

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ *Віталій ІВАНОВ*

« _____ » червня 2021 р.

**ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ
ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТУ**

Кваліфікаційна робота (проект) бакалавра

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітня програма – «Технології машинобудування»

Студент

Олексій

ШОЛОМИЦЬКИЙ

Керівник

Борис СТУПІН

Нормоконтроль

Юлія ДЕНИСЕНКО

Реферат

Кваліфікаційна робота бакалавра: 36 с., 19 рис., 1 табл., 11 джерел.

У даній роботі приведено аналіз тенденцій розвитку сучасного верстатобудування та описані технологічні можливості модульних верстатів.

У роботі сформульовано службове призначення модульного верстату, спроектовано його просторову модель та моделі елементів технологічного оснащення, експериментальним шляхом визначено технічні характеристики та технологічні можливості верстата.

На основі аналізу розроблено технологію складання модульного верстату, спроектовані технологічні схеми складання, проаналізовано складання деталей верстата та сформовано набір конструкторської документації.

Метою роботи є проектування просторової моделі вертикально-фрезерного модуля, розроблення технології складання та анімації процесу складання верстата із формуванням конструкторсько-технологічної документації.

Об'єкт дослідження – проектування вертикально-фрезерного модуля.

Предмет дослідження – процес складання вертикально-фрезерного модуля.

ВЕРСТАТОБУДУВАННЯ, МОДУЛЬНИЙ ВЕРСТАТ, СКЛАДАННЯ,
БАГАТООРИЕНТОВАНЕ ОБРОБЛЕННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ

Зміст

Вступ	4
1 Аналіз сучасних модульних верстатів	5
1.1 Тенденції розвитку модульного металообробного обладнання.....	5
1.2 Призначення модульних верстатів.....	9
1.3 Технологічні можливості модульного обладнання	10
2 Конструкторська частина	12
2.1 Службове призначення комплекта.....	12
2.2 Токарне компонування	13
2.2 Свердлильне компонування.....	14
2.3 Вертикально-фрезерне компонування	15
2.3.1 Основні частини вертикально-фрезерного модуля та технічні характеристики	16
3 Технологічна частина	23
3.1 Технологія складання крипіжного вузла	23
3.2 Технологічний процес складання свердлильного вузла	24
3.3 Технологічний процес складання шпindelного вузла	27
3.4 Технологічний процес вертикально-фрезерного верстату	28
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	30
4.1 Навчання працівників безпечних способів праці. Зміст та види інструктажів, хто і коли їх проводять.	30
Висновки	35
Список джерел посилань	36

					<i>ТМ 19510142-00.ПЗ</i>			
Змін.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	<i>Проектування технологічного процесу складання вертикально- фрезерного модуля</i>	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		<i>Шоломицький</i>						
Перевір.		<i>Ступін</i>						
Н. контр.		<i>Денисенко</i>						
Затверд.		<i>Іванов</i>					<i>СумДУ</i>	

Вступ

В даний час світове верстатобудування конструктивно має безліч компоновок. Аналізуючи компонування металорізальних верстатів, проф. Ю. Д. Врагов стверджував, що «Верстати з різними конструкціями можуть мати однакові компонування, і, навпаки, верстати з однаковими конструкціями основних вузлів можуть мати різні компонування». Далі: «... необхідно, щоб на стадії побудови компоновок були б виділені і проаналізовані чисто компоувальні чинники якості». Для цього компоувальні чинники верстатів повинні бути відокремлені від факторів, пов'язаних з подальшою розробкою конструкції вузлів. В наслідок це положення було розвинене проф. О.І. Авер'янова в його теорії «Модульний принцип побудови верстатів з ЧПУ» [3].

Компоування - це система розташування модулів і напрямних верстата, що відрізняється структурою, пропорціями і властивостями.

Модуль - це конструктивно і функціонально закінчена одиниця, що являє складовою частиною загальної системи проектованого верстата.

У машинобудуванні ще розрізняють модулі технологічні та конструкційні:

Технологічний модуль - це «технологічна структурна одиниця компоування» або найменший склад блоків компоування верстата, необхідних для виконання операції формоутворення

Конструкторський модуль є одиницею уніфікації верстата. Під конструктивним модулем розуміється функціонально і конструктивно незалежну одиницю, яку можна використовувати індивідуально і в різних комбінаціях з іншими модулями [3].

Розглянемо загальні характеристики модульних верстатів.

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

1 Аналіз сучасних модульних верстатів

1.1 Тенденції розвитку модульного металообробного обладнання

У даний час існує потреба в обробленні партій деталі широкої номенклатури, до яких висуваються жорсткі вимоги щодо забезпечення точності та якості оброблюваних поверхонь. Для цього сучасне машинобудування може запропонувати не менш широкий спектр інженерних рішень.

Ефективність конструкторських рішень залежить від собівартості, якості виробу та дизайну. [1].

Технології в машинобудуванні розвиваються дуже стрімко, що ставить перед інженерами-конструкторами та інженерами-технологами вирішення виробничих викликів, зокрема динамічний стан конструкцій, силові навантаження, температурні режими тощо.

Традиційно беруть до уваги, що ефективність виготовлення деталей у машинобудуванні залежить від впливів структурних елементів замкненої технологічної системи «верстат – пристрій – інструмент – деталь».

В звичайному випадку, загальний підхід при проектуванні оброблювального обладнання показує достатню ефективність, але бувають випадки, коли с економічної точки зору набагато доцільніше застосовувати модульне обладнання.

Це пов'язано з великою номенклатурою виробів або кількістю різних операцій, які необхідно виконати.

У даній роботі, як один із актуальних варіантів реалізації процесу оброблення було вибрано модульні верстати з вище названих причин.

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

На теперішній період часу можна підкреслити два основні підходи побудови модульного обладнання, побудови обладнання з ЧПК:

1) Існує основний компонент збірки, «базис», «основа», яка виступає скелетом всієї комплектації верстату. Верстатобудівна фірма слідує політиці створення однієї бази та великої номенклатури різних модулів, вибір яких вже залежить від побажань замовника. Такі верстати прийнято називати «агрегатні».

2) Верстат складається з різних частин, серед яких неможливо виділити основну. В цьому підході основним моментом є те, що велика номенклатура готових вузлів без великих складнощів може компонуватися в верстат, а його компонування залежить від наявних потреб замовника.

Перший спосіб модульного принципу по будови верстатів з ЧПУ може реалізуватися в двох варіантах.

Перший підхід передбачає те, що фірма, яка займається будуванням верстатів, розробляє базову модель та комплектацію для нього, додаючи обмежену комплектацію основних модулів.

Як приклад можна привести декілька різних варіантів приводів головного руху, різні варіації револьверних головок та магазинів, які мають різну ємність.

Наступним етапом є зміна комплектації, яка включає в себе установку, зняття або заміну різних модулів, що залежить лише від потреб користувача.

Як приклад можна привести базову модель токарного багатопільового верстату з ЧПУ, фірми Schaublin (Швейцарія) та ряд модулів для створення різновидів цього верстату.

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

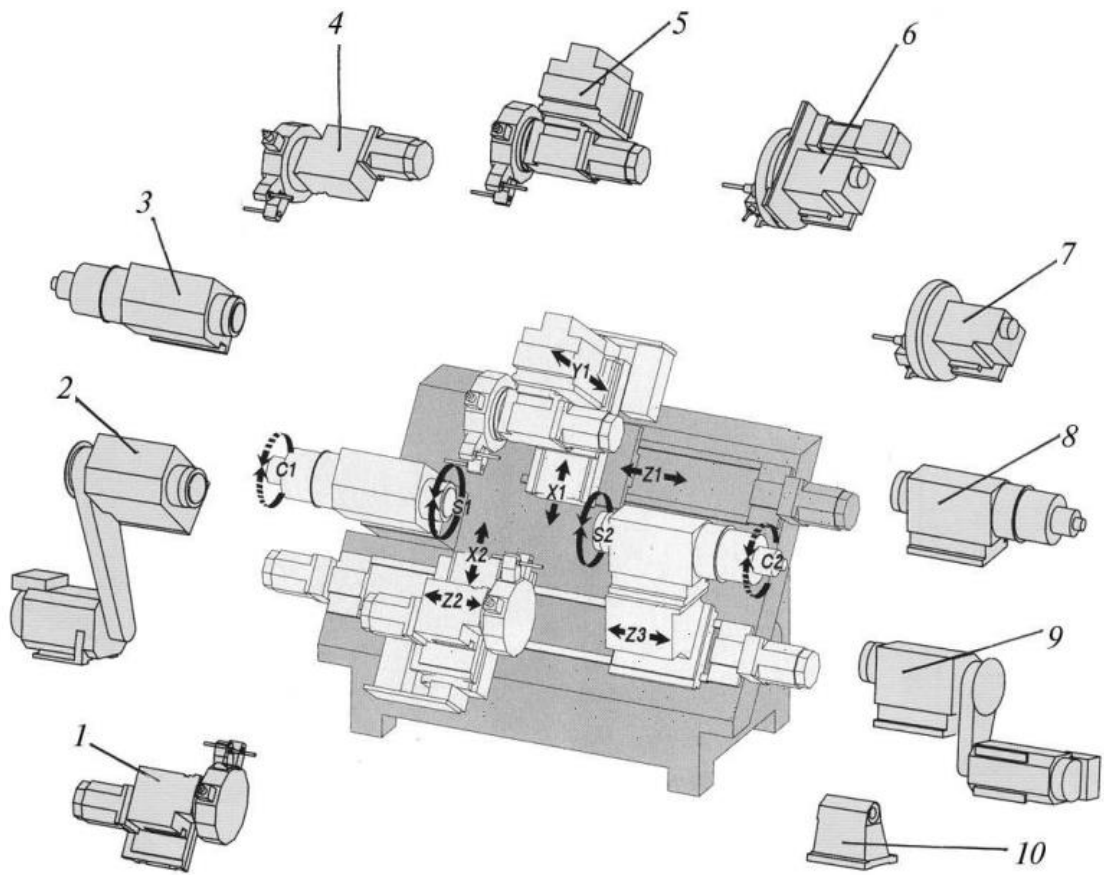


Рисунок 1.1 – Базова комплектація і набір можливих модулів для токарного багатоцільового верстата з ЧПК фірми Schaublin (Швейцарія)[2]

Другий спосіб модульного проектування верстатів з ЧПК (зокрема середніх і важких) полягає в тому, що фірмою розробляється обмежений ряд модулів для всіх вузлів або механізмів запропонованого виду верстатів з ЧПК, до яких також входять і базові вузли. За бажанням замовника може мати місце відповідне модифікування верстату з застосуванням модулів, які є у наявності.

Як приклад цього можна привести рисунок 1.2, на якому зображено цілий набір модулів фірми Graffenstaden (Франція) задля різних можливих комбонувань чотирьох модифікацій багатоцільових верстатів з ЧПК з горизонтальною компоновкою шпинделя.

