

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	Екземпляр № 1	Арк 25 / 1

Затверджено науково-методичною
радою державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від «__» _____ 20__р. № __

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для виконання практичних робіт з дисципліни
«МОДЕРНІЗАЦІЯ МЕТАЛООБРОБНОГО ОБЛАДНАННЯ»
для студентів освітнього рівня «БАКАЛАВР»
Спеціальності: 133 «Галузеве машинобудування»
Освітньо-професійна програма
«Комп'ютерне конструювання мехатронних систем»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій,
мехатроніки і робототехніки
Кафедра галузевого машинобудування

Розглянуто і рекомендовано
на засіданні кафедри галузевого
машинобудування
протокол від «__» _____ 20__р. № __

Розробники:
завідувач кафедри галузевого машинобудування, к.т.н., доц., Степчин Я.А.
асистент каф. галузевого машинобудування Отаманський В.В.

Житомир, 2022

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	Екземпляр № 1	Арк 25 / 2

Степчин Я.А., Отаманський В.В. Методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Модернізація металообробного обладнання» для студентів освітнього рівня «бакалавр». – Житомир: «Житомирська політехніка», 2022. – 25 с.

Методичні рекомендації розроблено у відповідності до робочої вибіркової навчальної програми дисципліни «Модернізація металообробного обладнання» для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». Передбачено освоєння теоретичного матеріалу з наведеної дисципліни закріплювати послідовним проведенням лабораторно-практичних робіт в умовах, наближених до виробничих.

Методичні рекомендації можуть бути використані студентами при курсовому та дипломному проектуванні.

Розробники:

Степчин Ярослав Анатолійович
Отаманський Валентин Владиславович

Рецензенти:

д.т.н., проф. кафедри
механічної інженерії
к.т.н., доц. кафедри
механічної інженерії

Полонський Л.Г.

Мельник О.Л.

Розглянуто і рекомендовано на засіданні кафедри механічної інженерії

Протокол від «_» ____ 20 ____ р. № _

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	Екземпляр № 1	Арк 25 / 3

ЗМІСТ

ВСТУП	4
Практична робота № 1-2. Проведення порівняння і напрямів модернізації обладнання вітчизняних заводів та закордонних фірм в напрямку підвищення продуктивності і якості виготовленої продукції.....	6
Практична робота № 3-4. Перевірка машин, верстатів і механізмів на відповідність вимогам техніки безпеки і охорони навколишнього середовища.....	8
Практична робота № 5-6. Розробка нових пристроїв (механізмів), які розширюють технологічні можливості металорізальних верстатів.....	10
Практична робота № 7-8. Розширення технологічних можливостей і модернізація металорізальних верстатів	12
Практична робота № 9-10. Часткова модернізація металорізального верстата з метою підвищення продуктивності	16
Практична робота № 11-12. Побудова 3D моделі та оформлення складального креслення модернізованого вузла металорізального верстата.....	21
ЛІТЕРАТУРА	23

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	Екземпляр № 1	Арк 25 / 4

ВСТУП

Цикл практичних робіт з курсу «Модернізація металообробного обладнання» спрямований на здобуття студентами навичок і умінь роботи з обладнанням незалежно від його призначення. у такій послідовності:

1. Досконале знання загальних основ техніки безпеки обслуговування машин і механізмів, що можуть бути у безпосередньому підпорядкуванні майбутнього інженера. Вміння застосовувати нормативні та експлуатаційні документи при перевірці техніки на відповідність вимогам безпеки.

2. Перевірка технічних характеристик і точності обладнання, вміння здійснення аналізу у напрямку модернізації.

3. Знання впливу параметрів точності та інших технічних характеристик обладнання на результати їх експлуатації (точність деталей, продуктивність, довговічність тощо).

4. Творчий підхід у розширенні технологічних можливостей обладнання, підвищенні його конкурентоздатності, напрямків модернізації і раціонального використання.

5. Зняття з виробництва та утилізації обладнання. Правила, вимоги, безпечність.

Метою дисципліни «Модернізація металообробного обладнання» є оволодіння методами організації в підрозділах машинобудівного профілю або пов'язаних з використанням машин і механізмів підприємствах високоефективної, довготривалої і безпечної експлуатації обладнання.

Завданнями вивчення дисципліни є:

1. Вивчення особливостей експлуатації машин та устаткування машинобудівного профілю.

2. Здобуття навичок виконання розрахунків елементів машин та устаткування машинобудівного профілю під час експлуатації, ремонту, монтажу та модернізації, їх компонування, підбору характеристик.

Успішне освоєння дисципліни можливе лише при наявності певного обсягу знань з наведених вище предметів. Крім того слід мати уяву про шляхи підвищення продуктивності праці, економічної ефективності виробництва, а також напрямках розробки новітніх високих технологій і обладнання для їх впровадження.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 25 / 5</i>

В першу чергу студенти ознайомлюються з вимогами стандартів іншої нормативної документації до обладнання, експлуатаційної документації, кваліфікації обслуговуючого персоналу, охороні праці і навколишнього середовища незалежно від призначення і типу виробництва.

Перелік знань і практичних навичок після викладання дисципліни:

- поглиблене знання методів і засобів забезпечення техніки безпеки при експлуатації машин і механізмів незалежно від галузі промисловості, де вони експлуатуються, способів перевірки їх набезпечність;
- знання методів і принципів забезпечення раціональної експлуатації техніки на протязі всього терміну використання;
- вміння організувати високоефективну планово-попереджувальну систему ремонту і модернізації машин і механізмів;
- знання складу, основних вимог до експлуатаційної документації, наявність якої необхідна при використанні техніки у виробництві.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	Екземпляр № 1	Арк 25 / 6

Практична робота № 1-2

Проведення порівняння і напрямів модернізації обладнання вітчизняних заводів та закордонних фірм в напрямку підвищення продуктивності і якості виготовленої продукції

Мета роботи: удосконалити знання технологічних можливостей обладнання. Набути певний досвід у виготовленні різноманітної продукції машинобудівних підприємств в умовах реального виробництва. Отримання знання заходів забезпечення якісної обробки типової, для даної групи обладнання, продукції. Ознайомитись з правовими і технічними умовами проведення модернізації обладнання.

Обладнання, що підлягає порівнянню:

Для проведення порівняння технічних характеристик і напрямів модернізації студенту пропонується обирати дві одиниці обладнання з яких одне - вітчизняного виробництва та друге - закордонної фірми.

Наприклад:

1. Вертикально-фрезерний верстати з ЧПУ Львівського заводу мод. ЛТ 260Ф3 (мод. ЛТ-260МФ3) та вертикально-фрезерний верстати з ЧПУ закордонної фірми DMTG мод. VDF-850.

2. Токарно-револьверний патронно-прутковий верстат мод. 1П420ПФ40. та токарний оброблювальний центр QUICK TURN SMART 200.

3. Токарно-револьверний верстат з ЧПУ мод. 1В340Ф3О та токарний верстат з ЧПУ фірми Knuth мод. Compact 580/600/720.

4. Токарний патронно-центровий верстат мод. 16К20Ф3 та токарний верстат з ЧПУ фірми Proton мод. 660/1000 В.

5. Вертикально-свердлильний верстат мод. 2Р135Ф2 та свердлильний верстат з ЧПУ фірми Knuth мод. KSB 50 CNC

Крім наведених вище тем студент може самостійно обрати обладнання для порівняння, але необхідно узгодити його з викладачем.

