

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет “Запорізька політехніка”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з вивчення дисципліни “Обладнання для новітніх технологій” та виконання контрольних робіт для студентів спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” спеціалізація “Металорізальні верстати та системи” та студентів спеціальності 131 “Прикладна механіка” спеціалізації “Технологія машинобудування” всіх форм навчання.

Методичні вказівки з вивчення дисципліни “Обладнання для новітніх технологій” та виконання контрольних робіт для студентів спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” спеціалізація “Металорізальні верстати та системи” та студентів спеціальності 131 “Прикладна механіка” спеціалізації “Технологія машинобудування” всіх форм навчання /Укл. В.В. Солоха. – Запоріжжя: НУ “Запорізька політехніка”, 2025. – с. 16

Укладач: В.В. Солоха, доцент, к.т.н.

Рецензенти: професор, д.т.н. В.В. Циганов

Відповідальний
за випуск М.В. Фролов, доцент, к.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри
“Металорізальних верстатів та
інструментів”
Протокол № ____
від “ ____ ” 2025 р.

Рекомендовано до видання НМК
машинобудівного факультету
Протокол № ____
від “ ____ ” 2025

1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Дисципліна “Обладнання для новітніх технологій” є нормативною дисципліною підготовки магістрів зі спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” за освітньою програмою “Металорізальні верстати та системи”.

Дисципліна вивчається в 9 семестрі. На її вивчення виділяється 3 навчальних кредити. Загальна кількість годин на вивчення дисципліни розподіляється таким чином (в дужках - для студентів заочної форми навчання): лекції – 16 (6) годин, лабораторні роботи – 16 (2) години, самостійна робота – 58 (82) годин. В кінці вивчення дисципліни складається екзамен.

Студенти заочної форми протягом семестру виконують 1 контрольну роботу. Лабораторна робота виконується протягом установчої сесії. На цю ж сесію виносяться лекції: 1. Компонування багатоцільових верстатів; 2. Приводи багатоцільових багатокоординатних верстатів з ЧПК; 3. Типові вузли багатоцільових багатокоординатних верстатів.

В робочій програмі до кожної теми зазначені години на самостійну роботу, в дужках для заочної форми навчання.

2 РОБОЧА ПРОГРАМА І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ТЕМ

2.1 Вступ – 2 (3) год.

Особливості швидкісного різання металів. Багатокоординатна обробка деталей складного профілю. Особливості верстатного обладнання для новітніх технологій обробки.

Методичні вказівки

Усвідомити необхідність нових підходів до конструкції технологічного обладнання для розв’язання завдань сучасного машинобудівного виробництва.

/1/ с.4-6; /2/ с. 8-9.

Питання для самоперевірки

1. В чому полягають особливості швидкісного різання?
2. Які основні особливості верстатів для використання новітніх технологій обробки?

2.2 Компонування багатоцільових верстатів – 4 (7) год.

Система координатних осей верстатів з ЧПК. Вибір компонувань верстатів з ЧПК. Компонування верстатів для обробки корпусних деталей. Компонування верстатів для обробки деталей типу тіл обертання.

Методичні вказівки

З'ясувати розміщення координатних осей верстатів з ЧПК та відмінності від розміщення осей в теорії різання. Ознайомитися з чинниками, що впливають на вибір компонування верстатів. Розуміти вплив маси оброблюваної заготовки на компонування верстатів для обробки корпусних деталей.

/1/ с.6-15; /2/ с. 10-14; /3/ с.7-13; /4/ с. 89-99.

Питання для самоперевірки

1. Як визначаються лінійні осі верстатів з ЧПК?
2. Як визначаються обертові осі верстатів з ЧПК?
3. Які чинники впливають на вибір компонування верстата з ЧПК та багатоцільового верстата?
4. Як впливає маса оброблюваної заготовки на компонування верстатів з ЧПК та багатоцільових для обробки корпусних деталей?
5. З якою метою токарні верстати з ЧПК виконуються з похилою станиною?

2.3 Приводи багатоцільових багатокоординатних верстатів з ЧПК– 4 (5) год.

Вимоги до приводів багатоцільових верстатів.

Приводи головного руху. Структура приводу. Типи електродвигунів, що застосовуються в приводах головного руху.

Приводи подач та координатних переміщень. Тягові пристрої приводів. Типи електродвигунів, що застосовуються в приводах подач та координатних переміщень.

