

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра “Машинобудування, мехатроніки і робототехніки”

«Допущено до захисту»
Завідувач кафедри ММіР
к.т.н., доцент
_____ Андрій ГРЕЧКА
« ____ » _____ 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

на тему:

«Технологічне забезпечення виготовлення стійки тукового сошника»

Виконав здобувач вищої освіти 4
курсу групи ПМ-22-3
ОПП «Комп’ютерний інжиніринг
технологій, робототехніка та 3D
друк»

Спеціальності 131 «Прикладна
механіка»

_____ Сергій МІЩЕНКО

Керівник роботи к.т.н., доцент
_____ Андрій ГРЕЧКА

Рецензент:

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет	Механіко-технологічний
Кафедра	Машинобудування, мехатроніки і робототехніки
Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітньо-професійна програма	Комп'ютерний інжиніринг технологій, робототехніка та 3D друк

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ММР
_____ Андрій ГРЕЧКА
«___» _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА

Міщенко Сергія Федоровича

1. Тема роботи: Технологічне забезпечення виготовлення стійки тукового сошника.
2. Керівник роботи: к.т.н., доц., Андрій ГРЕЧКА
3. Строк подання роботи до захисту: «___» червень 2026 р.
4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи: Метою роботи є вдосконалення технологічного процесу виготовлення стійки сошника «основа СПД8С 110.000», вдосконалення технологічного процесу виготовлення осі АСТН8 110.601, зниження трудомісткості виготовлення вузла, зниження кваліфікаційних вимог до зварника, підвищення продуктивності праці, зменшення собівартості продукції.

Завдання:

- проаналізувати вихідний технологічний процес виготовлення вузла, запропонувати заходи по раціоналізації та підвищенню ефективності технологічного процесу;
- здійснити підбір металорізального обладнання, різального інструменту, розрахувати припуски, режими різання та виконати нормування операцій технологічного процесу;
- розробити конструкцію та вимоги до технологічного оснащення пристосування для виконання позиціонування деталей в процесі зварювання лише з використанням потужностей підприємства.

5 КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	Травень 2026	вик.
2	РОЗДІЛ 1	Травень 2026	вик.
3	РОЗДІЛ 2	Травень 2026	вик.
4	РОЗДІЛ 3	Червень 2026	вик.
5	ВИСНОВКИ	Червень 2026	вик.
6	ДОДАТКИ	Червень 2026	вик.
7	Графічна частина та оформлення	Червень 2026	вик.

Дата видачі завдання «_____» _____ 2026 р.

Керівник роботи _____ Андрій ГРЕЧКА
(підпис)

Завдання прийнято до виконання «_____» _____ 2026 р.

Здобувач _____ Сергій МІЩЕНКО
(підпис)

АНОТАЦІЯ

Сергій Міщенко. Технологічне забезпечення виготовлення стійки тукового сошника. Кваліфікаційна робота для освітнього ступеня «бакалавр»: ЦНТУ, м. Кропивницький, 2026 р. – 42 с. Матеріали презентації 4 аркуші.

Мета роботи полягає у створенні вдосконаленого технологічного процесу зварювання основи СПД8С 110.000 з метою зниження трудомісткості її виготовлення, підвищення продуктивності праці та зменшення собівартості продукції.

Вдосконалення досягається шляхом детального аналізу чинного технологічного процесу, виявлення його недоліків і слабких місць. У роботі також розглядаються особливості конструкції деталей, матеріал, з якого вони виготовляється. Технологічна частина роботи включає вибір відповідного металорізального обладнання, оснащення. У конструкторській частині запропоновано конструкції шаблону та вісі (штиря) та способу контролю без застосування спеціального пристосування.

Актуальність теми зумовлена широким застосуванням даного вузла та високою складністю монтажно-зварювальних робіт з високим рівнем браку, що обумовлює необхідність удосконалення процесів виготовлення цих деталей.

Практичне значення роботи полягає в проведенні аналізу базового заводського технологічного процесу та внесенні раціоналізаторських пропозицій щодо його оптимізації. Окрім того, розроблено конструкції пристосування для монтажу та контролю якості виготовленої деталі основи СПД8С 110.000, яка є складовою частиною секції СПД8С 100.000.

Ключові слова: технологічний процес, основа, сошник, шаблон, механічна обробка.

ABSTRACT

Sergiy Mishchenko. Technological support for the manufacture of a stand for a fertilizer opener. Qualification work for the degree of "bachelor": TsNTU, Kropyvnytskyi, 2026 - 42 p. Presentation materials 4 drawings.

The purpose of the work is to create an improved technological process for welding the base of SPD8S 110.000 in order to reduce the labor intensity of its manufacture, increase labor productivity and reduce the cost of production.

Improvement is achieved through a detailed analysis of the current technological process, identifying its shortcomings and weaknesses. The work also considers the design features of the parts, the material from which they are made. The technological part of the work includes the selection of appropriate metal-cutting equipment, equipment. In the design part, the designs of the template and axis (pin) and the method of control without the use of special devices are proposed.

The relevance of the topic is due to the wide application of this unit and the high complexity of assembly and welding work with a high level of defects, which necessitates the improvement of the manufacturing processes of these parts.

The practical significance of the work lies in the analysis of the basic factory technological process and the introduction of rationalization proposals for its optimization. In addition, the design of a device for assembly and quality control of the manufactured part of the base SPD8S 110.000, which is an integral part of the section SPD8S 100.000, has been developed.

Keywords: technological process, base, opener, template, mechanical processing.

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра «Машинобудування, мехатроніки і робототехніки»

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи на тему:

«Технологічне забезпечення виготовлення стійки тукового сошника»

КРБ.ПМ.26.40.13.00.00 ПЗ

Виконав здобувач вищої освіти
4 курсу групи ПМ-22-3
ОПП «Комп'ютерний інжиніринг
технологій, робототехніка та 3D друк»
Спеціальності 131 «Прикладна механіка»
_____ Сергій МІЩЕНКО
Керівник роботи к.т.н., доц
_____ Андрій ГРЕЧКА

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ НАЯВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	10
1.1. Аналіз, опис вузла	10
1.2. Аналіз існуючої технології зварювання	17
1.3. Постановка мети і задач роботи	17
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА УДОСКОНАЛЕНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА ЙОГО ОСНАЩЕННЯ	20
2.1. Опис необхідних змін	20
2.2. Вибір ріжучого інструменту	21
2.3. Охолодження та змащення (МОР)	24
2.4. Конструювання пристосування	25
2.4.1. Направляюча вісь (штир)	26
2.4.2. Шаблон	29
2.4.3. Призначення розмірів шаблону	32
2.5. Розрахунок точності позиціювання	34
ВИСНОВКИ	38
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	40
ДОДАТОК А	

ВСТУП

Якість технологічного забезпечення завжди була одним з основних показників високої культури виробництва. Наявність високоефективного технологічного оснащення дозволяє мінімізувати час виконання технологічних операцій, підвищити точність виконання операцій, знизити вимоги до кваліфікації робітників, запроваджувати елементи автоматизації виробництва.