Порядок виконання роботи

1. Представити порівняльні характеристики вузлів верстатів шпиндельної групи, приводу головного руху і руху подач.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 25 / 7</i>

2. Згідно з інструкції з експлуатації визначити технологічні можливості і технічні характеристики верстатів:

- частота обертання шпинделя, $n_{шп}$, об/хв;
- тип підшипників в опорах;
- компенсація температурних деформацій;
- приводи подач з регульованими двигунами і кульковими або рейковими передачами;
- змащувальні системи;
- марки мастил (по можливості);
- запобіжні механізми.

3. Представити також певні розрахунки стосовно шпиндельної групи, а саме вібраційні характеристики і температурні деформації.

4. Навести технічні характеристики кожного верстата з визначенням впливу характеристики на його продуктивність.

5. Зафіксувати (відмітити) фірму виготовлювача системи управління.

6. В разі наявності в інформаційних матеріалах спеціального оснащення, навести його в додатку до роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	Екземпляр № 1	Арк 25 / 8

Практична робота № 3-4

Перевірка машин, верстатів і механізмів на відповідність вимогам техніки безпеки і охорони навколишнього середовища

Мета роботи: ознайомитись зі складом і вимогами нормативних документів до обладнання у відношенні техніки безпеки при розробці конструктивних елементів техніки та її обслуговуванні в умовах виробництва. Отримати навички у перевірці на безпечність обслуговування і попередження аварійних обставин.

Обладнання, що підлягає перевірці: верстати мод. 1В340Ф30, 1К62, 1341 і 6Р12.

Нормативні і керівні матеріали. Діючі стандарти ДСТУ 2752-94 «Устаткування метало - та деревообробне. Верстати металорізальні. Вимоги безпеки», ДСТУ 2807-94 «Устаткування метало- і деревообробне. Загальні вимоги безпеки і методи випробувань», керівні документи, інструкції з експлуатації тощо.

Підлягають перевірці:

1. Загальні вимоги безпеки.
 - 1.1. Захисні пристрої: конструктивне виконання, кольори фарбування, вагові характеристики таких, що часто демонтуються.
 - 1.2. Запобіжні і блокуючі пристрої. Основні вимоги до гідро - пневмосистем, механічних рухомих елементів, автоматичних і напівавтоматичних механізмів, затискних пристроїв. Шумові і вібраційні обмеження, блокування органів управління, канати і ланцюги тощо.
 - 1.3. Органи управління.

Розташування, позначки, вимоги до фіксації і блокування, зусилля.
 - 1.4. Пристрої для переміщення, установки і закріплення заготовок і інструмента.
 - 1.5. Змащення, охолодження, приводи, транспортування і монтаж.
 - 1.6. Пристрої для відсмоктування пилу, дрібної стружки та інших шкідливих сумішей.
2. Електрообладнання і місцеве освітлення. Захисні засоби. Ввідні вимикачі. Влаштування електрошаф, їх герметичність. Безпечні напруги. Ланцюги управління і сигналізації. Кольори органів (кнопок), кольори

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	Екземпляр № 1	Арк 25 / 9

мереж. Монтаж обладнання ланцюгів управління і захисту. Опір ланцюгів заземлення. Методи випробувань. Опір ізоляції, перевірка на пробій струмом.

3. Додаткові вимоги до різних груп верстатів.
4. Конструктивні особливості основних вузлів і механізмів, що впливають на безпечність роботи.

Порядок виконання роботи

Звіт виконується у вигляді таблиці.

Таблиця 1.

№ з/п	Основні вимоги стандартів, керівних і експлуатаційних документів	Яким чином забезпечене виконання вимоги	Відповідає чи ні вимогам нормативних документів
1	2	3	4

Надати конкретні пропозиції щодо усунення невідповідностей з охорони праці і навколишнього середовища.

Навести розрахунок максимальних обертів штурвала верстата мод.1341 за кінематичною схемою (при найбільших подачах і обертах шпинделя).
Перевірити за допомогою секундоміру.

Перевірити час гальмування обертання шпинделя.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	Екземпляр № 1	Арк 25 / 10

Практична робота № 5-6

Розробка нових пристроїв (механізмів), які розширюють технологічні можливості металорізальних верстатів

Мета роботи: удосконалити знання додаткових допоміжних пристроїв, які розширюють функціональні можливості технологічного обладнання. Навчитися оформлювати технічне завдання на проектування спеціального верстатного пристрою, та проводити його розрахунок.

Теоретичні відомості

Технологічне оснащення в широкому розумінні - це додаткові допоміжні пристрої, які значною мірою розширюють функціональні можливості технологічного обладнання. Технологічне оснащення в машинобудуванні - це верстатні, складальні, контрольні пристрої та допоміжний робочий інструмент, що забезпечують взаємну орієнтацію, контроль положення та закріплення елементів технологічної системи при різних видах обробки. Найскладнішою та найтрудомісткою частиною технологічного оснащення в механоскладальному виробництві є верстатні пристрої, які застосовують для встановлення та закріплення заготовок метою обробки на металорізальних верстатах.

За цільовим призначенням пристрої поділяють на групи.

1) верстатні пристрої для встановлення та закріплення оброблюваних заготовок (токарні, свердлильні, фрезерні, для гнуття, рихтування та ін.).

2) Верстатні пристрої для встановлення та закріплення робочого інструменту (патрони для свердел, мітчиків, розверток; багатошпindelні свердлильні та фрезерні головки; інструментальні державки для токарно-револьверних верстатів та ін.).

За ступенем спеціалізації пристрої розподіляють на універсальні, переналагоджувальні та спеціальні:

1) універсальні пристрої застосовують в одиничному та малосерійному виробництві. Вони бувають стандартними, які виготовляють у централізованому порядку (лещата, патрони, ділильні головки, поворотні столи, планшайби та ін.), і спеціальними.

2) переналагоджувані пристрої застосовують у мало- та середньосерійному виробництвах. До них належать:

- універсально-збірні (УЗП) та збірно-розбірні (ЗРП), які складаються з набору нормалізованих деталей і вузлів, що дають змогу багаторазово перекомпоновувати складувані конструкції;

- універсальні пристрої зі спеціальними налагодженнями (УНП);

- групові переналагоджувані для обробки певної групи деталей.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	Екземпляр № 1	Арк 25 / 11

3) спеціальні пристрої, призначені для виконання певних технологічних операцій, і є не переналаджуваними пристроями одноцільового призначення. їх використовують у масовому виробництві.

За ступенем механізації та автоматизації пристрої поділяють на ручні, механізовані, напівавтоматичні та автоматичні.

Порядок виконання роботи

1. Навести технічні характеристики та опис 2-3 універсальних пристосувань для певної групи металообробного обладнання.

2. Оформити технічне завдання на проектування спеціального верстатного пристрою та провести його розрахунок у такій послідовності:

- Розробка раціональної схеми базування заготовки на заданій операції.

- Розрахунок похибок базування розмірів, що виконуються на заданій операції.

- Розробка схеми затискання та схеми взаємодії сил та моментів різання що діють на заготовку в процесі обробки, та визначення необхідної величини сили затиску заготовки.

- Вибір конструкції та проектування кінематичної схеми затискного механізму пристрою.

- Визначення фактичної сили затискання заготовки в пристрої.

- Розрахунок фактичних похибок затискання та встановлення заготовки в пристрої.