Приводи встановлювальних, допоміжних та ділильних рухів.

Методичні вказівки

З'ясувати відмінності в приводах традиційних верстатів та багатоцільових. Приділити увагу особливостям регулювання швидкості в приводах головного руху багатоцільових верстатів та доцільності використання в них редукторів. З'ясувати особливості використання електродвигунів в приводах подач та координатних

переміщень. Приділити увагу вибору тягового пристрою, регулюванню зазорів в кулькових гвинтових передачах, схемам закріплення ходового гвинта та їх впливу на працездатність передачі.

/1/ с.16-25; /2/ с. 14-19; 25-29; /4/ с. 122-127.

Питання для самоперевірки

1. Які типи електродвигунів використовуються в приводах головного руху верстатів з ЧПК та багатоцільових?

2. З якою метою в приводі головного руху верстатів з ЧПК використовують редуктор?

3. Які типи електродвигунів використовуються в приводах подач багатоцільових верстатів?

4. Які особливості використання моментних електродвигунів?

5. Які особливості використання кулькових гвинтових передач?

6. З якою метою і якими способами створюється попередній натяг в кульковій гвинтовій передачі?

7. На які параметри кулькової гвинтової передачі впливає схема установлення та закріплення ходового гвинта?

8. Якими чинниками обмежується швидкохідність кількової гвинтової передачі?

2.4 Шпиндельні вузли багатоцільових верстатів з ЧПК – 4 (5).

Вимоги до шпиндельних вузлів багатоцільових верстатів.

Підшипники шпиндельних вузлів багатоцільових верстатів та верстатів з ЧПК.

Схеми шпиндельних вузлів на підшипниках кочення.

Особливості конструкції шпиндельних вузлів верстатів з ЧПК.

Методичні вказівки

Звернути увагу на особливості функціонування шпиндельних вузлів багатоцільових верстатів. З'ясувати необхідність і способи створення попереднього натягу в підшипниках шпиндельної опори. Розглянути типи підшипників, що застосовуються в шпиндельних опорах з урахуванням навантажень, характерних для різних типів. Приділити увагу особливостям гібридних підшипників та доцільним умовам їх застосування. Вивчити доцільність використання різних схем шпиндельних вузлів в залежності від умов їх експлуатації

/1/ с.26-37; /2/ с. 19-25; /4/ с. 127-141.

Питання для самоперевірки

1. Які основні вимоги висуваються до шпindelьних вузлів багатоцільових верстатів?
2. З якою метою в підшипниках шпindelьних опор створюють попередній натяг?
3. Яку опору шпинделя доцільно виконувати з осьовою фіксацією підшипників?
4. З якою метою радіальні роликові підшипники можуть виконуватися з конічним отвором?
5. В яких умовах роботи шпindelьного вузла доцільно використовувати гібридні підшипники?
6. За рахунок яких чинників досягаються високі частоти обертання гібридних підшипників?

2.5 Опори кругового та поступального руху багатоцільових багатокоординатних верстатів з ЧПК – 4 (10) год.

Опори поворотних столів. Підшипники для опор ходових гвинтів.

Напрямні кочення багатоцільових верстатів.

Методичні вказівки

З'ясувати типи підшипників, що застосовуються в опорах ходових гвинтів кулькових гвинтових передач, та критерії вибору їх для конкретних умов застосування. Звернути увагу на особливості застосування напрямних кочення в конструкції багатоцільових верстатів їх переваги і недоліки перед напрямними ковзання. Слід розібратися з використанням в напрямних кочення попереднього натягу та умовами вибору його величини.

/1/ с.47-55, /2/ с. 30-36.

Питання для самоперевірки

1. Які основні види навантажень сприймають підшипники в опорах ходових гвинтів?
2. Які типи підшипників використовуються в опорах ходових гвинтів кулькових гвинтових передач?
3. В чому полягають переваги використання напрямних кочення?
4. З якою метою в опорах напрямних кочення створюється попередній натяг?
5. В яких випадках слід віддавати перевагу напрямним ковзання перед напрямними кочення?

2.6 Типові вузли багатоцільових багатокоординатних верстатів – 12 (10) год.

Револьверні головки токарних багатоцільових верстатів з ЧПК.
Фрезерні головки токарно-фрезерних верстатів.

Пристрої автоматичної заміни інструмента в багатоцільових верстатах.

Поворотні та похило-поворотні столи верстатів фрезерної групи.

