М. Швайко, А. П. Пилипенко ; Національний університет біоресурсів і природокористування України). - 2-ге вид. перероблене і доповнене. - К. : ПП "Мастер Принт" , 2020. - 340 с.
3. Механіка матеріалів [Текст] : навчальний посібник / М. Г. Чаусов [та ін.]. - перше перевидання. - К. : Центр учбової літ-ри, 2019. - 594 с.
4. Механіка матеріалів і конструкцій [Текст] : навчальний посібник / М. Г. Чаусов, В. М. Швайко, А. П. Пилипенко ; Національний університет біоресурсів і природокористування України). - К. : ПП "Мастер Принт" , 2019. - 329 с.
5. Механіка матеріалів [Текст] : навчальний посібник / М. Г. Чаусов [та ін.]. - К. : ВД "Авіцена", 2018. - 560 с.
6. Опір матеріалів [Текст] : підручник для студ. механ. спец. вузів / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Є.С. Уманський; За ред. Г.С. Писаренка. - 2-ге вид., доповн. і перероб. - К. : Вища школа, 2004. - 655 с.
7. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість. Ч. I, II: Підручник/ Г.М.Калетнік, М.Г.Чаусов, В.М.Швайко, В.М.Пришляк, А.П.Пилипенко, М.М.Бондар. За ред. Г.М.Калетніка, М.Г.Чаусова. – К.: «Хай-Тек Прес», 2011. – 616 с.
8. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість [Текст] : підручник для ВНЗ III-IV рівнів акредитації. Ч. III / Г. М. Калетнік [та ін.] ; За ред. Г. М. Калетніка, М. Г. Чаусова ; Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України. - К. : Хай-Тек Прес, 2013. - 528 с.
9. Цурпал І.А., Пастушенко С.І., Барабан М.П., Швайко В.М. Механіка матеріалів і конструкцій. Лабораторні роботи. - К.: Аграрна освіта, 2001, 271 с.
- 10.Цурпал І.А. Механіка матеріалів і конструкцій. – К., Аграрна освіта, 2004, 328 с.
11. <http://archive.nbuu.gov.ua/portal/natural/metkon/index.html>
12. <http://www.info-build.com.ua/normativ/detail.php?ID=45334>

13. http://jeybud.com.ua/index.php?item=articles&d_id=3&sub=5106
14. http://www.urdisc.com.ua/rl/info/glava_0.pdf
15. <http://msd.com.ua/metalevi-konstrukcii/>
16. <http://www.atlasward-ua.com/>
17. <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=788>
18. <http://www.splav-kharkov.com/main.php>
19. http://s-metall.com.ua/spravochnik_stalej.html