- Конструювання спеціального пристрою та виконання складального креслення, опис принципу роботи розробленого пристрою.

- Розробка специфікації конструкції пристрою, розробка технічних вимог на складання пристрою та виготовлення його основних деталей.

- Виконання розрахунків на міцність (жорсткість) найбільш навантажених деталей пристрою.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	Екземпляр № 1	Арк 25 / 12

Практична робота № 7-8

Розширення технологічних можливостей і модернізація металорізальних верстатів

Мета роботи: удосконалити знання технологічних можливостей верстатів. Набути певний досвід в обробці різноманітних деталей з застосуванням додаткових пристроїв, схем обробки, спеціальних інструментів тощо в умовах реального виробництва. Отримати знання заходів забезпечення якісної обробки нетипових для даної групи верстатів поверхонь деталей. Ознайомитись з правовими і технічними умовами проведення модернізації обладнання.

Порядок виконання роботи

1. Згідно з інструкцією з експлуатації визначити технологічні можливості і технічні характеристики верстата.
2. Розробити принципові схеми нових пристроїв (механізмів), які розширюють технологічні можливості верстата (3...4 нових процесів).
3. Вирішити одну з проблем обробки на верстатах:
 - обробка нежорстких деталей;
 - обробка тонкостінних деталей;
 - обробка РК-профілю;
 - обробка квадратного і шестигранного профілів;
 - обробка внутрішніх і зовнішніх пазів;
 - комплексні і комбіновані методи обробки;
 - обробка внутрішніх і зовнішніх сферичних поверхонь;
 - обробка багатозахідної різі;
 - обробка переривчастих плоских поверхонь;
 - інші види обробки.

Оформлення роботи

1. Навести технічні характеристики та технологічні можливості верстата (базовий варіант).
2. Виконати опис 3...4 процесів, що розширюють технологічні можливості верстата. Надати схематичні та ескізні рішення в зручній для пояснення формі.
3. Вибрати проблему для модернізації, виконати опис і навести схеми та ескізи пристосувань, застосований інструмент (спеціальний), необхідні розрахунки. Забезпечити безпечні умови праці.
4. Довести техніко-економічну доцільність запропонованих заходів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /ВК 2.7.2-2022
	Екземпляр № 1	Арк 25 / 13

Приклад виконання

1. Тема.
2. Мета.
3. Пункти 1 і 2 наведені вище.

Технічні характеристики і технологічні можливості наводяться з інструкції з експлуатації, технічних умов або інших інформаційних документів. Наприклад, токарно-револьверного верстата мод. 1Г340П (1341, 1К341).

4. Пропозиції з розширення технологічних можливостей верстата мод. 1Г340П (1341, 1К341).

4.1. Максимальний діаметр оброблюваного пруткового матеріалу дорівнює 40 мм.

Пропонується збільшити максимальний діаметр оброблюваного прутка до 50мм за рахунок видалення труби і цанги подачі, яка розташована в отворі шпинделя. Механізм подачі виконати зовнішнім у вигляді цангового патрона, який встановлений в отворі револьверної головки.

4.2. З метою підвищення продуктивності праці, усунення утворення залишків на торці деталі після відрізки, а також забезпечення автоматичного подрібнення стружки при відрізці і підрізці торців, пропонується операції порізки заготовок з прутків виконувати пакетом, як показано на схемах.

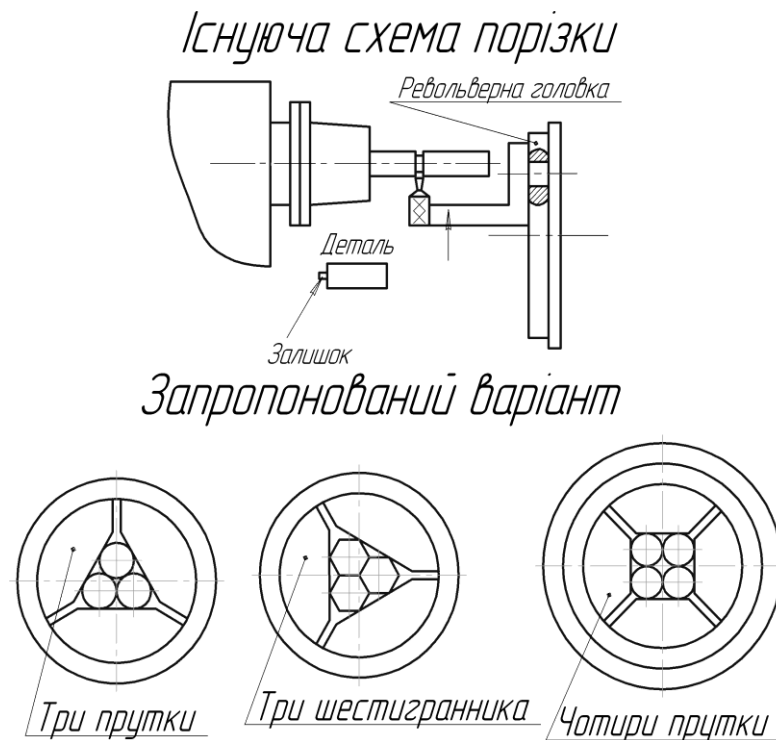


Рис. 1.

Проточка змащувальних канавок за допомогою різенарізного пристрою (зовнішніх і внутрішніх). Замість різьового копіра встановлюється копір і

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	Екземпляр № 1	Арк 25 / 14

губка з відповідним профілем, який забезпечує рух різця в різцетримачі різьбового пристрою з кроком, що дорівнює кроку змащувальної канавки.

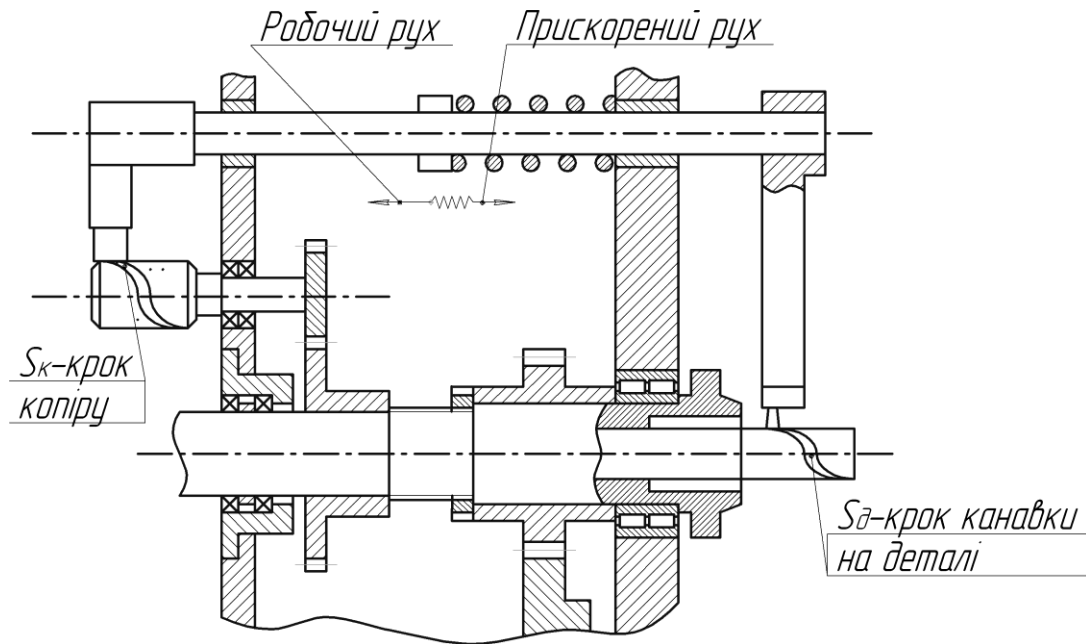


Рис. 2.