На підприємстві «Ремсинтез» випускається широка номенклатура виробів різного ступеня складності, спрямованих на забезпечення в першу чергу потреб сільського господарства. Серед іншого однією з одиниць даної номенклатури являється сошник СПД8С, яким оснащується переважна більшість сівалок, що випускаються на підприємстві. Таким чином досягається мінімізація витрат на виробництво, чим знижується ціна для кінцевого споживача. Водночас наявність такого базового вузла робить його виробництво критичним для безперервності технологічних процесів декількох напрямків.

Серед недоліків технологічного процесу виробництва сошника є складальна операція зварювання осі АСТН8, до якої кріпляться диски, з основою вузла. Виконання даної операції вимагає залучення зварювальника високої кваліфікації, оскільки наразі здійснюється без спеціалізованого оснащення. Розробка відповідного кондуктора та правил його використання являється нагальним для підприємства «Ремсинтез», оскільки очікується підвищення точності виконання даної складальної операції та зниження вимог до кваліфікації робітника.

Мета і задачі роботи. Метою даної роботи є вдосконалення технологічного процесу виготовлення стійки сошника «основа СПД8С 110.000», вдосконалення технологічного процесу виготовлення осі АСТН8 110.601, зниження трудомісткості виготовлення вузла, зниження

кваліфікаційних вимог до зварника, підвищення продуктивності праці, зменшення собівартості продукції. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити ряд наступних задач:

- проаналізувати вихідний технологічний процес виготовлення вузла, запропонувати заходи по раціоналізації та підвищенню ефективності технологічного процесу;

- здійснити підбір металорізального обладнання, різального інструменту, розрахувати припуски, режими різання та виконати нормування операцій технологічного процесу;

- розробити конструкцію та вимоги до технологічного оснащення пристосування для виконання позиціювання деталей в процесі зварювання лише з використанням потужностей підприємства.

Практична цінність – вдосконалено технологічний процес виготовлення стійки сошника «основа СПД8С 110.000», вдосконалено технологічний процес виготовлення осі АСТН8 110.601, розроблено пристосування для здійснення складальної операції зварюванням.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ НАЯВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

1.1. Аналіз, опис вузла

Посівна секція сівалки (рисунок 1.1) призначена для розгортання рослинних рештків, утворення борозни на визначеній глибині, створення оптимального ложе для посівного матеріалу, дозування та вкладання його у підготовлений ґрунт, подальше загортання ґрунтом з обов'язковим його ущільненням.

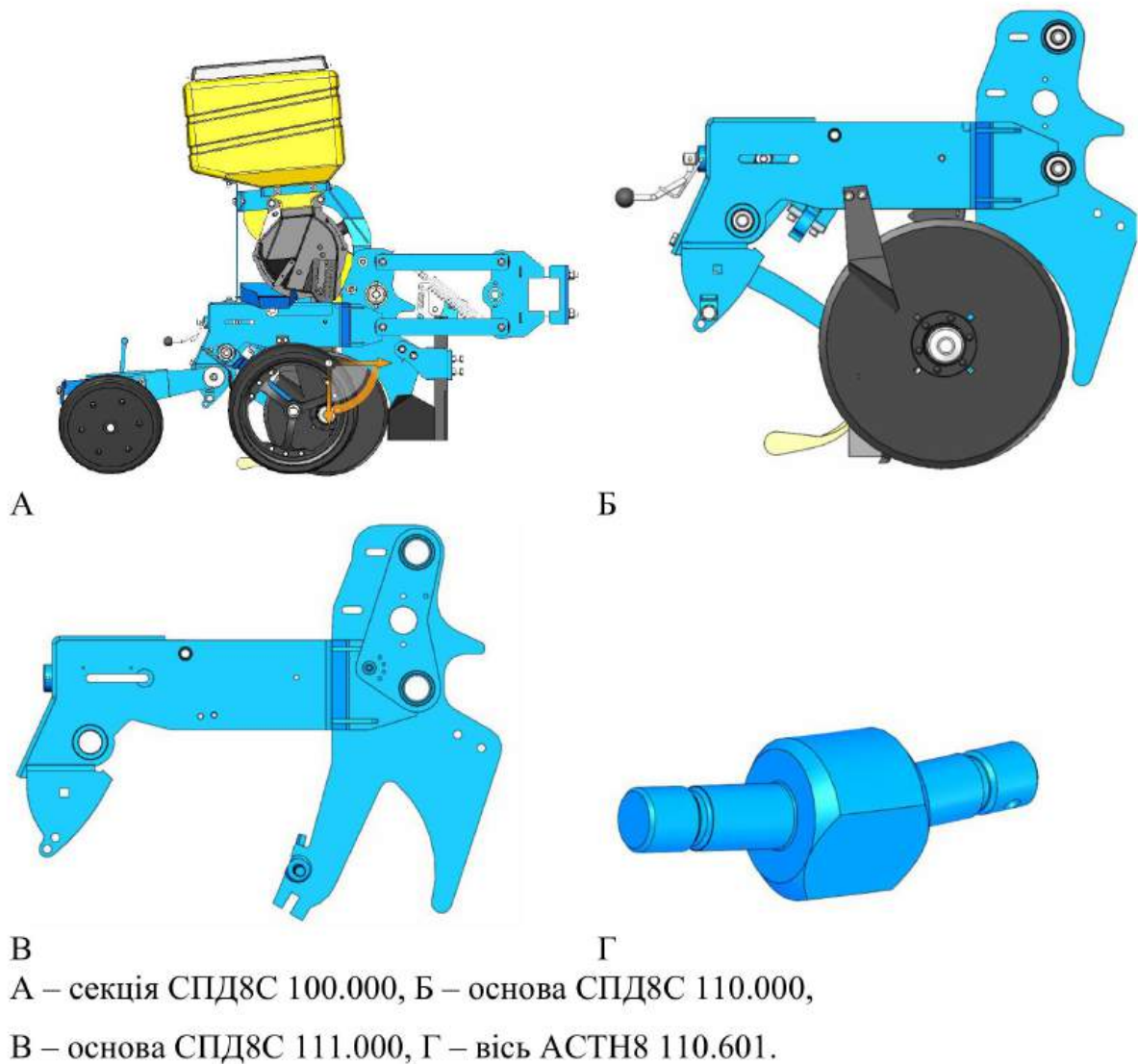


Рисунок 1.1 Деталювання секції СПД8С

Кожна з цих функцій має окремий механізм чи геометричне виконання одного чи декількох елементів, вузлів чи їх комбінації та взаємодії.