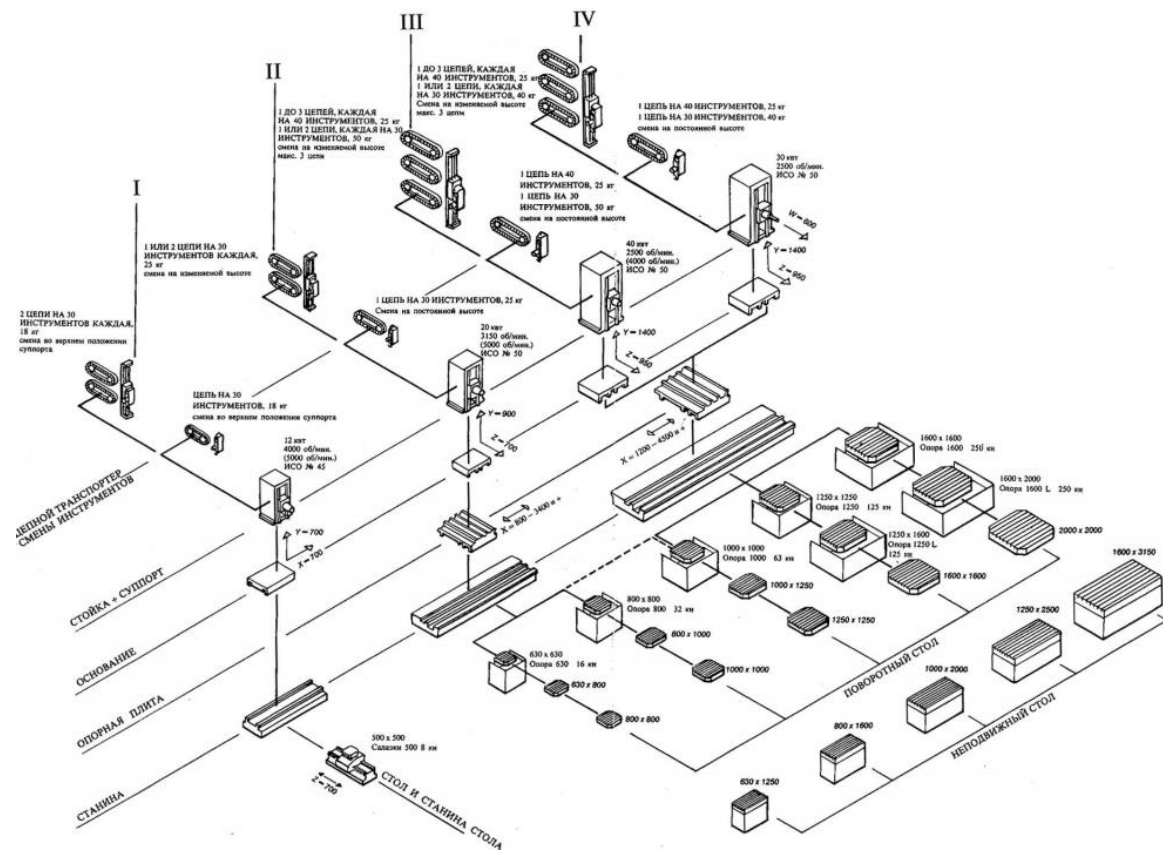


Рисунок 1.2 – Комплект модулей базових деталей, вузлів, механізмів для створення середніх і тяжких верстатів з ЧПК, фірма Graffenstaden (Франція)[2]

У зв'язку з тим, що централізоване розроблення і виготовлення великої номенклатури уніфікованих і нормалізованих вузлів та механізмів для верстатів з ЧПК фірмами має великі перспективи, має місце інший підхід при реалізації модульного принципу.

В даній ситуації на фірму лягає розробка тільки компоновання запропонованих верстатів з ЧПК і конструкцій їх базових деталей або вузлів.

Якщо є необхідність, то фірма може закупити комплектуючі вузли або механізми, що визначають технологічні і технічні характеристики верстату на ринку готових модулів але зважаючи на побажання і вимоги замовника.

На сьогоднішній день існує велика кількість компаній в різних країнах, які можуть запропонувати ряд рішень (пристроїв, вузлів, механізмів) для застосування на верстатах з ЧПК

Також треба сказати про конкуренцію між фірмами в таких параметрах, як кількість або різноманітність створюваних модульних компонок на основі єдиної бази або конструкцій верстатів з ЧПК.

В умовах скорочення розробок і виготовлення вітчизняних верстатів з ЧПК, має місце погляд, що модульний принцип побудови цього обладнання може стати новим поштовхом до його розвитку на одним зі шляхів підйому верстатобудування у державі.

1.2 Призначення модульних верстатів

Завдяки принципам модульного проектування можна створити нове і, найважливіше, високопродуктивне обладнання для якісного оброблення заготовок, а не змінювати технологічний процес під можливості обладнання, яке є в наявності.

Необхідно враховувати обмеженість номенклатури модулів, так як вона повинна забезпечувати дуже велику кількість компонок, що досягається різноманітними поєднаннями і зміною положень модулів.

Якщо розглянути модульний принцип, то можна прийти до висновку, що він найбільш повно відповідає вимогам конкретних технологічних завдань у порівнянні з іншим обладнанням.

Завдяки повній реалізації модульного принципу можна скоротити час і трудомісткість проектування різних верстатів або іншого обладнання, оскільки цей принцип дозволяє використовувати попередні розробки у повній мірі.

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

1.3 Технологічні можливості модульного обладнання

Номенклатура моделей та її визначення, навіть на сьогодні, відносяться до складних задач, а їх рішення, найчастіше, залежить від невідомих чинників, які неможливо спрогнозувати.

На рисунку 1.3 наведені схеми трьох компонок МЦС, побудовані за модульним принципом з одного комплекту модулів восьми найменувань.

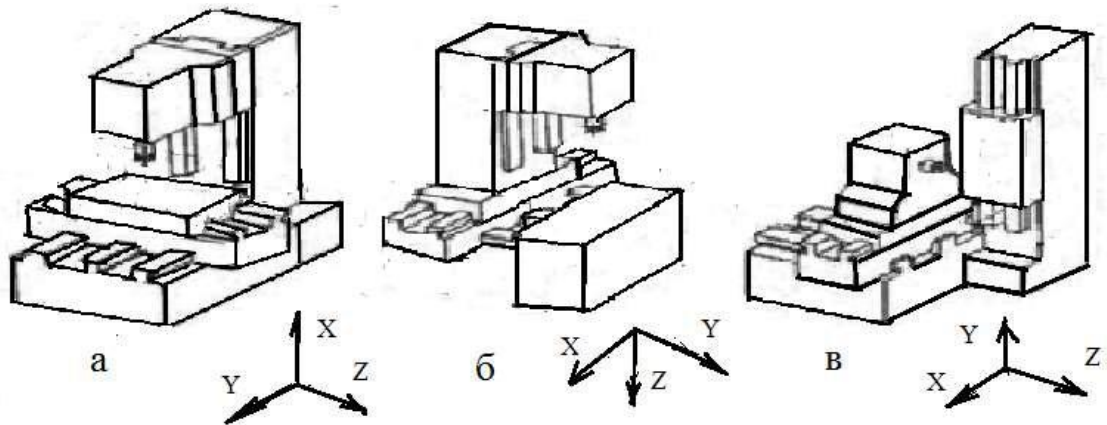


Рисунок 1.3 – Схеми компоновки верстатів: а - вертикальна компоновка з хрестовим столом; б - вертикальна компоновка з рухомою стійкою; в - горизонтальна компоновка з хрестово-рухомий шпиндельною бабкою [2]

Для нормального визначення різних параметрів модулів їх рекомендується розглядати при поділі на три частини: установчу, яка має пряму залежність від розмірів оброблюваних деталей; режимну (силову), яка відображається складом і характером операцій, які виконуються, та допоміжну, що відповідає за автоматичну зміну інструменту або заготовки, а також за кріплення та установку пристосувань.

Технічними характеристиками модулів вважають:

- номенклатуру модулів;
- розмірний ряд модулів за основним параметром;
- співвідношення розмірів робочого простору;
- координатні переміщення по вісях X, Y, Z вихідних органів верстату;

– розміри, що визначають габарити столу і стійки.

Ці параметри без складнощів можна визначити за відомими методиками та вони не потребують більшого акцентування уваги.

Насьогодні можна винести наступні області застосування модульного обладнання:

- деревообробні верстати;
- текстильні машини;
- поліграфічні машини;
- лазерні машини і верстати для відновлення зношених деталей;
- зварювальні машини;
- сільськогосподарська техніка;
- контрольно-вимірювальні машини;
- медичне обладнання та інші.

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

2 Конструкторська частина

2.1 Службове призначення комплекта

Службове призначення верстату формується в залежності від цілей його використання. Від підходить як для застосування у начальному процесі, так і для одиничного виробництва.

У таблиці 2.1 наведено параметри основних елементів верстату.

Таблиця 2.1 – Основні елементи верстату

Робоча напруга	Потужність приводу	Максимальний діаметр обробки	Частота обертання токарного шпинделя/фрезерного шпинделя
12 В	35 Вт	50 мм	20000/12000 об/хв

Інші характеристики та елементи залежать від компонування.

Не залежно від компонування верстат орієнтовано на одиничне виробництво та його продуктивність, у порівнянні з верстатами-універсалами, майже не відрізняється.

Верстат працює в нормальних робочих умовах і функціонування потребує джерело струму.

Конструкція верстата передбачає що стружка буде падати на ходовий гвинт, тому її потрібно прибирати регулярно.

Незважаючи на те, що основні елементи конструкції виконані з алюмінію, її можна назвати довговічною. Основне навантаження приходить на гвинти, які можна легко замінити.

При експлуатації слід дотримуватися ти ж правил безпеки, як і при використанні універсальних або з ЧПК верстатів. Далі наведено найважливіші компонування верстату.

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		12

2.2 Токарне компонування

Токарне компонування призначено для проведення токарних робіт, які включають в себе точіння металу та дерева. У даному комплекті представлено декілька видів токарних компонувань, направлених як на оброблення дерева, так і на одночасне оброблення дерева та металу.

Токарне компонування для оброблення всіх вище зазначених матеріалів включає в себе передню бабку, задню бабку, різцетримач та салазки.

Відстань між центрами - 135 мм, висота центрів - 25 мм, хід задньої бабки - 30 мм.

Інші важливі параметри наведені в пункті 2.1

На рисунку 2.1 наведено малюнок, на якому зображено як виглядає дане компонування.