5. Модернізація верстата 1Г340П (1341, 1К341) пропонується в таких напрямках:

5.1. З метою удосконалення технічних характеристик, а саме діапазону частот обертання шпинделя і подач супорта, пропонується замість коробок швидкостей і подач застосовувати регульовані двигуни постійного струму. Двигуни головного руху потужністю 15кВт, і двигуни подач 23Нм, аналогічно тим, що застосовуються на верстаті мод. 1В340Ф30.

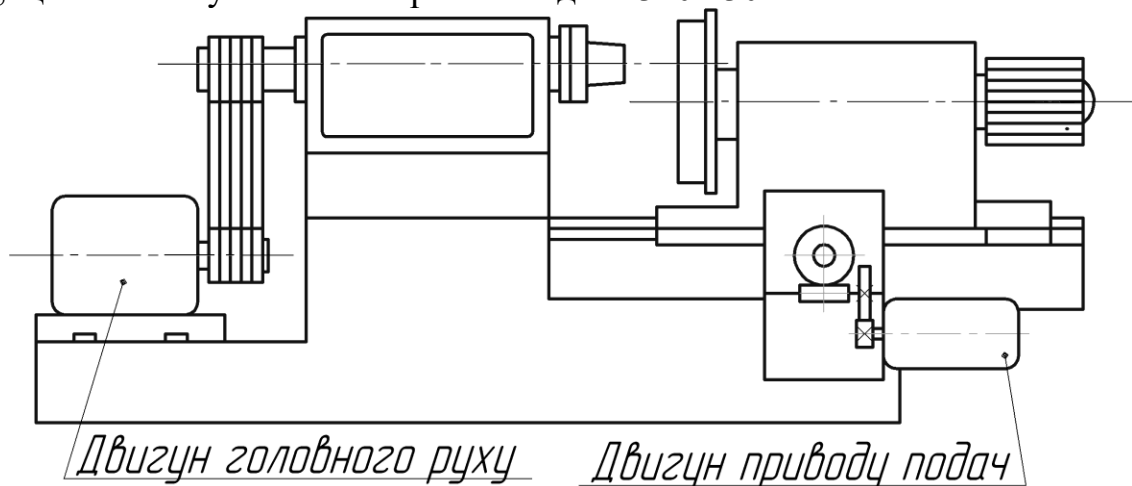


Рис. 3.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /ВК 2.7.2-2022
	Екземпляр № 1	Арк 25 / 15

5.2. Одним з недоліків токарно-револьверних верстатів з горизонтальною віссю револьверної головки є механізм її фіксації. Він виконаний у вигляді „пальцевого” фіксатора і „гнізд”.

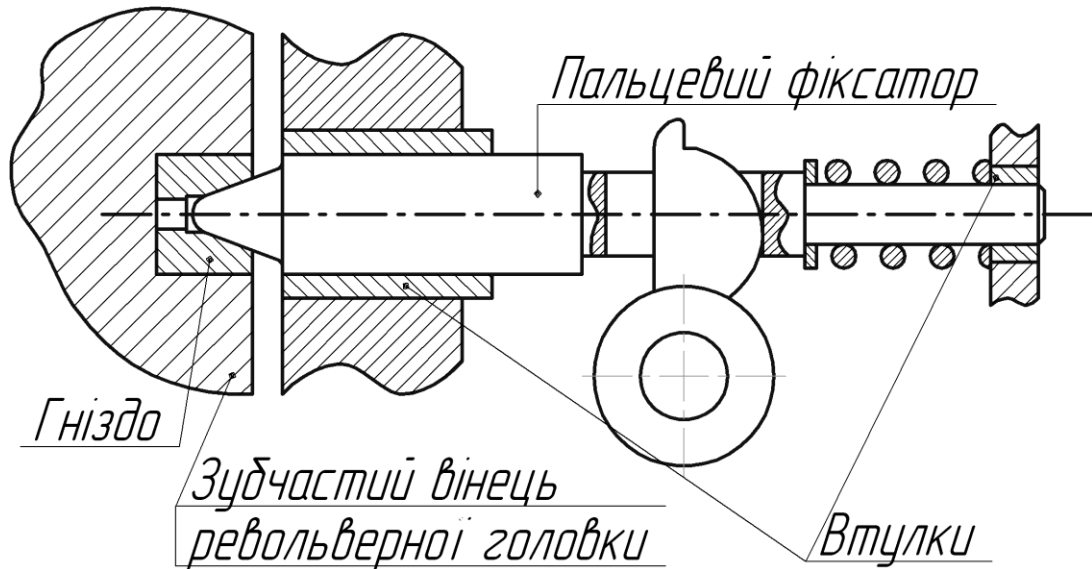


Рис. 4.

Через наявність зазорів між фіксатором і втулками існує люфт револьверної головки. Низькою є також жорсткість всього механізму.

Пропонується виконати механізм фіксації з клиновим елементом усунення зазору в передній втулці.

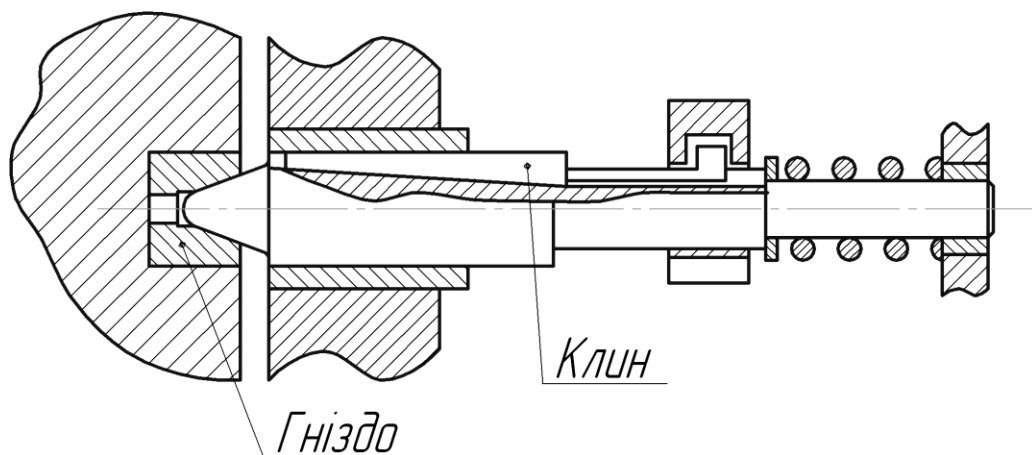


Рис. 5.