Основа СПД8С 110.000 являється частиною сошника і усієї висівної секції сівалки. елементи що входять до її складу виконують частину з вище перелічені функції. Але, найважливішою і найбільш точною комбінацією деталей при роботі сошника загалом – є позиціювання вісь АСТН8 110.601 відносно основи СПД8С 111.000 під час операції зварювання. Від правильного їх розміщення залежить:

- Положення дисків сошника по поздовжній осі сошника, диски мають змикатися у суворо визначеній точці, розміщеній під кутом відносно лінії ґрунту (горизонту) для ефективного розрізання ґрунту та унеможливлення забивання ґрунту між дисками (Рисунок)

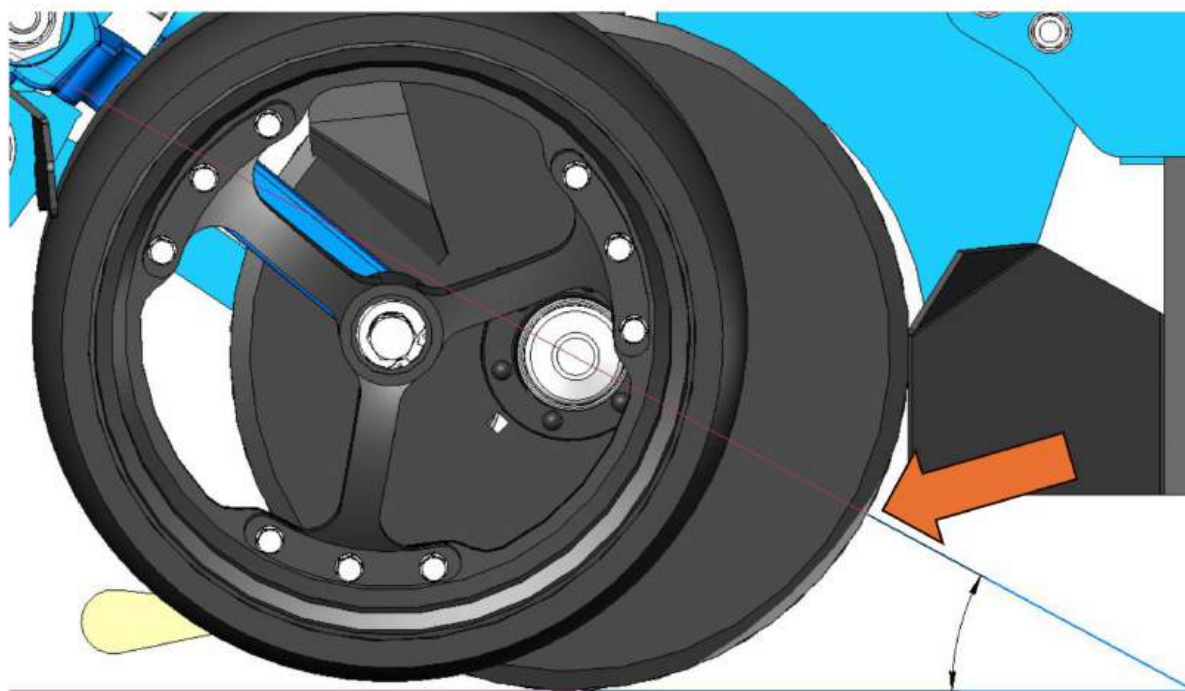


Рисунок 1.2. Точка сходження дисків.

- Диски мають розміщуватись по вісі руху сошника для правильної роботи механізмів що працюють перед дисками, всередині дисків та за дисками, крім того запобігти взаємному тертю близько розташованих елементів всередині сошника (Рисунок 1.2).

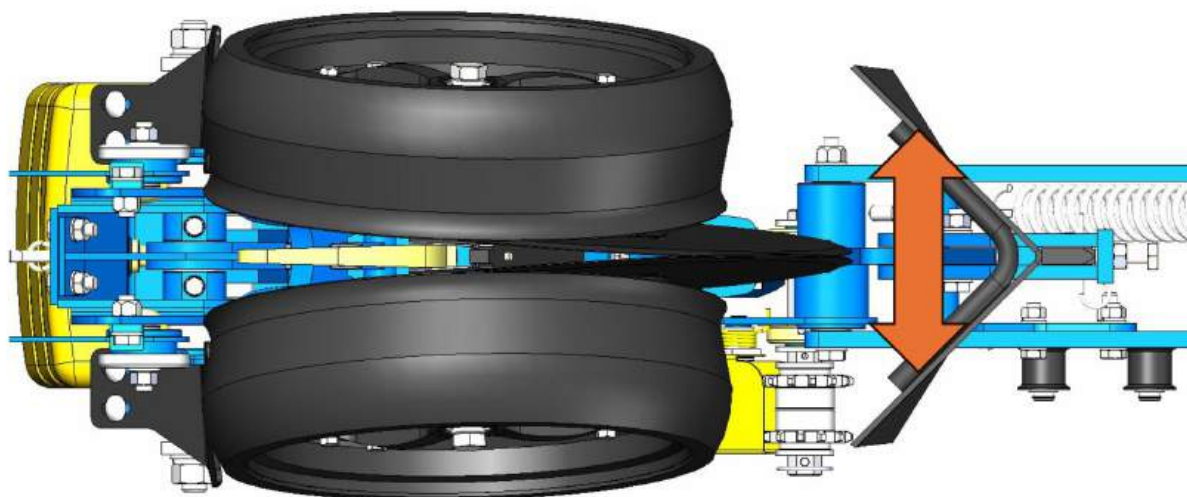


Рисунок 1.2 Симетричне розміщення елементів сошника відносно вісі.

- Диски мають розміщуватись по вісі сошника і секції загалом без провороту, для того щоб не було зсування секції чи всієї сівалки відносно вісі руху агрегата (трактора з сівалкою). При порушенні – сівалка тягне трактор у бік, або у випадку порушення на одній з секцій – міжряддя між сусідніми секціями змінюється: з однієї сторони зменшується, з іншої сторони – збільшується. Це відноситься як до горизонтального кута провороту так і до вертикального (Рисунок 1.3).

Крім агрономічних вимог до дисків присутні також певні вимоги згідно з механічною складовою вузлів та механізмів: навантаження на підшипники, навантаження на ланцюгові передачі та їх вали, навантаження на висіваючий апарат та інше., що при порушенні вимог збирання можуть призвести до прискореного зносу елементів сівалки чи виходу її з деталей.