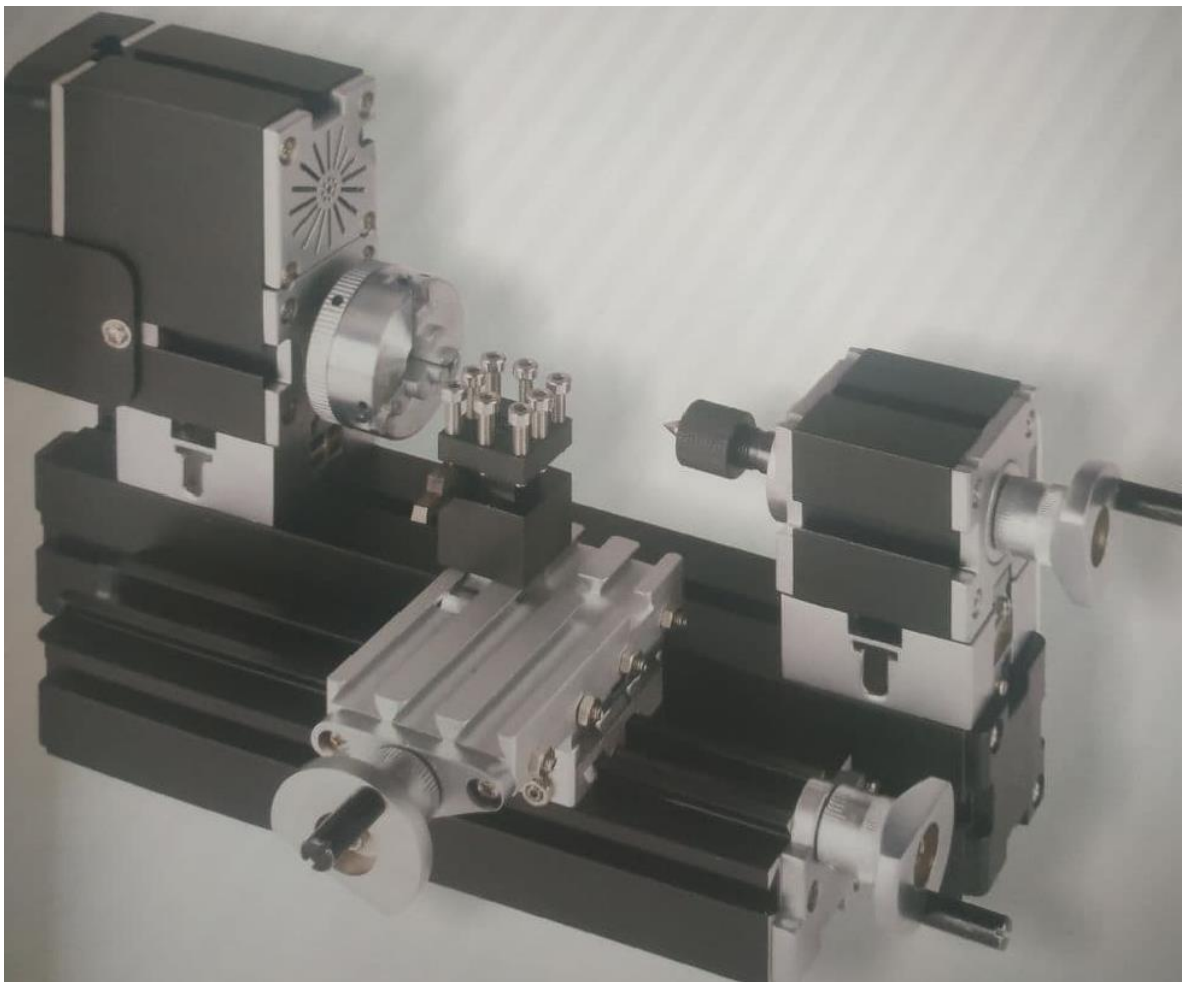


Рисунок 2.1 – Токарне компонування для обробки металу та дерева

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		13

У процесі оброблення можна проводити наступні роботи:

Обточування – верстат дозволяє обточити циліндричну деталь. При цьому вона закріплюється в токарний патрон, за необхідністю піджимається заднім центром і, обертаючи маховички, можна обробити поверхню.

Розточування – верстат дозволяє розточувати отвори в циліндричній деталі. При цьому вона закріплюється в токарний патрон, а в задній центр кріплять свердло, що дозволяє обробити отвір під діаметр осьового інструменту, звичайно, враховуючи максимальний хід задньої бабки та його довжину.

Підрізання – верстат дозволяє обробити плоскі торцеві поверхні. Закріплення проходить аналогічно, як при обточуванні, але змінюється напрям головного руху різання з повздовжнього на поперечний.

2.2 Свердлильне компонування

Свердлильне компонування призначене для проведення свердлильних видів работ, включаючи в себе координатно-розточне свердління, розсвердлювання та свердління під кутом.

На рисунку 2.2 представлено компонування для проведення координатно-розточного свердління.

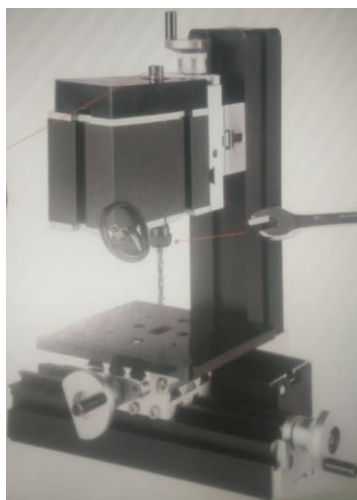


Рисунок 2.2 – Координатно-розточне компонування для обробки металу та дерева

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Процес оброблення проходить наступним чином: деталь закріплюється в лещата або патрон, інструмент кріплять в цангу, а потім, запустив електродвигун, відбувається само оброблення заданих поверхонь.

Свердлильне компонування складається свердлильного модулю, довгої станини, довгої напрямної частини та столу для свердління.

Сфера ходу: $x = 145$, $y = 32$, $z = 32$ мм.

Інші важливі параметри наведені в пункті 2.1.

2.3 Вертикально-фрезерне компонування

Одним з основних напрямлень можливостей, які дозволяє реалізувати комплект, є фрезерування. Вертикально-фрезерне компонування має дуже велику область застосування. Одною з тем написання цієї роботи є проектування тривимірної моделі вертикально-фрезерного компонування та технічної документації для подальшого аналізу.

Для цього можна назвати наступні чинники:

- фрезерування дозволяє проводити оброблення великої кількості поверхонь, наприклад фасок, лисок, галтелей
- обробку можна проводити під різними кутами
- головний рух різання може бути реалізований декількома способами

Вертикально-фрезерне компонування комплекту дозволяє проводити оброблення як металу, так і дерева – інструменти йдуть з комплектом.

Вертикально-фрезерне компонування складається з фрезерного модулю, токарного патрону, ділильного диску, довгої ходової частини, довгої станини та обертового циліндру.

На рисунку 2.3 наведено фотографію зібраного компонування.

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		



Рисунок 2.3 – Вертикально-фрезерне компонування

Фрезерування відбувається наступним чином. Деталь закріплюють в патрон або лещата, запускають електродвигун та проводять оброблення потрібних поверхонь. Процес оброблення можливий для всіх вісей.

2.3.1 Основні частини вертикально-фрезерного модуля та технічні характеристики

Слідуючи модульному принципу побудови обладнання, зі всього комплекту потрібно буде виділити 4 складальні одиниці, з яких можна зібрати вертикально-фрезерне компонування.

На рисунку 2.4 представлено структурну схему цього компонування.

Для розуміння процесу складання компонування необхідно розглянути кожен елемент, який входить в збірку.

Свердлильний модуль – це електродвигун, який передає обертання на вал за допомогою клиноремінної передачі. Для спрощення роботи на моделі не зображено неважливі деталі. Для безпеки ця передача прикривається спеціальною кришкою з пластмаси.

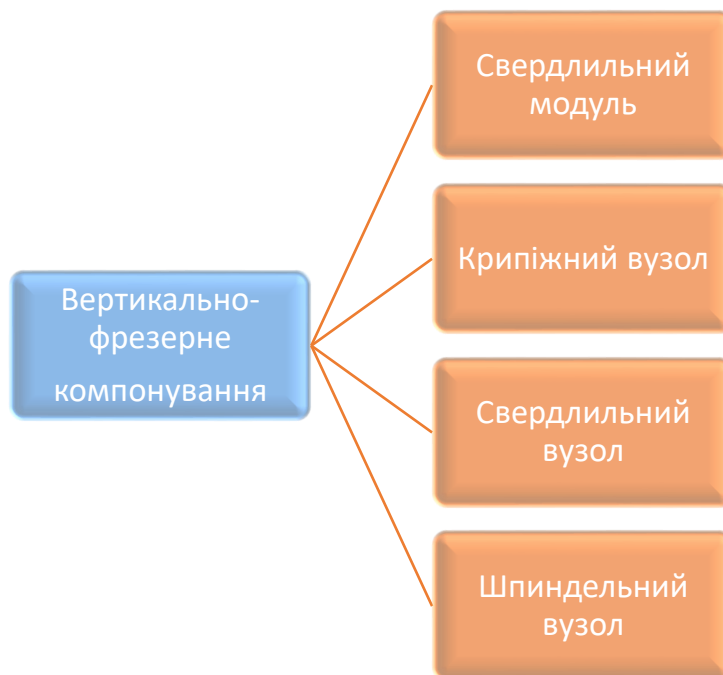


Рисунок 2.4 – Структурна схема вертикально-фрезерного компонування

Завдяки тому, що інструмент кріпиться за допомогою цанги, дозволяється закріплювати будь-який осьовий інструмент, зважаючи на його діаметр.

Модуль не рекомендується розбирати у зв'язку з тим, що до його складу входить електричне обладнання – електродвигун.

Основні характеристики: номінальна швидкість обертання - 20,000 об/хв; налагоджувана – 12,000 об/хв.

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		17

На рисунку 2.5 зображено тривимірну модель модулю.

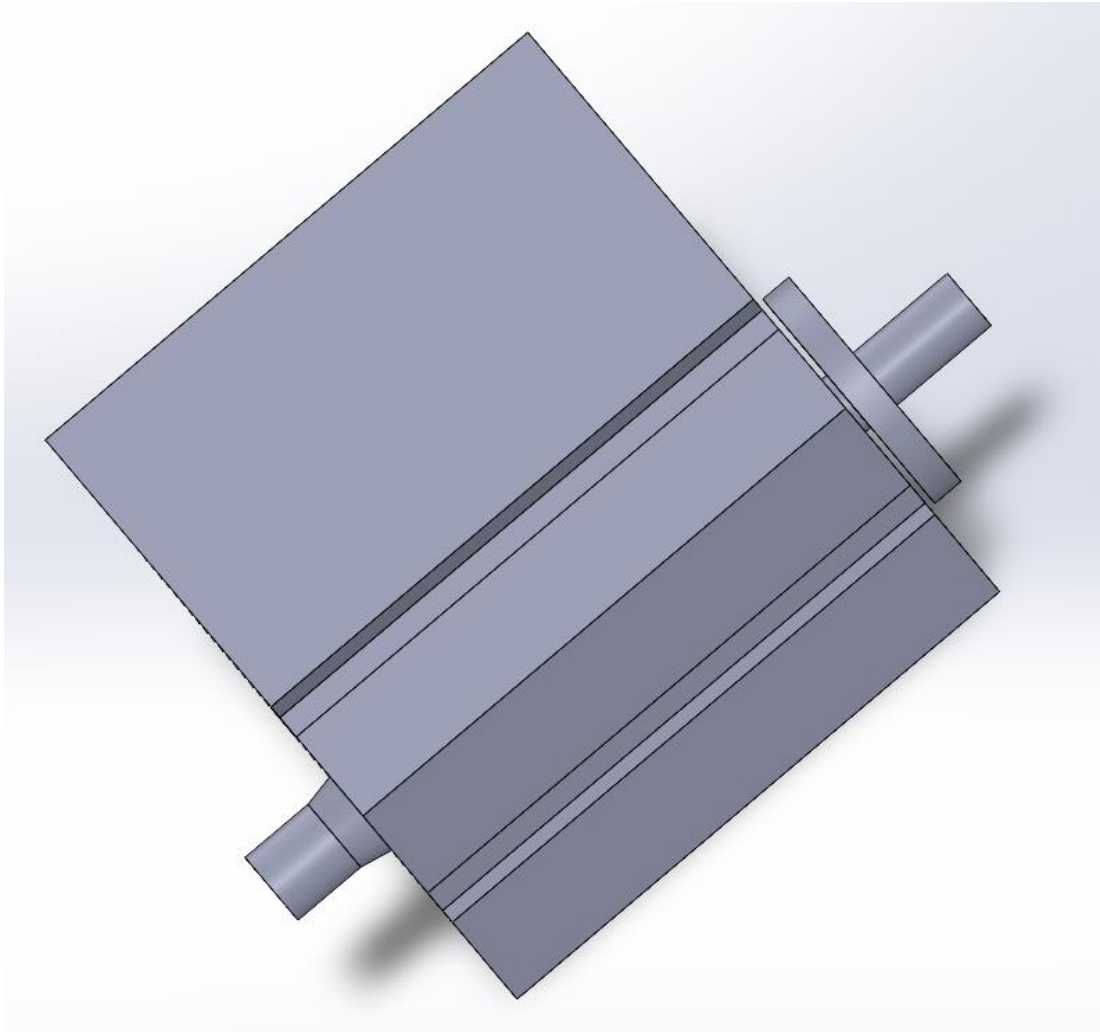


Рисунок 2.5 – Свердильний модуль

Крипінний вузол – це основні елементи комплекту, які в даному компонуванні виступають найжорсткішими елементами, за допомогою яких поєднуються інші вузли и модулі. Крипінний вузол складається з довгої напрямної частини і короткої.