Методичні вказівки

З'ясувати цільове призначення револьверних головок для токарних верстатів з ЧПК, звернути увагу на способи закріплення в них інструментальних оправок. Вивчити особливості різних типів пристроїв автоматичної заміни інструментів у багатоцільових верстатах.

З'ясувати призначення столів з поворотними осями, особливості приводів за осями в столах різних виробників.

/1/ с. 55-70; /2/ с. 36-48; /4/ с. 142-145.

Питання для самоперевірки

1. Як розрізняються револьверні головки токарних верстатів з ЧПК за функціональним призначенням?
2. Як здійснюється закріплення інструментальних оправок в револьверних головках токарних верстатів з ЧПК?
3. Як здійснюється базування і фіксація інструментального диска на револьверні головці?
4. В чому полягають відмінності в механізмах повороту інструментального диска в револьверних головках без приводу інструмента та з приводом?
5. Які способи заміни інструмента використовуються в багатоцільових верстатах і інструментальними магазинами?
6. З якою метою в конструкції багатоцільового верстата застосовуються столи з поворотними осями?
7. Які приводи використовуються в поворотних столах?

2.7 Багатоцільові багатокоординатні верстати токарної групи – 16 (18) год.

Токарні верстати компанії “DOOSAN” Puma 2100 та Puma MX 2100. Призначення верстатів, технологічні можливості, компоновання та конструктивні особливості.

Токарні верстати компаній GOODWAY GA-3000, GOODWAY GMT-2000.

Токарний вертикальний верстат з ЧПК "SCHIESS". Особливості компонування та конструкції верстата. Типи змінних головок, що використовуються в верстаті.

Вертикальний токарний центр компанії "TOSHULIN" SKIQ16C-M.

Методичні вказівки

З'ясувати технологічні можливості токарних верстатів з ЧПК, звернути увагу на особливості компонування, модульний принцип побудови та приводи верстатів, особливості верстатів Puma MX 2100, GOODWAY GMT-2000. Зрозуміти специфіку застосування токарних верстатів з ЧПК вертикального компонування, особливості їх конструкції, можливості виконання обробки внутрішніх поверхонь, осі яких не співпадають з віссю обертання заготовки, фрезерування довільно розміщених площин.

/1/ с.107-142; /2/ с. 68-83; /15/ с.4-6, 11-18;/18/ с. 1-28.

Питання для самоперевірки

1. Які технологічні операції можна виконувати на токарних верстатах з ЧПК горизонтального компонування?

2. В чому полягають відмінності конструкції верстатів мод. Puma MX 2100 від верстатів Puma 2100?

3. З якою метою в токарних верстатах з ЧПК використовується вісь С?

4. З якою метою в верстатах GOODWAY GMT-2000 використовуються інструментальні оправки HSK-T63?

5. Які технологічні операції можна виконувати на токарних верстатах з ЧПК вертикального компонування?

6. Як здійснюється автоматична заміна інструмента на верстатах з ЧПК "SCHIESS"?

7. Що передбачено в конструкції верстата з ЧПК "SCHIESS" для виконання фрезерних робіт?

8. Як здійснюється автоматична заміна інструмента на верстатах з ЧПК "TOSHULIN" SKIQ16C-M?

9. З якою метою в конструкції верстата з ЧПК "TOSHULIN" SKIQ16C-M передбачено привід інструмента?

2.8 Багатоцільові багатокоординатні верстати фрезерної групи – 12 (24) год.

Багатокоординатний верстат PICOMAX 825 VERSA. Призначення верстата, компонування, конструктивні особливості. Конструкція поворотно-кругового двокоординатного стола.

Фрезерний багатоцільовий верстат з ЧПК ЛІСНП Turbomill 1200g. Призначення верстата, компонування, конструктивні особливості. Конструкція бабки виробу.

Багатокоординатні верстати Huron K2X8 Five, K2X15, KX100. Призначення верстатів, компонування, конструктивні особливості. Конструкція поворотно-кругового двокоординатного стола верстата Huron K2X8 Five. Конструкція двокоординатної фрезерної головки верстата Huron KX100.

Багатокоординатні верстати (обробні центри) Hermle C32, Hermle C42. Технологічні можливості верстатів. Особливості компонування та конструкції.