6. Техніко-економічні розрахунки одного із запропонованих рішень з модернізації і однієї з пропозицій з розширення технологічних можливостей верстата виконати згідно з діючими методичними рекомендаціями.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	Екземпляр № 1	Арк 25 / 16

Практична робота № 9-10

Часткова модернізація металорізального верстата з метою підвищення продуктивності

Завдання: виконати силовий та геометричний розрахунок модернізації приводу головного руху металорізального верстата з умови підвищення продуктивності верстата (збільшення швидкості різання) ззабезпеченням:

- збереження стандартного ряду частот обертання шпинделя;
- міжосьової відстані вхідного валу коробки швидкостей і двигуна приводу;
- сили різання в зоні обробки не менше значень, витриманих до модернізації;
- перевірки та вибору (при необхідності) підшипників шпиндельного вузла;
- перевірки на міцність найбільш навантаженого колеса коробки швидкостей та, при необхідності, зміни його розмірів (без зміни міжосьової відстані валів коробки) матеріалу та (або) термообробки;

Варіанти завдання до проектування приводу верстата

Таблиця 1.1

Вариант	Базовий верстат	Параметри верстата					
		до модернізації			після модернізації		
		шпинделя			шпинделя		
1.	16K20	1600	12,5		11	2000	
2.	16K20	1600	12,5	11	2500	20	
3.	1K62	2000	12,5	10	2500	16	
4.	1K62	2000	12,5	10	3150	20	
5.	6P12	2000	40	7,5	2000	50	
6.	6P12	2000	40	7,5	2500	63	
7.	6M12	1600	31,5	7,5	2000	40	
8.	6M12	1600	31,5	7,5	2500	50	
9.	2H125	2000	45	2,2	2800	63	
10.	2H135	1400	31,5	4	2000	45	

Модернізація (від англ. Modern - сучасний, передовий, оновлений) - це: оновлення об'єкта, приведення його у відповідність з новими вимогами і нормами, технічними умовами, показниками якості. Модернізуються в основному машини, обладнання, технологічні процеси (наприклад, модернізація комп'ютера).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 25 / 17</i>

Модернізація діючого обладнання - це внесення в конструкцію машини змін і удосконалень, що підвищують її технічний рівень і експлуатаційні параметри - продуктивність, довговічність і точність, безпеку роботи, легкість обслуговування. Модернізацію виконують також для усунення морального зносу устаткування. У цьому випадку відпадає необхідність заміни морально застарілого обладнання, що продовжує термін його служби.

Шляхом конструктивних змін окремих деталей і механізмів або додавання деяких механізмів, що не вимагають великих витрат, застарілому обладнанню можуть бути забезпечені техніко-експлуатаційні якості, що дозволяють використовувати його з не меншим виробничим ефектом, ніж нове, сучасне.

Тому удосконалення обладнання, зване модернізацією, в кінцевому рахунку переслідує ту ж мету, що і ремонт, - збільшити термін ефективного використання, діючого обладнання. За допомогою ремонту усуваються наслідки фізичного зносу обладнання, модернізація ж компенсує його моральний знос.

Одним з основних напрямків модернізації збільшення продуктивності машини за рахунок підвищення потужності приводів і частоти обертання, числа ходів і величини подач робочих органів.

Заходи, що покращують експлуатаційні якості обладнання, тобто підвищують його надійність, довговічність і ремонтпридатність, часто називають ремонтної модернізацією, а заходи, що відносяться до інших напрямків модернізації, - технологічною модернізацією.

Модернізація устаткування за обсягом необхідних удосконалень може бути комплексною (повною) чи частковою (малою).

Найбільш ефективна комплексна модернізація, в результаті якої всі техніко-економічні та експлуатаційні показники модернізованої машини наближаються до сучасного рівня. Однак, коли для вирішення конкретних виробничих завдань потрібно поліпшення лише окремих параметрів машини, часто обмежуються часткової її модернізацією.

За технічним спрямуванням удосконалень модернізація обладнання може базуватись на механізації або автоматизації.

По області вирішення інженерних задач модернізація обладнання може бути згрупована по групам обладнання.

До робіт з модернізації відносять також конструктивні переробки обладнання, що мають на меті використовувати машину для виконання роботи, до якої вона не була призначена, або робіт, не властивих взагалі даного виду обладнання. Такого роду конструктивні зміни обладнання можуть бути об'єднані в наступні три групи, що представляють додаткові напрями модернізації:

- 1) розширення технологічних можливостей;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	Екземпляр № 1	Арк 25 / 18

- 2) спеціалізація;
- 3) зміна технологічного призначення.

Ці конструктивні зміни також дозволяють продовжити термін ефективного використання обладнання, а в деяких випадках, наприклад при спеціалізації, навіть значно збільшити його продуктивність.

Послідовність виконання роботи

На основі завдання до практичної роботи виконується часткова (мала) модернізація універсального верстата з метою підвищення його продуктивності за рахунок збільшення максимальної частоти обертання приводу головного руху. Тобто вносяться мінімальні конструктивні зміни з забезпеченням існуючого діапазону регулювання частоти обертання шпинделя, приєднувальних та габаритних розмірів модернізованого приводу, сили різання на шпинделі не менше (і не більше) ніж у базового верстата.

Приклад виконання роботи наведено для вертикально свердлувального верстата 2Н150 (основні умови – табл. 1.2).

Табл. 1.2.

Базовий верстат	Параметри верстата					
	до модернізації			після модернізації		
	шпинделя			шпинделя		
2Н150	1000	22,4	7,5	1400	31,5	

Основні критерії модернізації – виконання умов завдання з мінімізацією витрат (змін у конструкції) верстата.

1. Збереження стандартного ряду частот обертання шпинделя досягається незмінністю конструкції коробки швидкостей (загальної кінематики приводу). Для верстата 2Н150 знаменник ряду $\phi = 1,41$. Забезпечення збільшення максимальної частоти обертання шпинделя може бути досягнуто:

- зміною однієї групи передач коробки швидкостей (недоцільно, в зв'язку з великим об'ємом робіт);
- зміною передатного відношення вхідної пасової передачі (за умови $i_{пас} \leq 1$) або однієї зубчастої передачі;
- зміною частоти обертання двигуна приводу (вибору нового двигуна) та, при необхідності, передатного відношення вхідної пасової передачі (за умови $i_{пас} \leq 1$).

Згідно кінематичної схеми (рис. 1.1) верстат 2Н150 не має пасової передачі, $n_{дв} = 1460 \text{ хв}^{-1}$, знижуюче передатне відношення i_1 1 передачі коробки швидкостей становить приблизно $1/1,41$ ($24/35$). Для забезпечення для шпинделя $= 1400 \text{ хв}^{-1}$ (замість 1000 хв^{-1}) необхідно встановити $i_1 =$

1. Тоді для $z_{\Sigma} = 59$ приймаємо передатне відношення першої передачі

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	Екземпляр № 1	Арк 25 / 19

коробки швидкостей $i_1 = 29/30$. З врахуванням того, що $n_{дв} = 1460 \text{ хв}^{-1}$, частота обертання 2-го валу коробки становитиме $n = 1460 \cdot 29/30 = 1411 \text{ хв}^{-1}$.