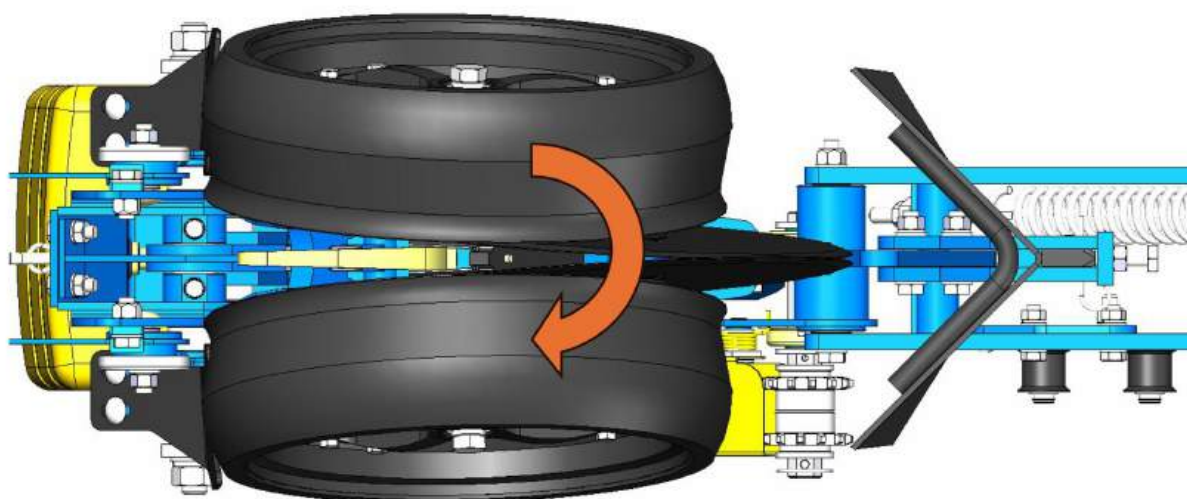


Рисунок 1.3. Провертання дисків сошника відносно вертикальної вісі

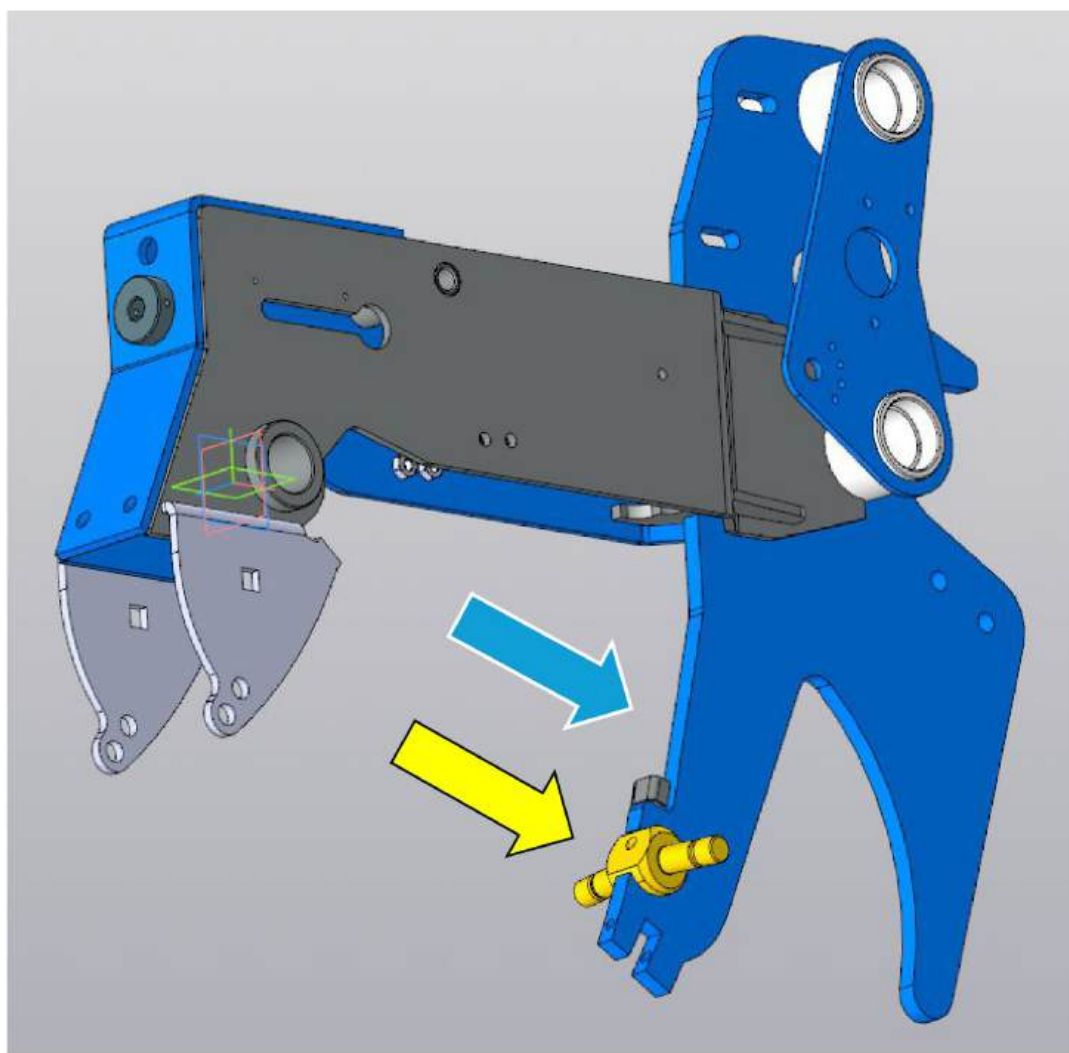


Рисунок 1.4. Загальний вигляд сошника: взаємодія вісі АСТН8 110.601 та стійки СПД8С 111.401.

Існуюча технологія виготовлення вісь АСТН8 110.601 не забезпечує точність параметра «h» (Рисунок 1.5), через це не можливо постійно орієнтувати дану деталь по одній із сторін при зварюванні і отримувати симетричність розміщення. Крім того листовий метал до якого йде приварювання використовується у стані поставки, тобто без обробки по товщині, що додатково ускладнює орієнтування.