Методичні вказівки

Розібратися в технологічних можливостях п'ятикоординатних багатоцільових верстатів. Звернути увагу на різноманітність варіантів поворотно-оберткових столів, систем гальмування та використання компонувань порталного типу. З'ясувати особливості виготовлення елементів несучої системи верстатів ЛІСНП зі сталі та застосування лінійних електродвигунів. Звернути увагу на умови використання двох електродвигунів в приводі гвинта в верстаті Huron KX100 та в приводі повороту стола в верстаті Hermle C42.

/1/ с.74-107; /2/ с. 48-68; /11/ с. 1-8.

Питання для самоперевірки

1. Який привід використовується для руху за поворотними осями в багатоцільових верстатах PICOMAX 825 VERSA, Huron K2X8 Five, ЛІСНП?

2. Як здійснюється автоматична заміна інструмента в верстатах PICOMAX 825 VERSA, Huron KX100, Hermle C42?

3. За якими осями здійснюють рухи виконавчі органи в верстатах Huron K2X8Hive, Huron KX100?

4. З якою метою в конструкції приводу переміщення стола верстата Huron KX100 використовується два електродвигуни?

5. З якою метою в конструкції приводу повороту стола за віссю А верстата Hermle C42 може використовуватися два електродвигуни?

6. Чим зумовлене використання для виготовлення базових деталей зварних сталевих конструкцій в верстатах ЛЕСНП?

7. За якими осями здійснюють рухи виконавчі органи в верстатах ЛЕСНП Turbomill 1200g?

3 ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

1. Вивчення конструкції приводу головного руху багатоцільового верстата, 2 год.

Лабораторна робота пов'язана з вивченням теми 2.3.

2. Вивчення конструкції шпindelного вузла багатоцільового верстата, 4 год.

Лабораторна робота пов'язана з вивченням тем 2.4 і 2.6.

3. Вибір конструкції кулькової гвинтової передачі багатоцільового верстата, 4 год.

Лабораторна робота пов'язана з вивченням теми 2.3.

4. Вивчення конструкції револьверних головок багатоцільових верстатів, 4 год.

Лабораторна робота пов'язана з вивченням тем 2.6.

4 КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

4.1 Загальні вказівки

Контрольна робота з дисципліни “Обладнання для новітніх технологій” виконується студентами заочної форми навчання в 9 семестрі, в якому і вивчається дана дисципліна. Відповіді на контрольні питання мають бути повними та свідчити про поглиблене опрацювання студентом відповідного розділу курсу.

При оформленні контрольної роботи необхідно дотримуватися ДСТУ: ДСТУ 3008-95, СТП 15-11 ЗНТУ. Відповідно до вимог цих документів, контрольна робота повинна бути в рукописному вигляді на одній стороні стандартних аркушів паперу формату А4 (297 x 210).. Текст відповідей на питання контрольної роботи доцільно розділити на пункти, які повинні мати порядкові номери.

Відповіді на контрольні питання, в разі потреби, повинні супроводжуватися необхідними кресленнями, ескізами, схемами,

описами і розрахунками. Наведені ілюстрації повинні бути чіткими і виконані в зручному для читання масштабі.

Всі наведені в контрольній роботі ілюстрації повинні бути пронумеровані арабськими цифрами в межах одного питання. Номер ілюстрації повинен складатися з номера питання і номера рисунка, розділених крапкою.

В тексті контрольної роботи зазначаються посилання на довідники, підручники та інші матеріали використані для виконання роботи.

Контрольна робота повинна бути зброшуровані в зошит з щільною обкладинкою і титульним аркушем, на якому в обов'язковому порядку повинен бути зазначений шифр (номер залікової книжки) студента. Усі аркуші контрольної роботи повинні бути пронумеровані, причому першим - титульний лист. За ним поміщають текст контрольних питань. В кінці роботи наводять перелік використаної літератури

Контрольна робота повинна бути подана на перевірку викладачеві і в разі відсутності зауважень захищена студентом до початку екзаменаційної сесії. Номер варіанта завдання вибирається студентом відповідно до шифру його залікової книжки.

Визначення варіанту контрольної роботи

Останні дві цифри залікової книжки	Номер варіанту
01...20, 21...40, 41...60, 61...80, 81...100	01...20

4.2 Контрольні завдання

Варіанти контрольних завдань з дисципліни «Обладнання для новітніх технологій»

Варіант 1

1. Підшипники кочення шпindelних опор. Схеми встановлення підшипників та регулювання попереднього натягу в опорі.