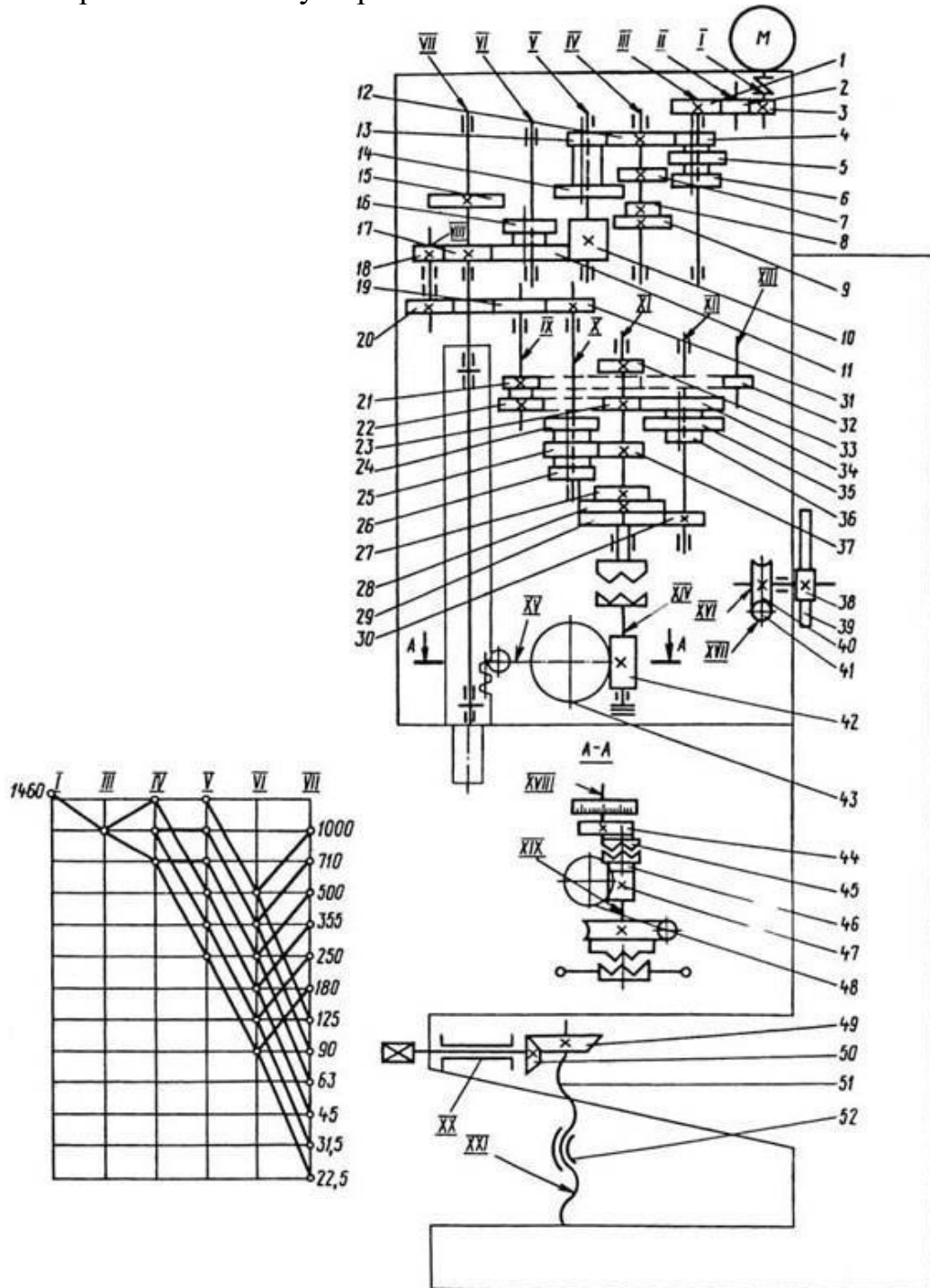


Рис. 1.1. Кінематична схема верстата 2Н150

2. При збереженні модуля коліс першої передачі і $z_{\Sigma} = 59$ буде збережено міжосьову відстань валів (вхідного валу коробки швидкостей і двигуна приводу) і їх основні приєднувальні розміри.

3. Забезпечення сили різання в зоні обробки не менше значень, витриманих до модернізації досягається при зростанні максимальної частоти

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	Екземпляр № 1	Арк 25 / 20

обертання шпинделя збільшенням потужності двигуна приводу головного руху .

Потужність при незмінній силі різання для верстата вибраної конструкції наближено пропорційна швидкості різання, тому приймаємо потужність двигуна .

За [1, стор.] вибираємо двигун .

4. Перевіряємо підшипники шпиндельного вузла (рис. 1.2) на швидкохідність.

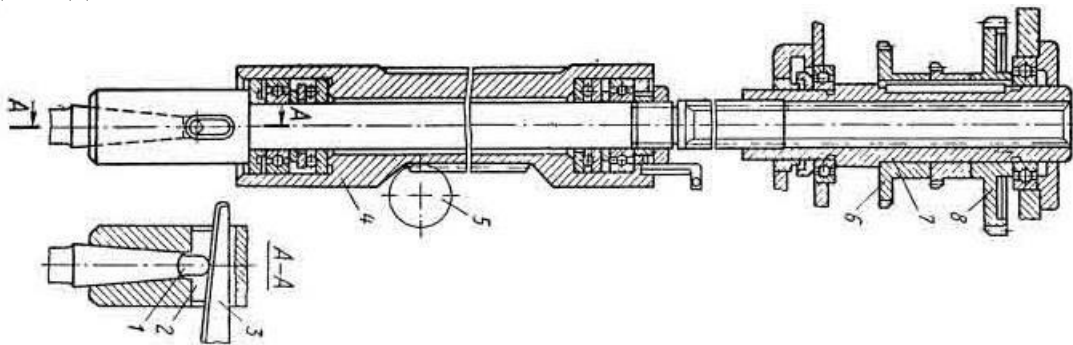


Рис. 1.2. Шпиндель вертикально-свердлувального верстата 2Н150.

Швидкохідність радіальних та упорних кулькових підшипників з зовнішнім діаметром до 50 мм становить 3000 хв^{-1} (за [2, стор.])

5. Виконуємо перевірку на міцність найбільш навантаженого колеса коробки швидкостей верстата $z = 15$, $m = 2,5 \text{ мм}$ з найменшою частотою обертання 90 хв^{-1} (для базового верстата) та 125 хв^{-1} – верстата після модернізації.

Мінімальний діаметр шестерні циліндричного прямозубої зубчастій передачі при фіксованій конструкції, матеріалі та термообробці пропорційний крутному моменту [3, стор.30-32]: $\sqrt{\quad}$.

Найбільший момент на шестерні при однаковій потужності виникає при найменшій частоті обертання, момент пропорційний потужності при однаковій частоті на валу і розмірах передачі.

Потужність приводу зросла в $11/7,5 = 1,47$ раза, мінімальна частота обертання шестерні зросла у 1,4 раза. Таким чином крутний момент на шестерні зріс у $1,47/1,4 = 1,05$ разів, що відповідає збільшенню діаметра шестерні у $\sqrt{\quad}$. Враховуючи звичайний запас міцності для міцнісних розрахунків (30-50%) зубчастих передач збільшувати розміри або модуль шестерні немає необхідності.

Таким чином, в результаті модернізації було збільшено максимальну частоту обертання шпинделя у 1,4 рази, замінено двигун та два колеса першої передачі коробки швидкостей зі збереженням міжосьової відстані, ширини коліс і установочних елементів на валах.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	Екземпляр № 1	Арк 25 / 21

Прогнозоване зростання продуктивності верстата становитиме 20% за рахунок використання більш високих швидкостей різання.

Практична робота № 11-12 Побудова 3D моделі та оформлення складального креслення модернізованого вузла металорізального верстата

Мета роботи: отримати навички у оформленні документації на проведення модернізації обладнання, складальних креслень вузлів, та креслень окремих деталей.