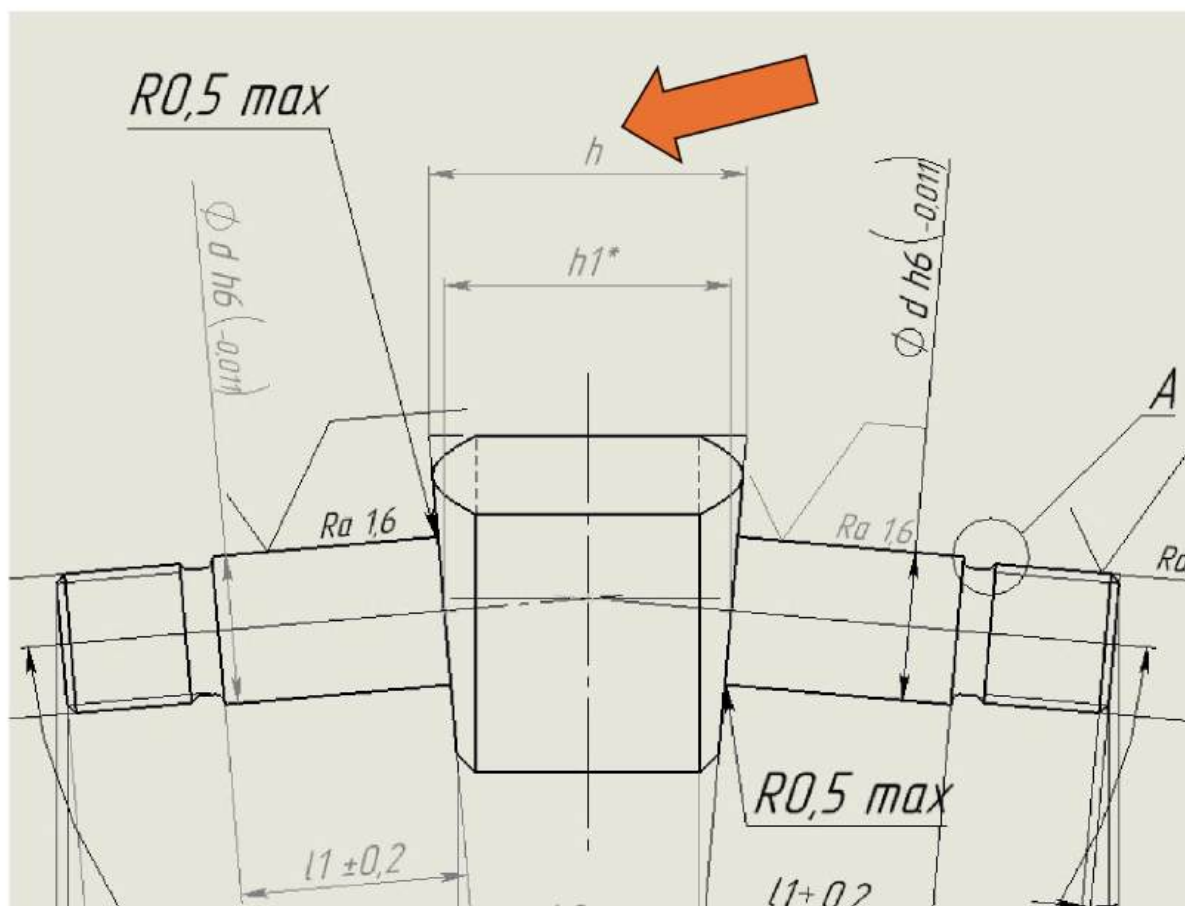


Рисунок 1.5 Фрагмент креслення вісь АСТН8 110.601

Незважаючи на наявність лиски по всій ширині «h», що могла б полегшити вирівнювання деталі відносно стійки, проте дана лиска виготовляється на універсально-фрезерному верстаті у звичайних лещатах. Без чіткого позиціонування. Тому прив'язати цю лиску до бокової поверхні листа неможливо. Лиска виконується лише для проходження насіннепровода.

Навіть за точного виготовлення лиски на вісі та фрезерування бічної поверхні листа (існуюча технологія не передбачає обробки після лазерного різання), площа взаємодії була б недостатньою для позиціонування цих двох деталей одна відносно одної. Схожа технологія використовується компанією MATERMASS (Рисунок 1.6) [12], проте має ряд відмінностей, що не дозволяють її застосування на даному типі сошника.