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		18

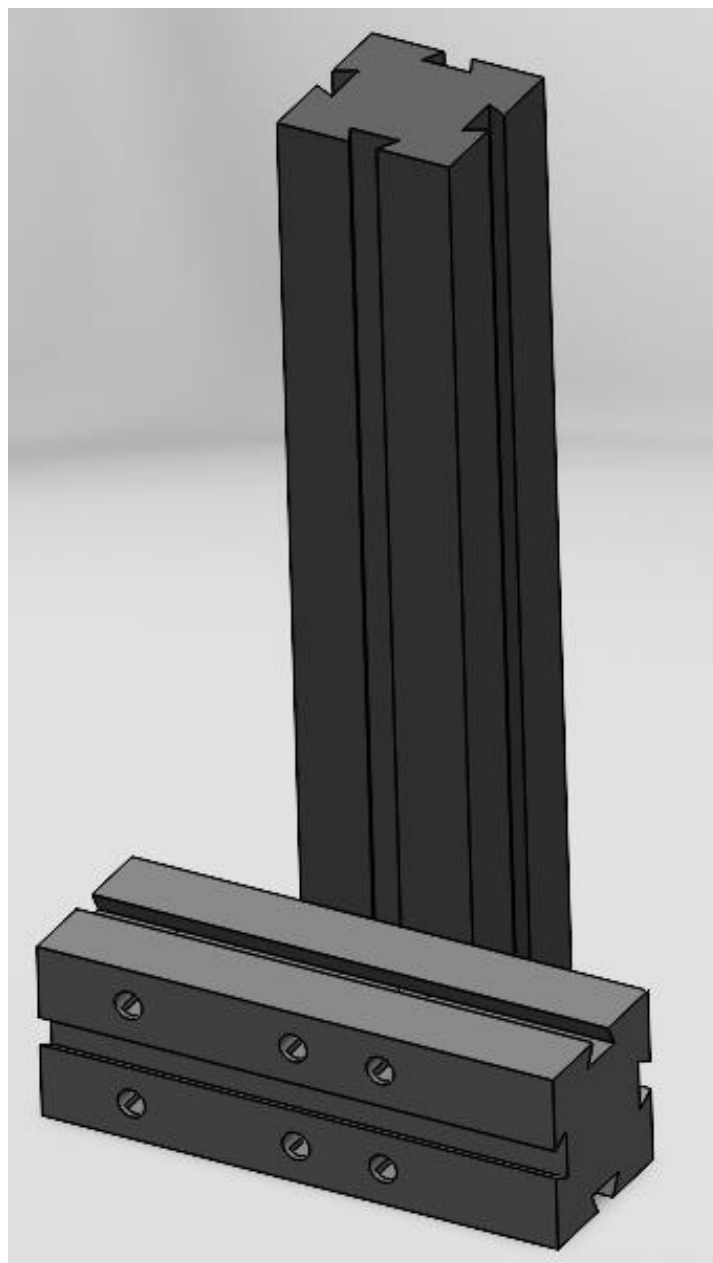


Рисунок 2.6 – Крипіжний вузол

Свердлильний вузол – це комплект деталей, за допомогою яких можна закріпити свердлильний модуль, отримуючи максимальну кількість можливих напрямів головного руху різання.

На рисунку 2.7 показано його загальний вигляд.

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

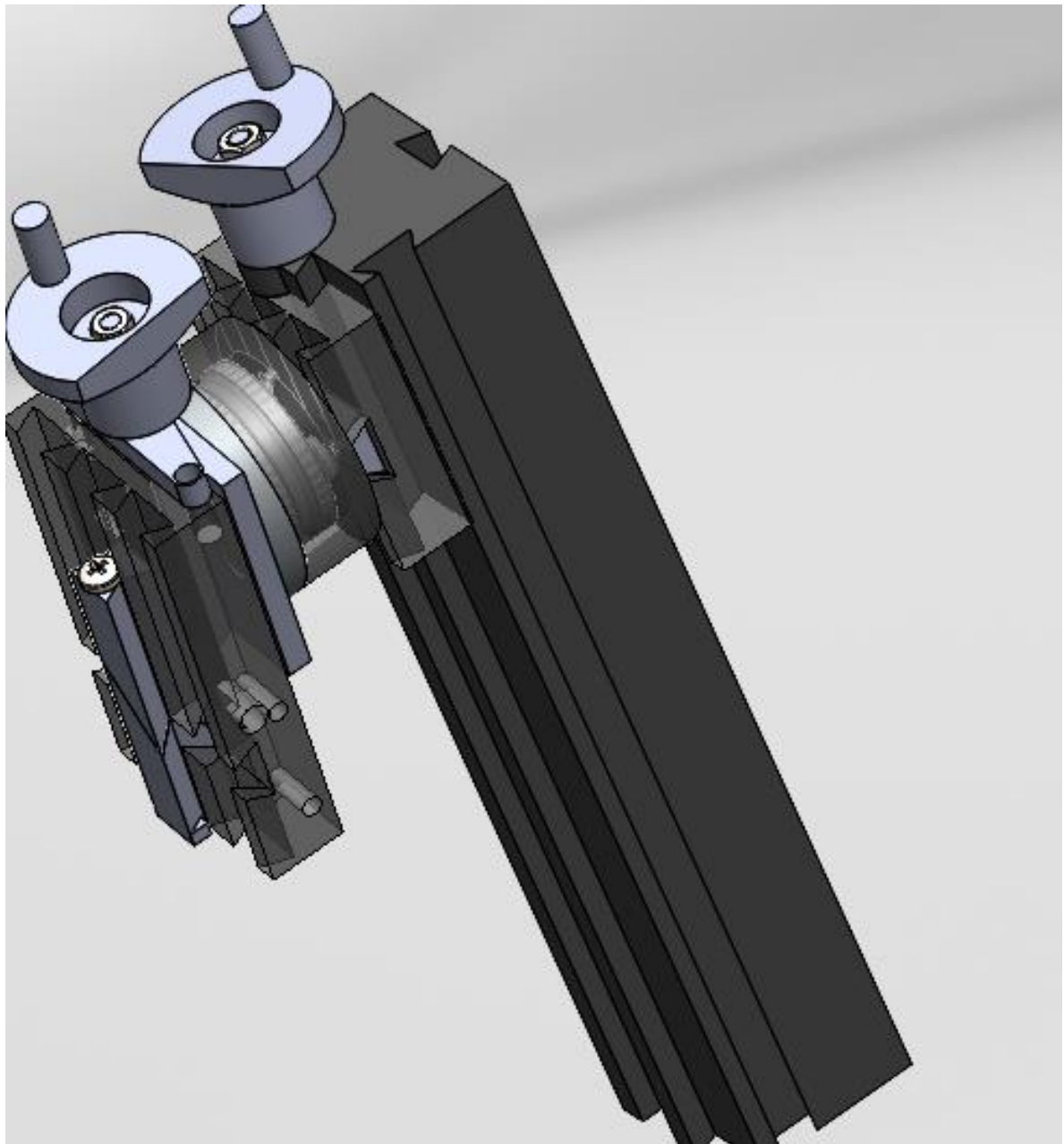


Рисунок 2.7 –
Свердильний вузол

Свердильний вузол складається з поєднання двох салазок – коротких и довгих. Елементом, який поєднує їх виступає обертовий механізм, за допомогою якого можна регульовано обертати короткі салазки на всі 360°.

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		20

Шпиндельний вузол – слугує для фіксації заготовки, а також забезпечує обробку по вісях X та Z. Складається з короткої і довгої станини, які поєднані за допомогою особливої бази та токарного патрону. На рисунку 2.8 наведено загальний вигляд вузла.