Порядок виконання роботи

За розрахованими параметрами модернізованого вузла з попередньої практичної роботи, побудувати, у програмі SolidWorks, 3D збірку вузла та оформити креслення деталей, які повинні бути замінені.

Приклади виконання креслень

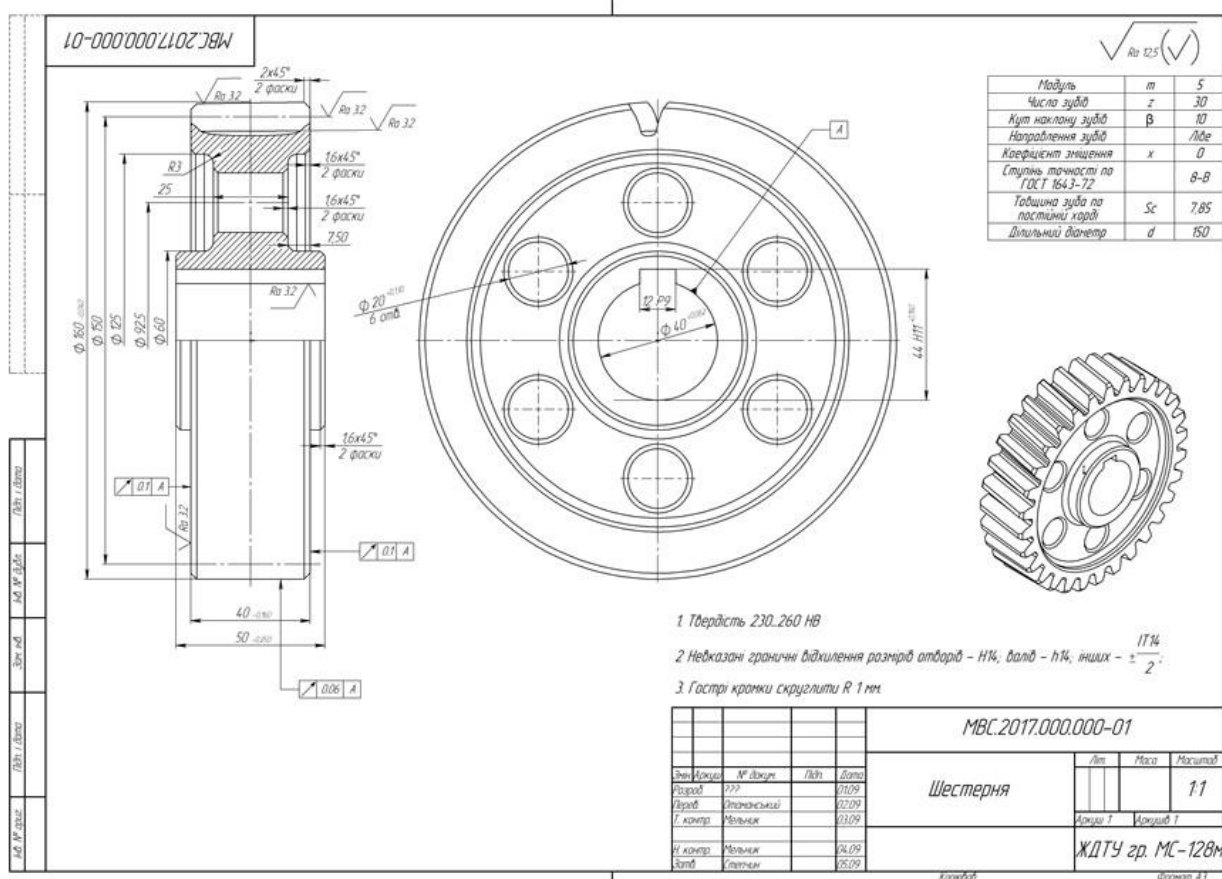


Рис. 1. Креслення шестерні

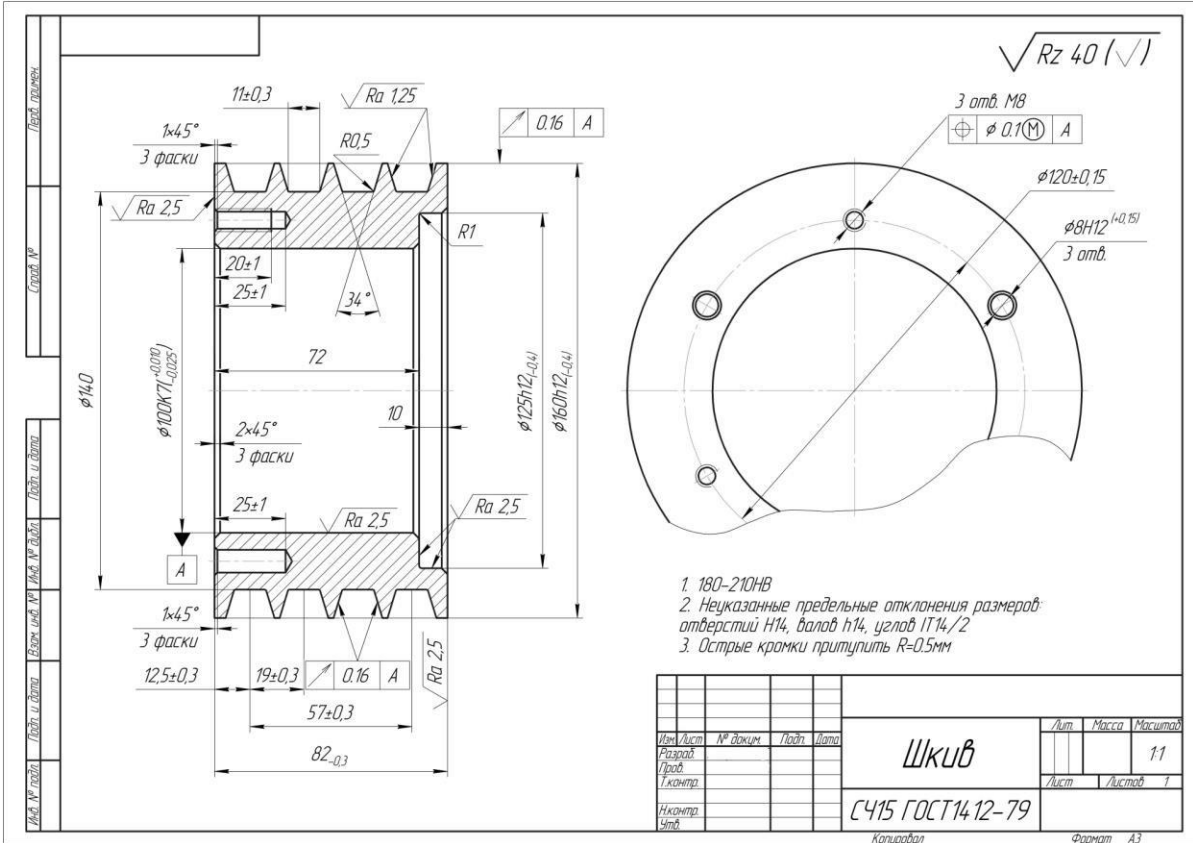


Рис. 2. Креслення шківу

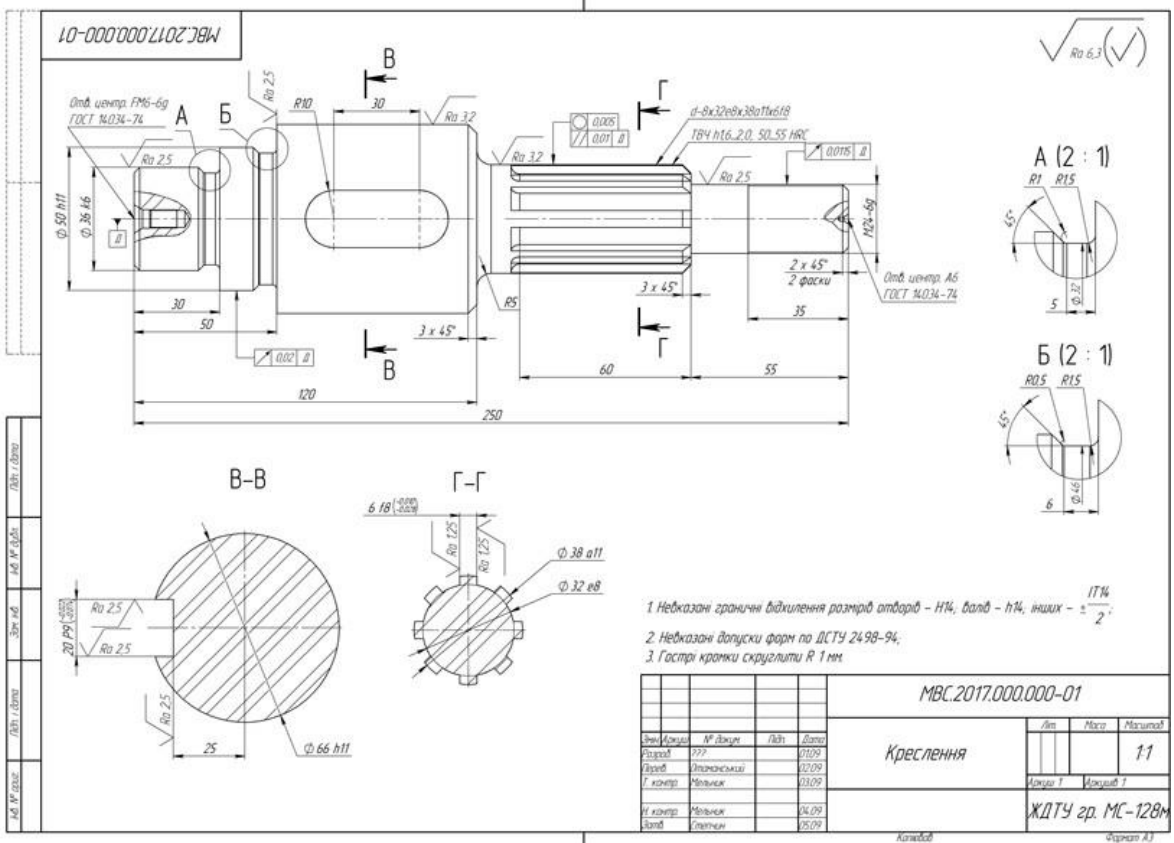


Рис. 3. Креслення шліцьового вала

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	Екземпляр № 1	Арк 25 / 23

Література

1. Гнучкі комп'ютеризовані системи: проектування, моделювання і управління : Підручник для студентів ВНЗ / Л.С. Ямпольський, П.П.Мельничук, Б.Б. Самотокін, М.М. Поліщук, М.М. Ткач. Житомир. держ. технол. ун-т.– Житомир : ЖДТУ, 2005.– 680 с.
2. Кузнецов Ю. М. Верстати-автомати та автоматичні лінії: навч. посібник, Ч.1. К. – Тернопіль : ЗМОК, Гнозис, 2001. – 198с.
3. Кузнецов Ю. М. Верстати з ЧПУ та верстати комплекси: навч. посібник, Ч.2. К. – Тернопіль : ЗМОК; Гнозис, 2001. – 298 с.
4. Крижанівський В.А.,Кузнецов Ю.М.,Кириченко А.М.,Гречка А.І., Смірнов В.В. Агрегатно-модульне технологічне обладнання: підручник, Ч.1 : Принципи побудови агрегатно-модульного технологічного обладнання. Кіровоград, 2003. – 422с
5. Крижанівський В.А., Кузнецов Ю.М., Кириченко А.М., Гречка А.І., Смірнов В.В. Агрегатно-модульне технологічне обладнання: підручник, Ч.2: Проектування та дослідження вузлів агрегатно-модульного технологічного обладнання. Кіровоград, 2003. – 286с.
6. Степчин Я.А. Обладнання та транспорт механообробних цехів: Навч. посібник. Ж. : ЖДТУ, 2010. – 274с.
7. Кузнецов Ю.М., Саленко О.Ф., Харченко О.О., Щетинін В.Т. Технологічне обладнання з ЧПК: механізми і оснащення: Навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів / Ю.М. Кузнецов, О.Ф. Саленко, О.О. Харченко, В.Т. Щетинін. – Київ-Кременчук-Севастополь: Вид-во «Точка», 2014. – 5000 с.: іл.