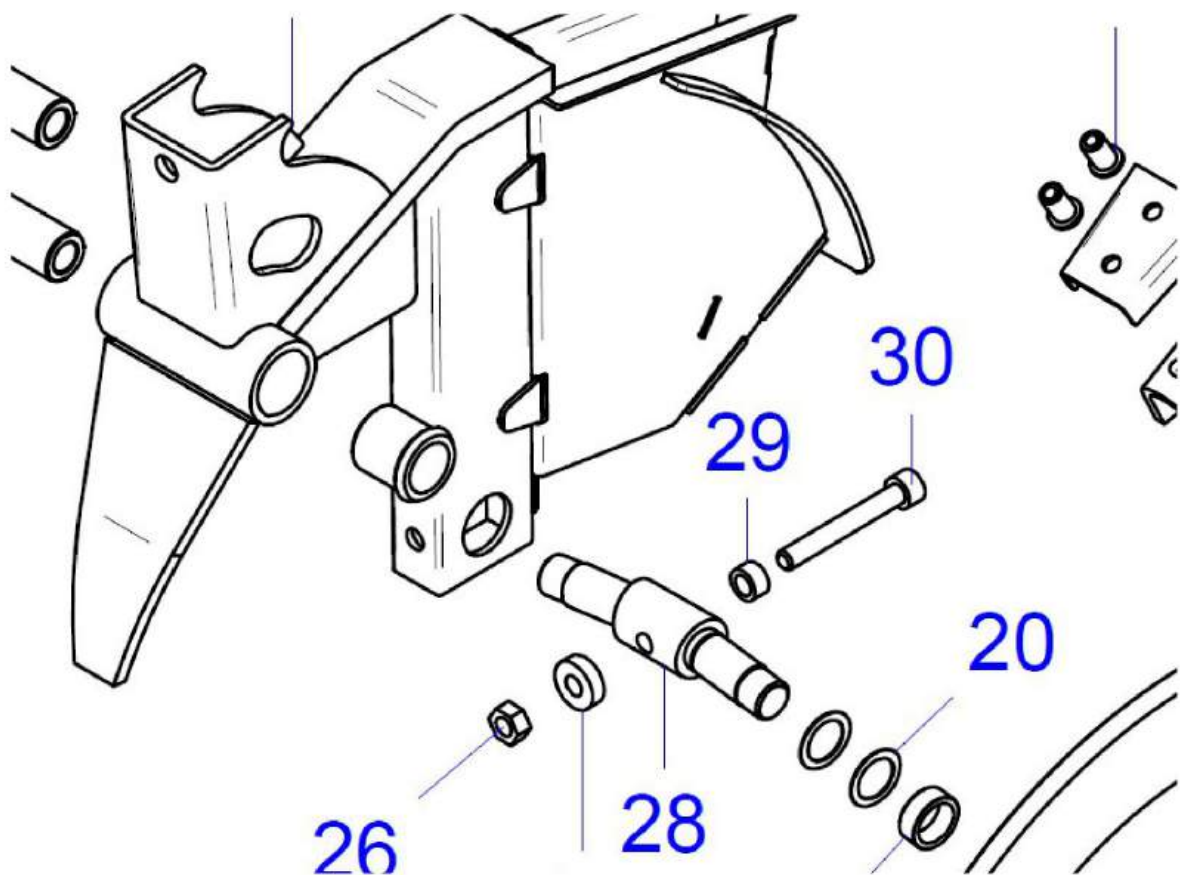


Рисунок 1.6. Схема кріплення вісі сошника MATERMASS

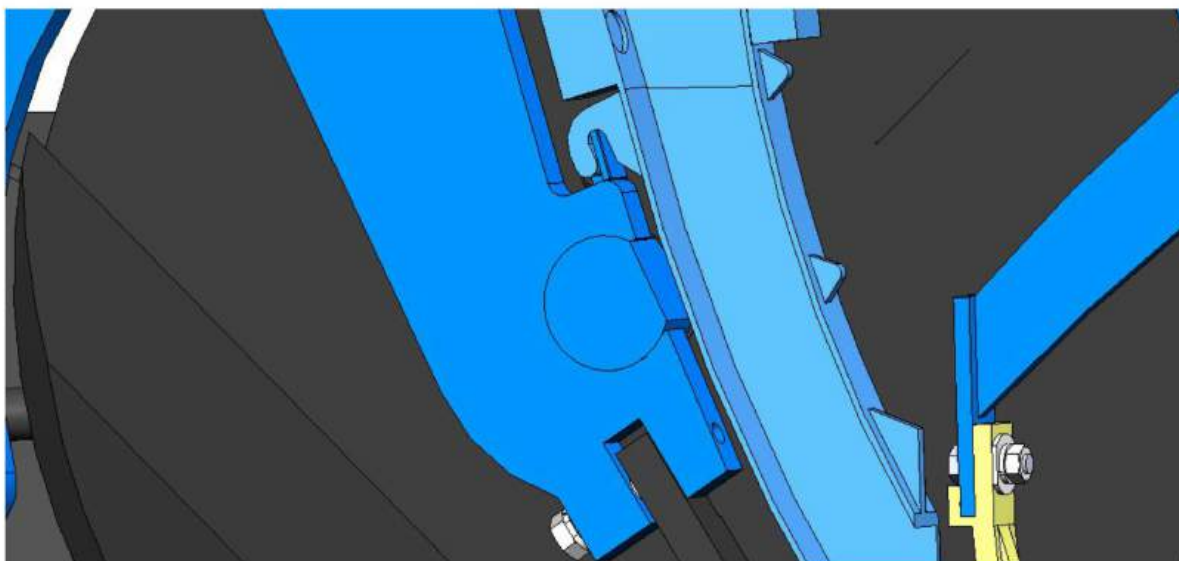


Рисунок 1.7 Сошник у розрізі з насіннепроводом.

Існуюча технологія виготовлення вісі АСТН8 110.601 передбачає наявність технологічного отвору (Рисунок 1.8), що виконується перед токарною операцією. Даний отвір позиціонує заготовку при токарній обробці для отримання похилих вісей на звичайному двовісному токарному верстаті. Зовнішній діаметр деталі обробляється, для точного позиціонування під час обробки та монтажу.

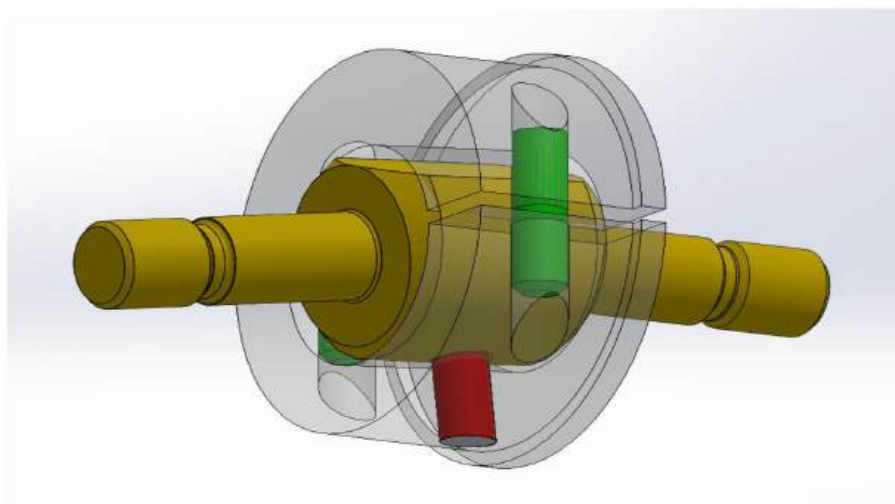


Рисунок 1.8 Пристосування для токарної обробки: червоний – штифт для позиціонування при обробці лівої та правої похилих вісей, зелені – штифти пристосування для збору половинок.

1.2. Аналіз існуючої технології зварювання

Наявна технологія збирання передбачає встановлення вісі АСТН8 110.601 на стійці СПД8С 111.401 через розточений отвір у листовій сталі. Ця посадка хоч і частково вирішує проблему позиціювання, проте не гарантує її точність та повторюваність. Оператор має взяти два диски сошника, встановити їх на недоварений сошник та зорієнтувати вісь по всім переліченим раніше параметрам: симетрично, без провертання в повздовжньому, поперечному напрямку, виконати орієнтування для забезпечення кута сходження дисків. Останній параметр завжди виконувався без будь якого точного позиціювання і міг різнитись між сошниками на одній сівалці. Додатково перевіряється затирання дисків при обертанні. Потім оператор обережно знімає один з дисків, виконує прихватки зваркою по кільком точкам, знов вдягає диски та повторно перевіряє вищезазначені параметри. При незадовільному положенні треба відрізати прихватки і операцію повторювати знов. Якщо все вірно – можна виконувати остаточне обварювання. Проте як показала практика – встановлення-знімання дисків треба виконати три і більше разів доки не буде задовільна орієнтація дисків, а відповідно і вісі. Існуюча технологія не дозволяє виконувати пряме позиціювання вісі АСТН8 110.601, а лише непрямий її контроль та встановлення дисками сошників, які в свою чергу також мають власну похибку виготовлення та збирання.

1.3. Постановка мети і задач роботи

Проведений аналіз існуючого технологічного процесу показав необхідність розробки заходів щодо поліпшення технології збирання та зварювання стійки СПД8С 111.401. Сюди варто віднести такі заходи:

- Спростити роботу зварника, зменшивши кількість дій що виконуються в процесі зварки;

- Спростити фізичну роботу зварника, усунувши необхідність встановлення, переміщення чи підгонки важких деталей, утримання їх руками та корегування їх положення за рахунок фізичного на них впливу;

- Усунути необхідність використання висококваліфікованих зварників з досвідом і перетворити на технологію з використанням низькокваліфікованих зварників без досвіду;

- Скоротити час виконання операції;

- Усунути максимальну кількість паразитних дій, що не приносять прибутку;

- Покращити якість виконаних робіт та якість готового виробу;

- Провести вищезазначені дії з використанням виключно потужностей підприємства;

- Вартість запропонованих вдосконалень (конструкції або технології) не має суттєво впливати на загальну вартість вузла.

Перелічені заходи дозволяють сформулювати мету і задачі роботи.