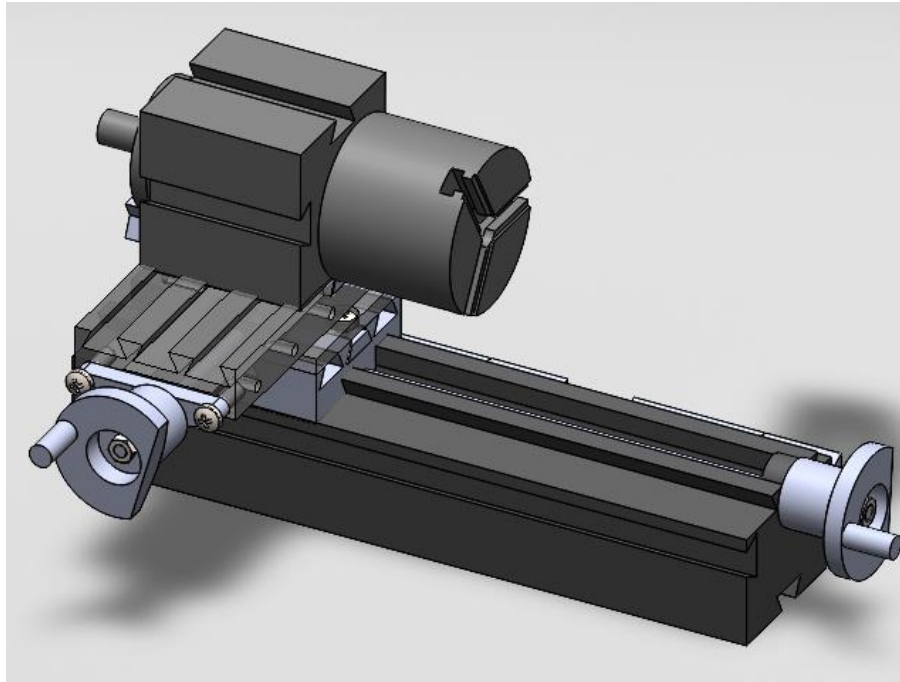


Рисунок 2.8 – Шпиндельний вузол

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		21

Загальний вигляд вертикально-фрезерного компонування наведено на рисунку 2.9

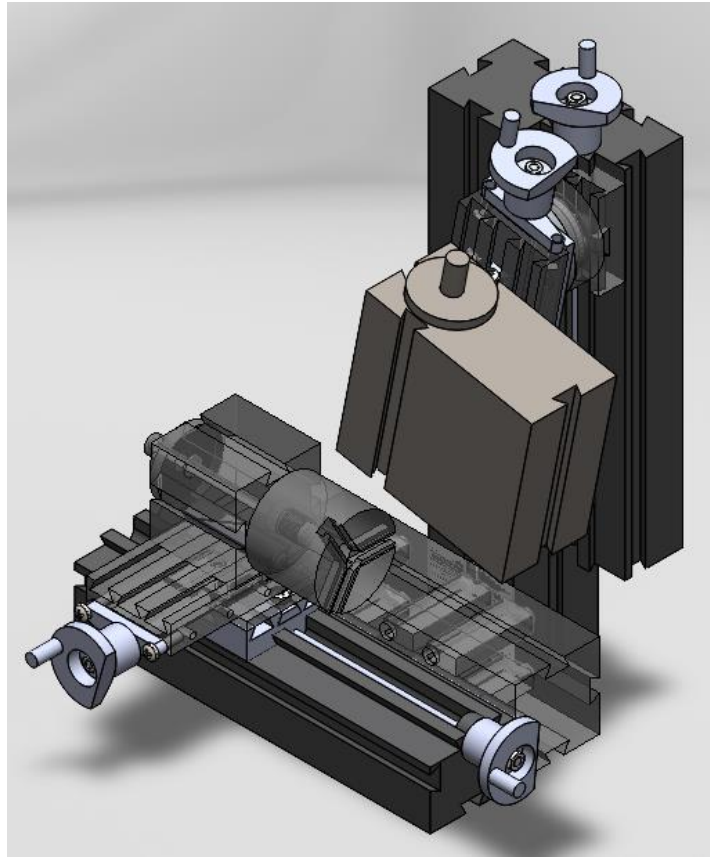


Рисунок 2.9 – Вертикально-фрезерне компонування у зборі

Управління основними елементами верстату проходить за допомогою маховичків.

Для верстату критично важливо ретельно закріплювати кожну частину компонування – для нього питання жорсткості критичне.

Потужності верстату достатньо для обробки металів, наприклад, алюмінію.

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		22

3 Технологічна частина

3.1 Технологія складання крипіжного вузла

Для реалізації процесу складання вертикально-фрезерного модуля розроблено технологічну схему складання (рис. 3.1). В її основу покладено принцип поетапного складання окремих деталей у складальні одиниці.

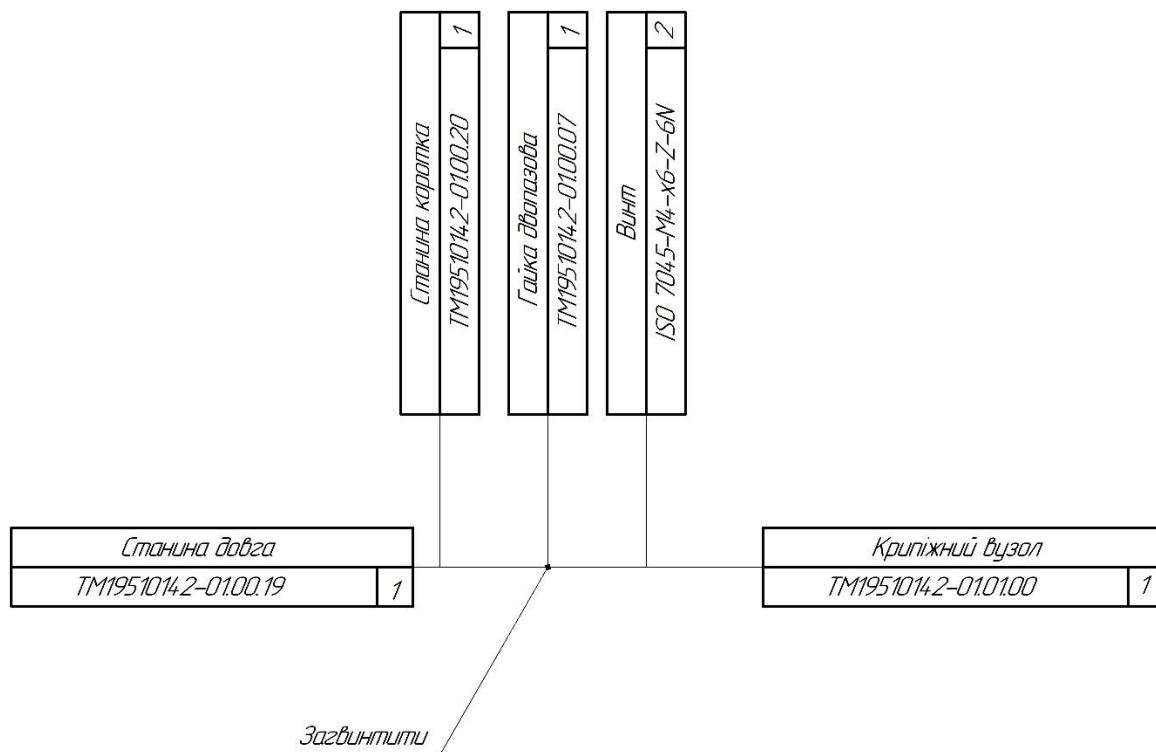


Рисунок 3.1 – Схема складання крипіжного вузла

Складання починається з установки станини короткої на площину та приєднання до неї станини довгої. Це досягається шляхом приєднання гайки двопазової (рис. 3.2). Спеціальна конструкція станин дозволяє з будь-якого боку приєднувати уніфіковані деталі, але для станини короткої це важливо, бо вона має спеціальні пази, що дозволяє загвинчувати винти, просовуючи крізь деталь викрутку.

Гайку двопазову вставляють в станину довгу та пригвинчують до станини короткої.

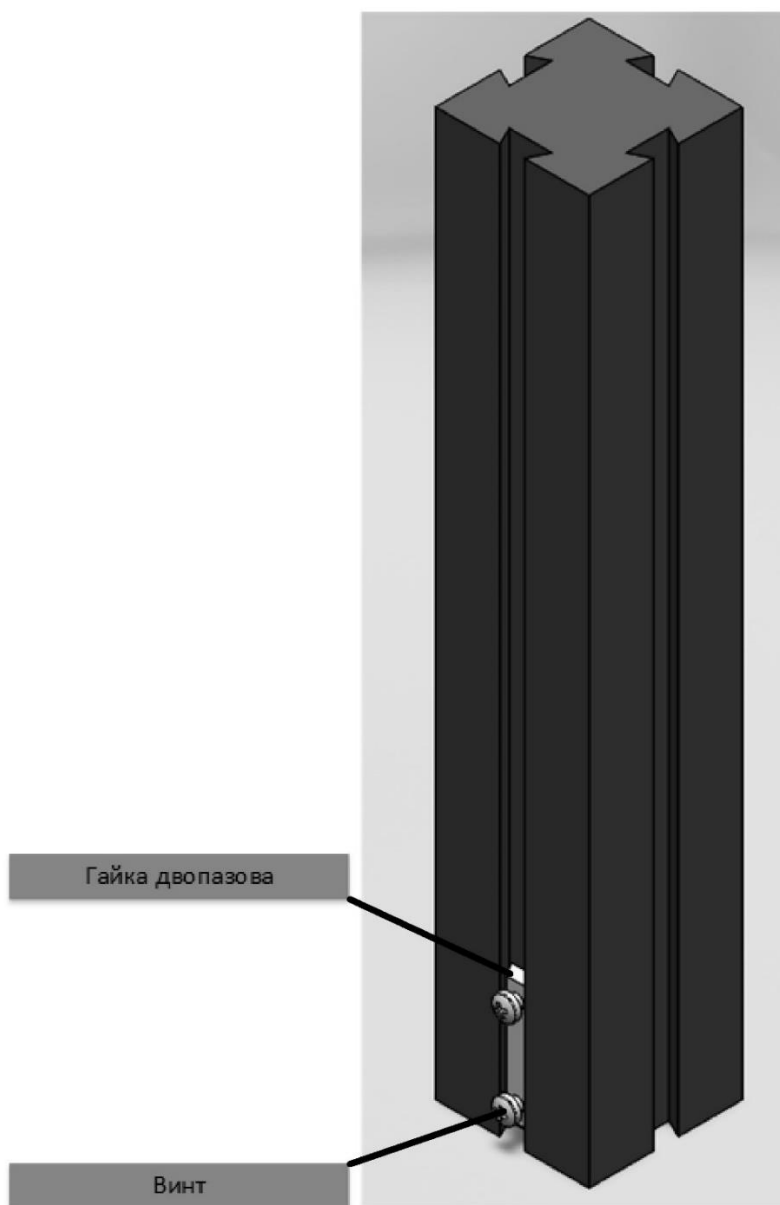


Рисунок 3.2 – Встановлення гайки двопазової на довгу станину

3.2 Технологічний процес складання свердлильного вузла

Для успішного складання свердлильного вузла розроблено технологічну схему складання (рис. 3.3).

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ТМ 19510142-00.ПЗ

Арк.

24

Складання починається з установки салазок повздовжніх на рівну площину. На них закріплюють маховичок, потім поєднують деталі винтом ходовим довгим та закріплюють гайкою, а потім встановлюють базу.

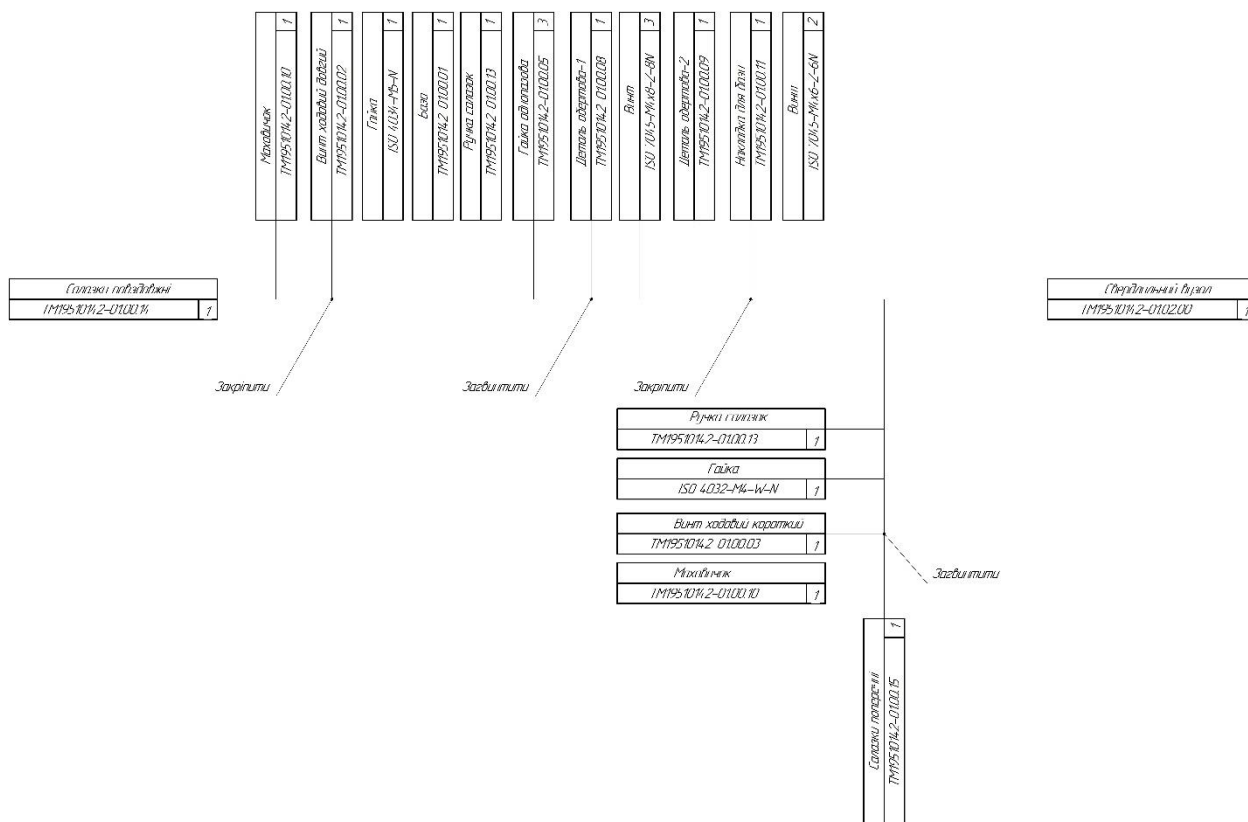


Рисунок 3.3 – Схема складання свердлильного вузла

Як останній штрих, на маховичок салазок прикручують ручку. Таким чином, всі наступні рухомі деталі закріплюють на базі, яка рухається при обертанні маховичка