2. Багатокоординатні верстати Huron KX100. Конструкція приводу переміщення стола за віссю X.

Варіант 2

1. Система координатних осей верстатів з ЧПК. Компонування верстатів для обробки корпусних деталей.

2. Багатоцільові багатокоординатні верстати токарної групи: токарні верстати компанії "DOOSAN" Puma 2100. Призначення

верстатів, технологічні можливості, компоновання та конструктивні особливості.

Варіант 3

1. Підшипники кочення високошвидкісних шпиндельних вузлів багатоцільових верстатів. Гібридні підшипники шпиндельних опор, їх властивості та умови застосування.

2. Багатоцільові багатокоординатні верстати токарної групи: токарно-фрезерні верстати компанії DOOSAN “Puma MX 2100”. Призначення верстатів, технологічні можливості, компоновання та конструктивні особливості.

Варіант 4

1. Вибір компоновань верстатів з ЧПК. Компоновання верстатів для обробки деталей типу тіл обертання.

2. Токарний вертикальний верстат з ЧПК “SCHIESS”. Особливості компоновання та конструкції верстата. Типи змінних головок, що використовуються в верстаті.

Варіант 5

1. Кулькові гвинтові передачі. Схеми установа гвинтів в опорах та їх вплив на параметри передачі.

2. Фрезерний багатоцільовий верстат з ЧПК LIECHT Turbomill 1200g. Конструкція механізмів, що виконують рухи за осями A і Z.

Варіант 6

1. Приводу головного руху верстатів з ЧПК та багатоцільових верстатів. Структура приводу. Типи електродвигунів, що застосовуються в приводах головного руху і способи їх регулювання.

2. Багатокоординатний верстат PICOMAX 825 VERSA. Призначення верстата, компоновання, конструктивні особливості.

Варіант 7

1. Приводи подач та координатних переміщень верстатів з ЧПК та багатоцільових верстатів. Типи електродвигунів, що застосовуються в приводах подач та координатних переміщень.

2. Фрезерний багатоцільовий верстат з ЧПК LIECHT Turbomill 1200g. Призначення верстата, компоновання, конструктивні особливості.

Варіант 8

1. Тягові пристрої приводів верстатів з ЧПК та багатоцільових верстатів. Способи створення попереднього натягу в кулькових гвинтових передачах. Конструкції механізмів циркуляції кульок.

2. Багатоцільовий верстат з ЧПК ЦЕСНП Turboblisk 1005. Призначення верстата, компонування, конструктивні особливості.

Варіант 9

1. Приводи встановлювальних, допоміжних та ділильних рухів багатоцільових верстатів.

2. Багатокоординатні верстати Huron KX100. Призначення верстатів, компонування, конструктивні особливості.

Варіант 10

1. Підшипникові опори високошвидкісних шпиндельних вузлів багатоцільових верстатів.

2. Багатокоординатні верстати Huron K2X8 Five. Призначення верстатів, компонування, конструктивні особливості.

Варіант 11

1. Опори поворотних столів. Підшипники для опор ходових гвинтів багатоцільових верстатів.

2. Багатокоординатні верстати Huron K2X15. Призначення верстатів, компонування, конструктивні особливості.

Варіант 12

1. Напрямні лінійних рухів багатоцільових верстатів. Типи напрямних кочення, що застосовуються в багатоцільових верстатів.

2. Багатокоординатні верстати (обробні центри) Hermle C32, Hermle C42. Технологічні можливості верстатів. Особливості компонування та конструкції.

Варіант 13

1. Револьверні головки токарних багатоцільових верстатів та верстатів з ЧПК.

2. Вертикальний токарний центр компанії "TOSHULIN" SKIQ16C-M.

Варіант 14

1. Поворотні та похило-поворотні столи багатоцільових верстатів фрезерної групи.

2. Багатоцільові багатокоординатні верстати токарної групи GOODWAY GA-3000. Призначення верстатів, технологічні можливості, компонування та конструктивні особливості.

Варіант 15

1. Пристрої автоматичної заміни інструмента багатоцільових верстатів.

2. Багатокоординатний верстат PICOMAX 825 VERSA. Конструкція поворотно-кругового двокоординатного стола.

Варіант 16

1. Швидкісне різання металів. Особливості верстатного обладнання для новітніх технологій обробки.
2. Приводу головного руху токарних верстатів з ЧПК. Планетарні редуктори, що застосовуються в приводах, їх призначення та конструкція.