Метою даної роботи є вдосконалення технологічного процесу виготовлення стійки сошника «основа СПД8С 110.000», вдосконалення технологічного процесу виготовлення осі АСТН8 110.601, зниження трудомісткості виготовлення вузла, зниження кваліфікаційних вимог до зварника, підвищення продуктивності праці, зменшення собівартості продукції. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити ряд наступних задач:

- проаналізувати вихідний технологічний процес виготовлення вузла, запропонувати заходи по раціоналізації та підвищенню ефективності технологічного процесу;

- здійснити підбір металорізального обладнання, різального інструменту, розрахувати припуски, режими різання та виконати нормування операцій технологічного процесу;

- розробити конструкцію та вимоги до технологічного оснащення пристосування для виконання позиціювання деталей в процесі зварювання лише з використанням потужностей підприємства.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА УДОСКОНАЛЕНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА ЙОГО ОСНАЩЕННЯ

2.1. Опис необхідних змін

Класична технологія вирішення передбачає роботу з конструкторськими допусками і зміну їх технологіями виключно у меншу сторону, доки не буде отримано бажаного результату з точності позиціонування, використання спеціальної дороговартісної оснастки для позиціонування деталей перед та під час зварювання, введення додаткових технологічних баз чи поверхонь що могли б орієнтувати деталей в оснастці, введення проміжних операцій монтажу та зварювання готового вузла. Вводити контроль по ширині «h» (Рисунок 1.5), тобто крім переустановлення заготовки при обробці необхідно буде жорстко контролювати її положення в пристосуванні, контролювати положення пристосування в патроні токарного верстата (по вильоту та по куту повороту відносно вісі патрона), з задіянням системи обміру заготовок (типу Renishaw). Вводити жорстке точне позиціонування заготовки при фрезеруванні лиски, що б забезпечували сталий кут на всіх деталях. Вводити на стійці додаткові оброблені поверхні, по яким можливо б було базувати вісь перед зварюванням. І лише тоді можна б було виконувати базування вісі АСТН8 110.601 відносно стійки СПД8С 111.401. Крім технологічного оснащення для виготовлення деталей слід додати спеціальне оснащення для обміру готових деталей. Для оснащення що використовується мати метрологічну лабораторію для атестації і періодичної перевірки і т.д.

Не слід забувати що дана технологія дозволить виконувати базування лиш по одній стороні, щоб з іншої сторони можна було виконати зварювальні роботи.

Окремою проблемою базування і зварювання є те, що листова деталь має відхилення площинності що переходить від листової заготовки та погіршується в процесі лазерного різання. Навіть якщо вірно позиціонувати вісь АСТН8 110.601 відносно стійки СПД8С 111.401 загальне положення вісі відносно сошника може не відповідати вимогам КД і диски після встановлення будуть мати всі ті проблеми що ми намагались вирішити. Для вирішення даної проблеми треба збільшувати розміри і складність монтажно-зварювальної оснастки, щоб перенести базування вісі АСТН8 110.601 з стійки СПД8С 111.401 на основу СПД8С 111.000.

2.2. Вибір ріжучого інструменту

Для вдосконалення процесу свердління необхідно проаналізувати сучасний рівень розвитку свердл та оцінити вартість використання кожного з них. Свердла діаметром 8 мм широко представлені на ринку і представлені від старих радянських зразків моделями зі сталі P18 та P6M5 і її аналогами:

Основні модифікації та близькі аналоги:

- P18, забезпечує найвищу твердість до 65 HRC та жаростійкість до 600°C для ріжучого інструменту.
- P18Ф2, з підвищеним вмістом ванадію, що покращує зносостійкість інструменту, який працює з великими навантаженнями.
- P18K5 / P18Ф2K5, кобальтові модифікації, що підвищує теплостійкість (червоність) матеріалу та дозволяє інструменту витримувати екстремальні режими різання.
- Аналог P12, сплав із дещо меншим вмістом вольфраму, використовується в аналогічних умовах до P18.
- P6M5, найвідоміший сучасний замінник. Замість дефіцитного вольфраму тут використовується молібден 5-6%. Сталь P6M5 має

дрібнішу структуру карбідів, що робить готовий інструмент міцнішим до ударних навантажень. Існує у наступних модифікаціях:

- P6M5K5, за рахунок додавання кобальту підвищено теплостійкість, дозволяючи інструменту витримувати екстремальний нагрів до 640-660 °C та працювати з нержавіючими чи жароміцними сталями.
- P6M5Ф5, додаванням ванадію забезпечує максимальну зносостійкість на абразивних матеріалах, хоча трохи знижує ударну в'язкість інструменту.
- P6AM5-Ш, містить азот, має дрібнозернисту структуру після переплаву, відрізняється вищою міцністю та забезпечує надійність для тонких ріжучих кромок.
- P0M5Ф1 та P0M2Ф3: Сучасні безвольфрамові сплави, які дешевші у виробництві і використовуються для витіснення класичної P6M5 та їх модифікацій

Проте через високу вартість P18 була замінена аналогами і на теперішній час не виготовляється, існує лише у складських запасах. Більш екзотичні аналоги або відсутні на складах, або існують у якості підробок. Сучасні свердла з модифікацій P6M5 можна вільно зустріти у продажу, проте через низькі експлуатаційні властивості, в порівнянні з імпортними аналогами – прийнято рішення не застосовувати.

Сучасні свердла класу HSS-R, ці інструменти виготовляються методом термічного закручування заготовки під тиском. У процесі виробництва вони проходять вороніння. Фізичні властивості: мають найнижчу поверхневу твердість серед усіх HSS-свердлів, а також невелику похибку в радіальному битті. Сфера застосування: призначені для роботи з м'якими металами, листовою сталлю, алюмінієм, міддю, пластмасою та тонкостінними профілями із конструкційної сталі загального призначення. Особливості експлуатації: Вимагають часті перерви, не витримують сильного тиску. Єдиний плюс – низька вартість, що робить їх популярними для разових домашніх робіт.

Свердла класу HSS-G виготовляються на прецизійних верстатах із цільної болванки за допомогою фрезерування та шліфовки. Фізичні властивості: мають ідеальну геометричну точність, циліндричність і практично нульове осьове і радіальне биття. Шліфувана спіральна канавка має мінімальну шорсткість, що критично важливо для безперешкодного ковзання та виведення стружки назовні. Сфера застосування: для майстерень та будівельних майданчиків, чудово справляються з вуглецевими сталями, сірим та ковким чавуном, легованими сталями з межею міцності при розтягуванні до 900 Н/мм². Особливості експлуатації: Дозволяють працювати на середніх та високих швидкостях, за наявності охолодження. Забезпечують рівні краї отвору діаметром рівно 8 мм без розбиття стінок завширшки.