Наступним кроком є встановлення трьох гайок однопазових в спеціальні кріплення, які, як і на всіх інших деталях, виповнені у вигляді ластів'ячого хвоста.

На гайки встановлюють першу частину деталі обертової та загвинчують винтами. Ця деталь необхідна для реалізації обертання інструменту навколо вісі Z. Потім закріплюють другу частину цієї деталі та встановлюють насадку для бази, яка загвинчується винтами. (рис. 3.4).

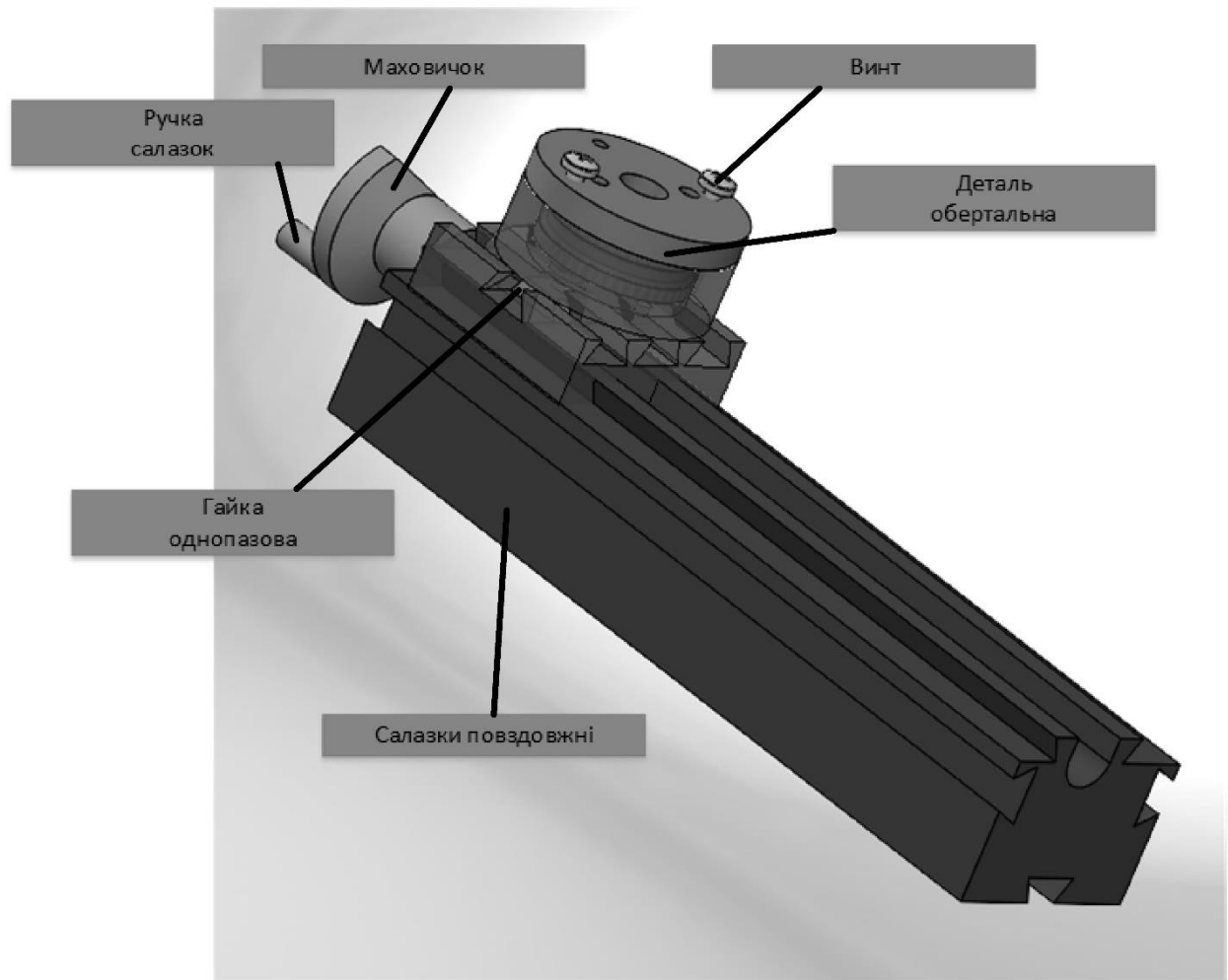


Рисунок 3.4 – Свердильний модуль без поперечних салазок

На цю конструкцію встановлюють салазки поперечні, до яких також приєднують маховичок, винт ходовий короткий, закріплюють це гайкою та прикручують ручку салазок.

Завдяки конструкції модульного верстату салазки поперечні встановлюють на кріплення, яке знаходиться на накладці для бази і свердильний вузол готовий.

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

3.3 Технологічний процес складання шпиндельного вузла

Як при складанні свердлильного вузла, так і при складанні шпиндельного вузла базовою деталлю є салазки повздовжні.

Маховичок, винт ходовий короткий, гайка та ручка. Потім на ходовий гвинт встановлюють базу, три гайки однопазові і за допомогою винтів кріплять до них накладку для бази. (рис 3.6).

На рисунку 3.5 представлено технологічну схему складання.

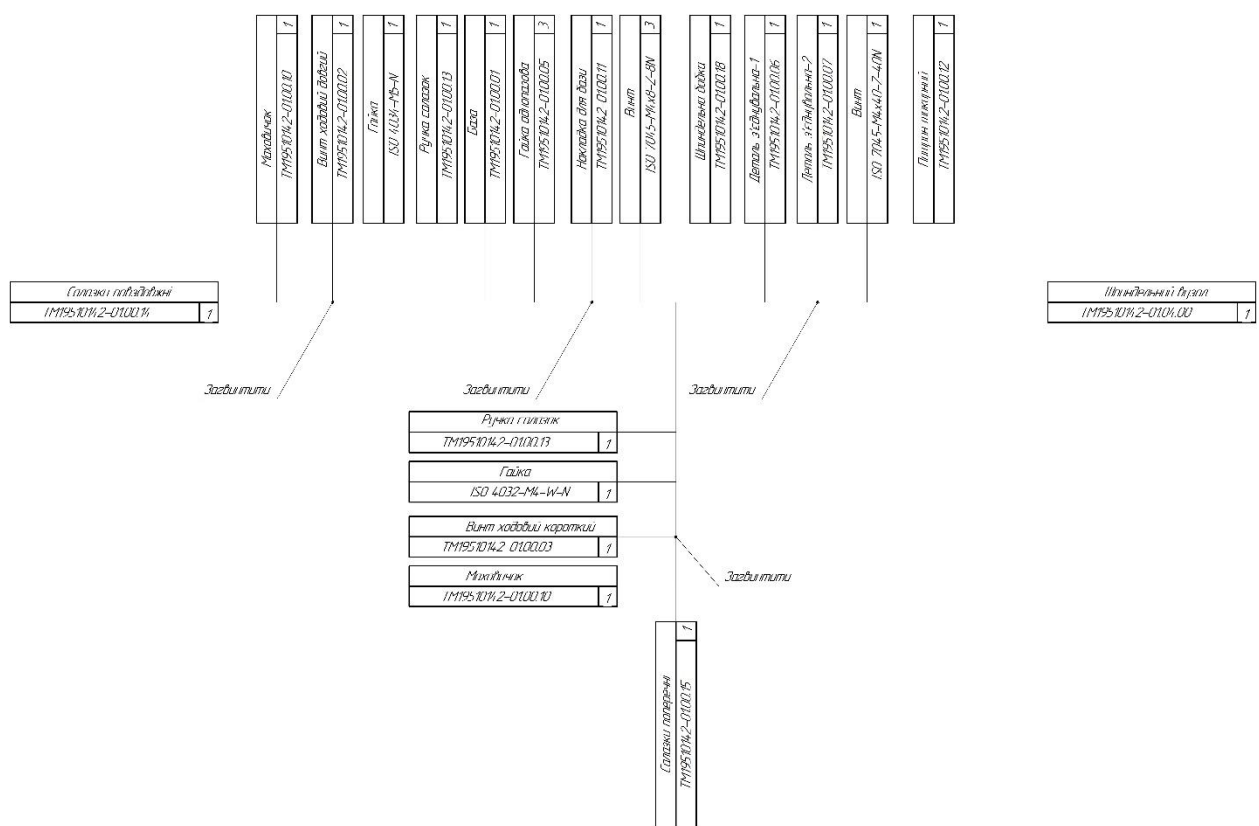


Рисунок 3.5 – Схема складання шпиндельного вузла

Шпиндельну бабку встановлюють за допомогою деталей з'єднувальних. На одній з цих деталей знаходиться різьба і при загвинчуванні винта обидві частини цієї деталі давлять на стінки пазів, створюючи сили закріплення. До шпиндельної бабки прикручують патрон токарний і на цьому складання шпиндельного вузла завершено.