Варіант 17

1. Схеми шпиндельних вузлів на підшипниках кочення.
2. Вертикальний токарний центр компанії "TOSHULIN" SKIQ16C-M. Конструкція і призначення приводу обертового інструменту.

Варіант 18

1. Швидкохідність кулькових гвинтових передач. Визначення параметрів швидкохідності. Кулькові гвинтові передачі з обертовою гайкою.
2. Способи закріплення інструментальних оправок в інструментальних дисках револьверних головок. Елементи передачі руху з револьверної до інструментальної головки.

Варіант 19

1. Закріплення інструментів в шпинделі багатоцільового верстата. Інструментальні головки ISO, HSK, захоплюючі пристрої, елементи закріплення.
2. Револьверні головки з приводом інструменту. Револьверні головки Baruffaldi TMBR.

Варіант 20

1. Підшипники опор ходових гвинтів кулькових гвинтових передач. Конструкції опор.
2. Токарний вертикальний верстат з ЧПК "SCHIESS". Конструкція приводу обертання інструмента.

5 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Солоха В.В. Тексти (конспект) лекцій з дисципліни “Обладнання для новітніх технологій” для студентів спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” спеціалізація “Металорізальні верстати та системи” усіх форм навчання. - Запоріжжя: НУ”ЗП”, 2020. – 130 с.

2. Обладнання для новітніх технологій [Текст]: навчальний посібник / В.В. Солоха, Л.Й. Іщенко, І.А. Бойко, В.Ю. Коцюба, В.Л. Карнаух. – Запоріжжя: ПАТ «Мотор Січ», 2020. – 210 с.
<http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/11269>

3. Кузнецов Ю. М. Верстати з ЧПК і верстатні комплекси [Текст] / Ю.М. Кузнецов. — К. — Тернопіль: ООО «ЗМОК», 2001. – 298 с.

4. Stephenson D. A. Metal Cutting Theory and Practice / D. A. Stephenson, J. S. Agapiou. - Third Edition. - CRC Press Taylor & Francis Group, - 2016.- chapter 3.

https://www.researchgate.net/publication/317081872_Metal_Cutting_Theory_And_Practice_3rd_by_D_A_Stephenson

Інформаційні ресурси

5. Motion Control SINUMERIK 840. Equipment for Machine Tools. Catalog NC 62 2016. Printed in Germany © Siemens AG 2016.- 724 p. (www.siemens.com/automation).

6. Precision Machine Components. NSK Linear Guides, Ball Screws, Monocarriers. CAT. No. E3162c 2013 B-12 Printed in Japan © NSK Ltd. (www.nsk.com)

7. SKF super-precision bearings. Catalogue P1 13383/2 EN. © SKF Group 2016. – 422 p.

8. Baruffaldi Machine tool components. Two-Speed Gearboxes guide. 2015. – 48 p. (www.baruffaldi.it).

9. Baruffaldi Machine tool components. Radial driven tools turrets type TBMR for tool-holders as per DIN norms 69880. – 24 p. (www.baruffaldi.it).

10. GA SERIES. Ultra Performance CNC Turning Centers. Goodway Machine Corp. 2012. – 28 p. (www.goodwaycnc.com) 6. Hermle C42. Milling at its best. Technical modifications 1/13/C42/2500/EN/ST. – 72 p. (www.hermle.de).

11. HURON KX Large Series. High performance double column machining centres for machining of complex parts. – 8 p. (<http://huron.fr/our-products/kx-100/>).
12. KOYO catalog. Precision Ball & Roller Bearings for Machine Tools. CAT. NO. B2005E. – 182 p. (<https://koyo.jtekt.co.jp/en/>).
13. Modular Clamping Technology OTT Spanntechnik Jakob. Каталог. – 102 p. (www.Ott-Jakob.de).
14. Rexroth IndraDyn T. Synchronous Torque Motors. Project Planning Manual. 5 Edition. 2008. - Printed in Germany © Bosch Rexroth AG. – 264p. (www.boschrexroth.com).
15. PUMA 2100/2600/3100 series. High-Performance Turning Center. EX 1007SP Doosan Infracore machine tools. – 72 p. (<http://domss.doosaninfracore.com>).
16. GOODWAY GMT-2000 series. Multi-tasking machine. Goodway Machine Corp. G-GMT-2000-EN-202002. – 28 p. (<https://www.goodwaycnc.com/>)