8. Кобзар Є.П., Мельничук Л.С., Громовий О.А. Розрахунки та проектування вузлів та деталей верстатів і систем: Навчальний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 2000. – 361 с.
9. Курмаз Л.В. Основи конструювання деталей машин: навч. Посібник /Л.В. Курмаз. – Харків: Видавництво «Підручник НТУ «ХПІ», 2010. – 532 с.
- 10.Василюк Г.Д., Лещенко М.І., Мельничук П.П. Рациональна експлуатація технологічного обладнання. – Житомир: ЖІТІ, 1999. – 332 с.
- 11.Система стандартів безпечності праці. Верстати металооброблюючі. Загальні вимоги безпечності (ГОСТ 12.2.009 – 80). – М.: Издательство стандартов, 1982 – 64 с.
- 12.ДСТУ 2752-94 Устаткування метало - та деревообробне. Верстати металорізальні. Вимоги безпеки.
- 13.ДСТУ 2807-94 Устаткування метало- і деревообробне. Загальні вимоги безпеки і методи випробувань.
- 14.Цибенко О. С. Системи автоматизованого проектування та інженерного аналізу в машинобудуванні : навч. посіб. / О. С. Цибенко, М. Г. Крищук ;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 25 / 24</i>

Міністерство освіти і науки України, НТУУ "КПІ". – Київ : НТУУ "КПІ",
2008 р., – 99 с.

15.Huei-Huang Lee. Machanics of Meterials Labs with SolidWorks Simulation
2014 / 2014. – 278 с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/133.00.1/Б /БК 2.7.2-2022
	Екземпляр № 1	Арк 25 / 25

Степчин Ярослав Анатолійович
Отаманський Валентин Владиславович

«Модернізація металообробного обладнання»

Методичні рекомендації до виконання практичних робіт

Автор	<i>Я.А. Степчин</i> <i>В.В. Отаманський</i>
Редактор	<i>Я.А. Степчин</i>
Технічне редагування	<i>Я.А. Степчин</i>
Комп'ютерний набір та верстка	<i>В.В. Отаманський</i>
Макетування	<i>В.В. Отаманський</i>

Підписано до друку формат 1/16
Папір офсетний. Гарнітура Таймс. Умовн. друк. арк.
Наклад 50 прим. Зам.

Редакційно-видавничий відділ державного університету
«Житомирська політехніка»
Адреса: «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир,
10005