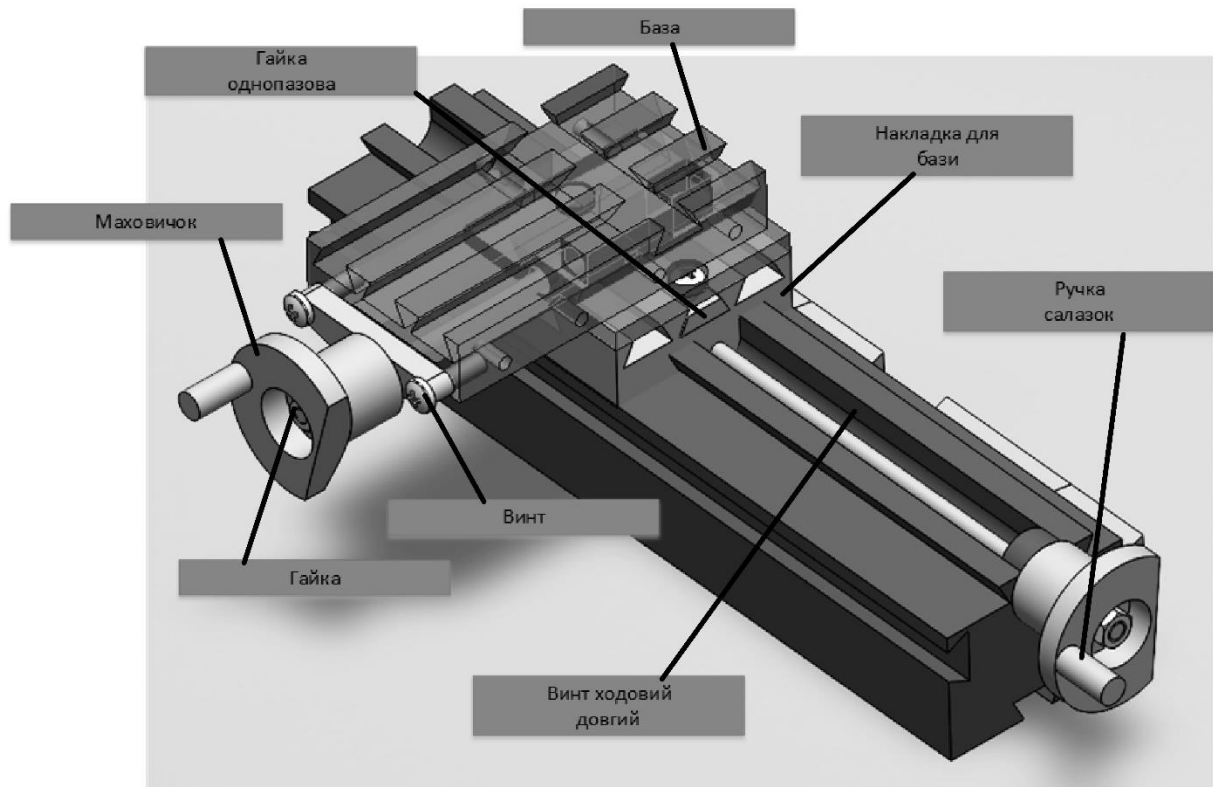


Рисунок 3.6 – Шпиндельний вузол без шпиндельної бабки

3.4 Технологічний процес вертикально-фрезерного верстату

Складання вертикально-фрезерного верстату проходить без особливих труднощів. Спочатку крипінний вузол поєднують зі шпиндельним вузлом за допомогою з'єднувальних деталей та затягують їх винтами.

Наступним кроком є установка свердлильного вузла з використанням вище запропонованих деталей. У кінці встановлюють свердлильний модуль і на цьому збірка вертикально-фрезерного верстату майже завершена.

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		28

Основна комплектація дозволяє встановити на нього пластини, які підвищують жорсткість верстату.

На рисунку 3.7 показано схему складання модуля.

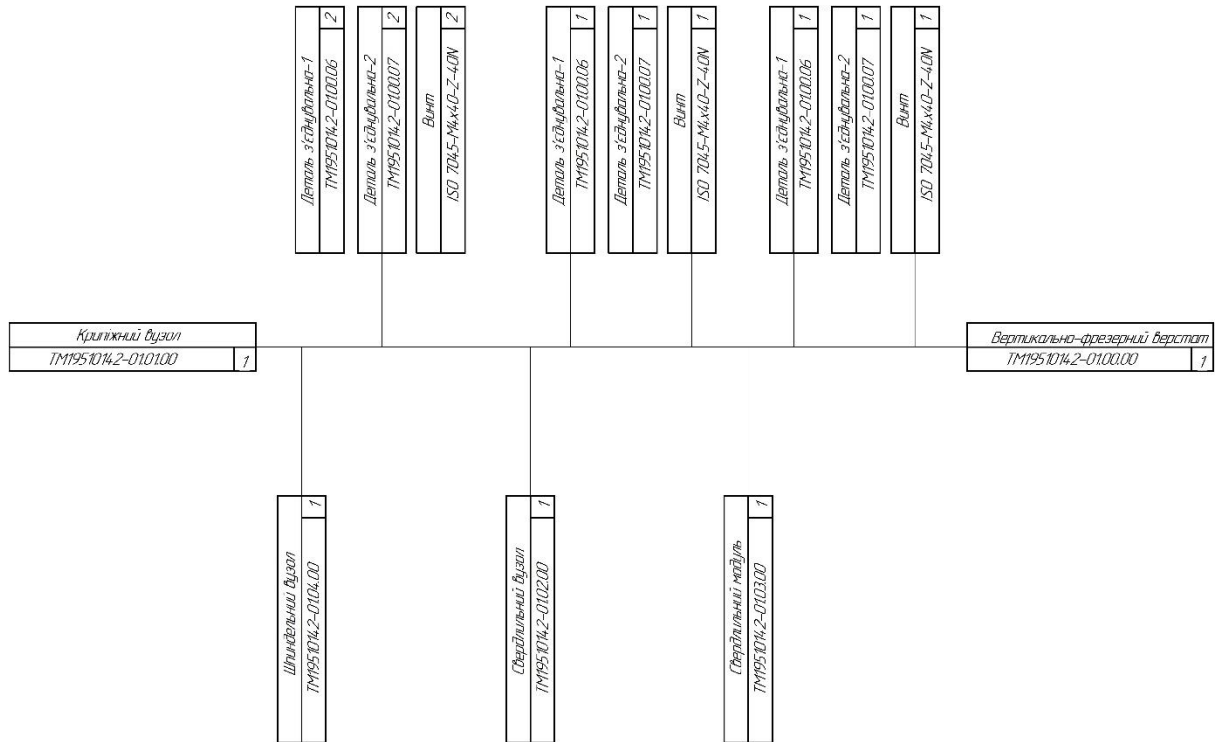


Рисунок 3.7 – Схема складання вертикально-фрезерного модуля

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

4.1 Навчання працівників безпечних способів праці. Зміст та види інструктажів, хто і коли їх проводять.

Відомо, що відповідальність за безпеку праці несе роботодавець. Одним з обов'язків роботодавця є організація і проведення інструктажів з охорони праці.

Навчання та інструктаж з питань охорони праці повинен проводитися з усіма працівниками в процесі їх трудової діяльності незалежно від форми власності та видів діяльності підприємства. Крім того, наказом Держнаглядохоронпраці від 23.12 1993р. № 196 затверджено Перелік робіт з підвищеною небезпекою, які передбачають спеціальне навчання і перевірку знань з питань охорони праці не рідше одного разу на рік.

На підприємствах на основі Типового положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці (Наказ Держнаглядохоронпраці від 04.04.1994р. №30) з урахуванням специфіки виробництва опрацьовуються та затверджуються їх керівниками відповідні Положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці, формуються плани-графіки проведення цієї роботи, з якими повинні бути ознайомлені всі працівники.

Перед перевіркою знань з охорони праці на підприємстві організуються заняття, лекції, семінари та консультації. Перелік питань для перевірки знань з охорони праці з урахуванням специфіки виробництва складають члени комісії з перевірки знань з питань охорони праці, узгоджує служба охорони праці і затверджує керівник підприємства.

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

У складі комісії по перевірці знань з питань охорони праці повинно бути не менше трьох осіб, які в установленому порядку пройшли навчання та перевірку знань з питань охорони праці. Результати перевірки знань працівників з питань охорони праці оформляються протоколом.

Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання і перевірки знань з питань охорони праці, забороняється.

Відповідальність за організацію навчання і перевірку знань з охорони праці на підприємстві покладається на його керівника, а в структурних підрозділах (цеху, дільниці, лабораторії, майстерні і т.д.) - на керівників цих підрозділів.

Контроль за навчанням і періодичністю перевірки знань питань охорони праці здійснює служба охорони праці або працівники, на яких покладено ці обов'язки керівником (правлінням) підприємства.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на: вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж з охорони праці проводиться з:

- усіма працівниками, що тільки поступили на роботу (постійну або тимчасову) незалежно від їх освіти, стажу роботи за цією професією або посади;
- працівниками, які знаходяться у відрядженні на підприємстві і беруть безпосередню участь у виробничому процесі;
- з водіями транспортних засобів, які вперше в'їжджають на територію підприємства;
- учнями, вихованцями та студентами, які прибули на підприємство для проходження виробничої практики;
- учнями, вихованцями та студентами в навчально-виховних закладах перед початком трудового і професійного навчання в лабораторіях, майстернях, на полігонах і т.п.

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Вступний інструктаж проводить спеціаліст з охорони праці або особа, на яку наказом по підприємству (рішенням правління) покладено ці обов'язки за програмою, розробленою службою охорони праці з урахуванням особливостей виробництва.

Первинний інструктаж проводиться на робочому місці до початку роботи з:

- працівником, новоприбулим (постійно або тимчасово) на підприємство;
- працівником, який переводиться з одного цеху виробництва до іншого;
- працівником, який буде виконувати нову для нього роботу;
- відрядженим працівником, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві;
- студентом, учнем і вихованцем, який прибув на виробничу практику, перед виконанням ним нових видів робіт, перед вивченням кожної нової теми під час проведення трудового і професійного навчання в навчальних лабораторіях, класах, майстернях, на ділянках;
- під час проведення позашкільного навчання в гуртках та секціях.

Первинний інструктаж проводиться індивідуально або з групою осіб загальної спеціальності за програмою, складеною з урахуванням вимог відповідних інструкцій з охорони праці для працівників, інших нормативних актів про охорону праці, технічної документації.

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		32

Програма первинного інструктажу розробляється керівником цеху, дільниці, узгоджується зі службою охорони праці затверджується керівником підприємства, навчального закладу або їх відповідного структурного підрозділу.

Повторний інструктаж проводиться на робочому місці з усіма працівниками: на роботах з підвищеною небезпекою - І раз в квартал, на інших роботах - І раз на півріччя. Повторний інструктаж проводиться індивідуально або з групою працівників, які виконують однотипні роботи, за програмою первинного інструктажу в повному обсязі.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці:

- при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, а також при внесенні змін та доповнень до них;
- при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, приладів та інструменту, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на охорону праці;
- при порушенні працівником, студентом, учнем або вихованцем нормативних актів про охорону праці, що можуть призвести або призвели до травми, аварії чи отруєння;
- на вимогу працівників органу державного нагляду за охороною праці, вищої господарської організації або державної виконавчої влади в разі, якщо виявлено незнання працівником, студентом або учнем безпечних методів, прийомів роботи або нормативних актів про охорону праці;
- при перерві в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів - для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт - понад 60 днів.

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Позаплановий інструктаж проводиться індивідуально або з групою працівників загальної спеціальності. Обсяг і зміст інструктажу визначаються в кожному окремому випадку в залежності від причин і обставин, що призвели до необхідності його проведення.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками при:

- виконанні разових робіт, не пов'язаних з безпосередніми обов'язками за фахом (навантаження, розвантаження, разові роботи за межами підприємства, цеху і т.п.);
- ліквідації аварії, стихійного лиха;
- проведенні робіт, на які оформляється наряд-допуск, дозвіл та інші документи;
- екскурсіях на підприємства.

Цільовий інструктаж фіксується нарядом-допуском або іншою документацією, що дозволяє проведення робіт.

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі проводить безпосередньо керівник робіт (начальник виробництва, цеху, дільниці, майстер, інструктор виробничого навчання, викладач тощо). Після проведення інструктажу повинно бути проведене усне опитування, а також перевірка придбаних практичних навичок безпечних методів праці. Знання перевіряє той, хто проводив інструктаж. Про проведення первинного, повторного, позапланового інструктажів, стажування та допуск до роботи особа, яка проводила інструктаж, робить запис в журнал. При цьому обов'язкові підписи як того, кого інструктували, так і того, хто інструктував. Журнали інструктажів повинні бути пронумеровані, прошнуровані та скріплені печаткою

Керівник підприємства зобов'язаний видати працівнику примірник інструкції з охорони праці за його професією або вивісити її на його робочому місці.

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Висновки

1. На основі сформульованого службового призначення запропонована та розроблена структурна схема вертикально-фрезерного верстата, що складається з чотирьох основних вузлів (свердильний, крипіжний, токарний, сведильний модуль);
2. Розроблені технологічні схеми складання основних вузлів і верстата в цілому, на основі яких спроектовано маршрутний технологічний процес;
3. Виконано 3D-моделювання деталей, на основі яких складено компонування верстата;
4. Виконано складання верстата та здійснено його пуско-налагоджувальні операції;

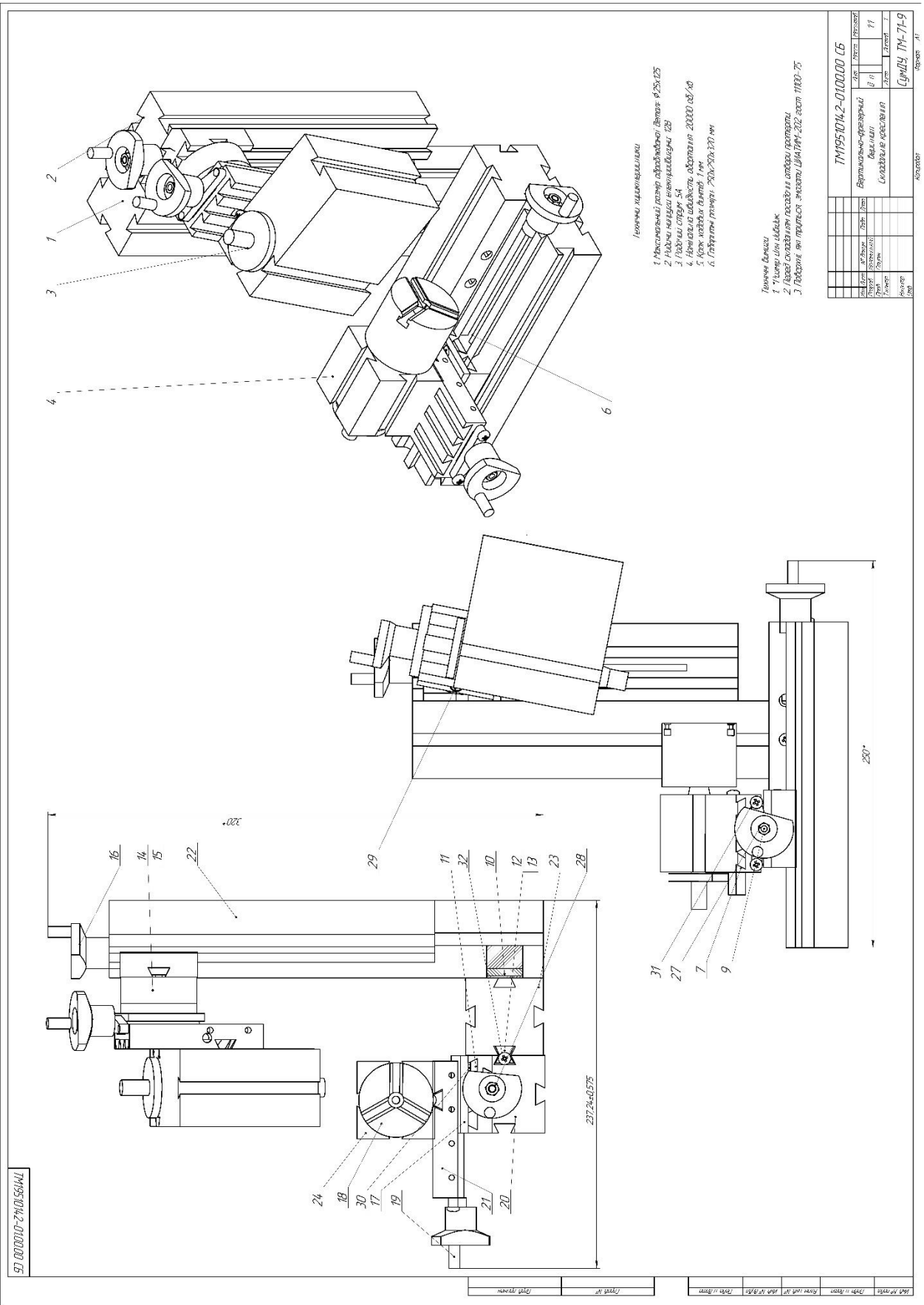
					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		35

Список джерел посилань

1. **Eric L. , J.a.m. van houten F. , Bernard A., Mermoz E., S.I. Schutte C.** Tools and techniques for product design // CIRP Annals. 2014., No. 63 Vol. 63. P. 607-630
2. **В.С. Стародубов**, Modular principle of CNC machine tools
3. **Аверьянов О.И.** Автоматизированное проектирование компоновок МС// Станки и инструмент - 1982 - №8
4. **Аверьянов О.И.** Разработка агрегатированного комплекса МС с ЧПУ// Станки и инструмент - 1979 - №11.
5. **Бобрик Л.П.** Анализ компоновок станков, построенных по модульному принципу// Станки и инструмент - 1982 - №6.
6. **Васильев В.С.** Определения областей применения металлорежущих станков на основе статистического анализа данных об обрабатываемых деталях// Вестник машиностроения – 1966- №7.
7. **Z. m. B. , Shang W.** Modularity Technology in Manufacturing: Taxonomy and Issues // Adv Manuf Technol. 2001.№ 18. P. 381-390
8. **Z. M. Bi & Sherman Y. T. Lang & M. Verner & P. Orban** Development of reconfigurable machines // Adv Manuf Techno. 2007.# 39. P. 1227-1251
9. **Angelo O. Andrisano · Francesco Leali · Marcello Pellicciari · Fabio Pini · Alberto Vergnano** International Journal on Interactive Design and Manufacturing. - ISSN 1955-2513. - stampa. - volume 6 / issue 1(2012), pp. 17-27.
10. **Bernd Peukerta , Mihir Saojia , Eckart Uhlmann** Peukerta B. , Saojia M. , Uhlmann E. An evaluation of building sets designed for modular machine tool structures to support sustainable manufacturing // ELSEIVER. 2015.№ 26. P. 612-617.
11. **Hungsun Son, Hae-Jin Choi, Hyung Wook Park** Design and dynamic analysis of an arch-type desktop reconfigurable machine// International Journal of Machine. 2010.№50 P.575-584.

					ТМ 19510142-00.ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

ДОДАТОК А



ДОДАТОК Б

Специфікація вертикально-фрезерного верстату

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			TM1951014.2-0100.00 СБ	Сбірне креслення		
<i>Сборочные единицы</i>						
		1	TM1951014.2-0101.00	Кріпільний вузол	1	
		2	TM1951014.2-0102.00	Свердильний вузол	1	
		3	TM1951014.2-0103.00	Свердильний модуль	1	
		4	TM1951014.2-0104.00	Шпиндельний вузол	1	
<i>Детали</i>						
		7	TM1951014.2-0100.01	База	2	
		8	TM1951014.2-0100.02	Винт ходовий довгий	1	
		9	TM1951014.2-0100.03	Винт ходовий короткий	2	
		10	TM1951014.2-0100.04	Гайка двопазова	1	
		11	TM1951014.2-0100.05	Гайка однопазова	6	
		12	TM1951014.2-0100.06	Деталь з'єднувальна-1	5	
		13	TM1951014.2-0100.07	Деталь з'єднувальна-2	5	
		14	TM1951014.2-0100.08	Деталь одертова-1	1	
		15	TM1951014.2-0100.09	Деталь одертова-2	1	
		16	TM1951014.2-0100.10	Маховичок	4	
		17	TM1951014.2-0100.11	Накладка для бази	2	
			TM1951014.2-0100.00			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разработ.	Шоламицький				Лист	Листов
Проб.	Ступін				1	2
Н.контр.					СумДУ, ТМ-71-9	
Утв.						

Копіював

Формат А4

Продовження додатку Б
Специфікація кріпінного вузла

	Формат Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
Перв. примен.				<i>Детали</i>		
		9	TM1951014.2-01.00.07	Гайка двопазова	1	
		21	TM1951014.2-01.00.19	Станина довга	1	
Справ. №		22	TM1951014.2-01.00.20	Станина коротка	1	
				<i>Стандартные изделия</i>		
		30	ISO 7045 - M4 x 6 - Z - 6N	Винт	4	
Подп. и дата						
Инв. № эцбл.						
Взам. инв. №						
Подп. и дата						
			TM1951014.2-01.01.00			
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
	Разраб.		Шоломицький			Лит.
	Проб.		Ступін			Лист
						Листов
						1
						Кріпінний вузол
						СумДУ, ТМ-71-9

Копіював

Формат А4

Продовження додатку Б
Специфікація шпиндельного вузла

Формат Зона	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание		
									Лит.	Лист
Справ. №	Перв. примен.					<i>Детали</i>				
			7	TM1951014.2-0100.01			База	1		
			8	TM1951014.2-0100.02			Винт ходовий довгий	1		
			9	TM1951014.2-0100.03			Винт ходовий короткий	1		
			11	TM1951014.2-0100.05			Гайка однапозова	3		
			12	TM1951014.2-0100.06			Деталь з'єднувальна-1	1		
			13	TM1951014.2-0100.07			Деталь з'єднувальна-2	1		
			16	TM1951014.2-0100.10			Маховичок	2		
			17	TM1951014.2-0100.11			Накладка для бази	1		
			18	TM1951014.2-0100.12			Патрон токарний	1		
			19	TM1951014.2-0100.13			Ручка салазок	2		
			20	TM1951014.2-0100.14			Салазки повздовжні	1		
			21	TM1951014.2-0100.15			Салазки поперечні	1		
			24	TM1951014.2-0100.18			Шпиндельна бадка	1		
		Взам. інв. №	Підп. і дата					<i>Стандартные изделия</i>		
	27			ISO 4032 - M4 - W - N			Гайка	1		
	28			ISO 4034 - M5 - N			Гайка	1		
	29			ISO 7045 - M4 x 6 - Z - 6N			Винт	3		
Взам. інв. №	Підп. і дата									
Інв. № подл.	Підп. і дата	TM1951014.2-0104.00								
		Изм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата				
		Разраб.		Шоломицький			Шпиндельний вузол			
		Проб.		Ступін						
И.контр.										
Утв.						СумДУ, ТМ-71-9				

Копировал

Формат А4