Свердла HSS, HSS-E (Сплави M35 та M42), це вершина еволюції монолітних свердел із швидкорізальної сталі. При їх виплавці до складу вводиться від 5 до 8% чистого кобальту. Зовні вони виділяються благородним бронзовим або янтарним відтінком. Фізичні властивості: головна перевага кобальту – забезпечення екстремальної термостійкості сплаву, яку металурги називають «червоностійкістю». Інструмент зберігає свою твердість та ріжучу здатність під час нагрівання в зоні контакту до 600–650 °C. Сфера застосування: створені спеціально для обробки важких, в'язких та надтвердих матеріалів. До них відносяться аустенітні нержавіючі сталі, жароміцні та кислотостійкі сплави, розжарений метал, ресори, елементи автомобільних підвісок та сейфові пластини. Особливості експлуатації: кобальтові свердла більш крихкі на злам у порівнянні зі звичайними HSS. Перекіс під навантаженням призведе до того, що свердло просто лусне.

Свердла із захисними та твердосплавними покриттями:

Для підвищення ресурсу стандартних HSS-G сверدلів їхню робочу частину покривають шарами зносостійких сполук:

HSS-TiN нітрид титану: візуально відрізняються за яскравим золотим кольором. Покриття підвищує мікротвердість поверхні до 2300 HV та знижує

коефіцієнт тертя. Ресурс свердла збільшується у 3–4 рази. Максимальна робоча температура збільшується до 600 °С.

HSS-TiAlN титан-алюміній-нітрид: мають фіолетово-чорний або темно-сірий колір. Найдорожче покриття, яке витримує нагрівання до 900 °С. Створює на поверхні оксидний шар, що захищає інструмент при жорстких режимах різання навіть без використання охолоджуючої рідини.

Для операції свердління було обрано свердла HSS-TiN Tungaloy DSW080-043-08DE5 що додатково охолоджуються повітряно-водною емульсією. За рахунок покриття свердла – вдалось перейти від операції глибокого свердління з періодичним виведенням свердла з зони різання на свердління суцільного отвору на прохід. Свердло дозволяє вільно виводити стружку з зони різання та з гвинтової поверхні свердла.

Геометрія заточування: обрані свердла з кутом 140°, що можуть обробляти тверді та високолеговані сталі та не утворюють заусенців при виході свердла, що в свою чергу усунуло необхідність наступної слюсарної обробки.

Хоча виробник і рекомендує частоту обертання 2800 – 3600 для даного діаметру, проте існуючий верстат 2Н135 не має таких параметрів і охолодження не повноцінне (не через тіло інструменту), тому вирішено було обрати частоту обертання 1400, що являється максимальною для нього.

2.3. Охолодження та змащення (MOP)

Для даної операції було обрано відмовитись від штатної подачі охолоджуючої рідини та перейти на систему з зовнішнім приводом. Дана система є швидкомонтованою, і приводиться в дію від стисненого повітря, засмоктуючи за собою мастильно-охолоджуючу рідину. Отримана емульсія поступаючи у зону різання та на свердло частково охолоджує і змащує зону різання, проте дозволяє не накопичуватись у середині верстату. В якості

мастильно-охолоджуючої рідини обрано водопровідну воду, що не потребує контролю концентрації чи засобів індивідуального захисту при роботі, а при контакті з гарячим металом – просто випаровується, не накопичуючись у верстаті.



Рисунок 2.1 Система подачі повітряно-водної емульсії

2.4. Конструювання пристосування

Після певних спроб вдосконалення існуючої технології було вирішено розділити кожен з існуючих проблем окремо на складові і взаємодіяти виключно з ними, по чергові вирішуючи їх прийти до фінального результату.

Фінальна версія оснастки що буде використана для позиціювання та зварювання вісі АСТН8 110.601 та стійки СПД8С 111.401.

2.4.1. Направляюча вісь (штир)

Вісь АСТН8 110.601 вже має технологічний отвір $\varnothing 8$ що використовується для токарної обробки (Рисунок 1.5), проте цей отвір лише на глибину 15 мм. Вирішено використати цей отвір для позиціонування деталей при монтажно-зварювальних роботах, продовживши його до наскрізного. Саме інша сторона отвору буде давати напрям для направляючої вісі (штиря).

В якості направляючої вісі (штиря) використано калібрований пруток $\varnothing 8 \times 11$ Ст45, довжиною 330мм., даний пруток широко використовується на підприємстві. Його прямолінійність можна миттєво перевірити повернувши навколо власної вісі, а у разі виходу його з ладу може бути миттєво заміненим на новий. Варіант з гартованою заготовкою для свердел $\varnothing 8$ було відхилено, оскільки подібну довжину виготовляють лише по спец замовленням і її вартість не пропорційно висока до звичайного каліброваного прутка Ст45.

Принцип дії: направляюча вісь (штир) вставляється у вісь АСТН8 110.601 до упору в стінку стійки СПД8С 111.401 (Рисунок 2.2). На цьому етапі можна прокрутити направляючу вісь навколо власної вісі щоб переконатись у її прямолінійності.

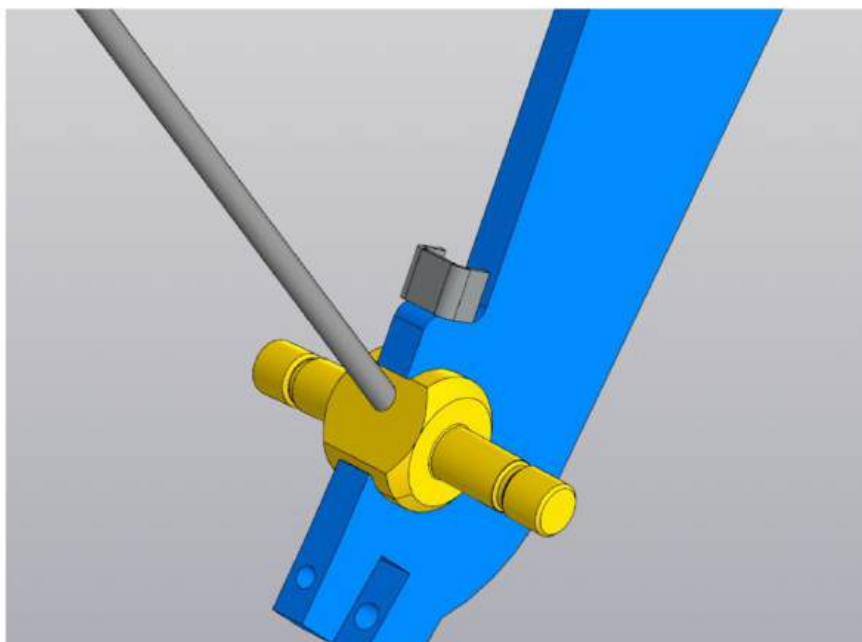


Рисунок 2.2. Направляюча вісь (штир) встановлена у отвір вісі АСТН8 110.601

Іншою стороною направляюча вісь (штир) спрямовується до корпусу сошника (Рисунок 2.2), де зварник може орієнтувати вісь АСТН8 110.601, так, щоб вона була розміщена перпендикулярно до корпусу сошника та напрямку його руху (Рисунок 2.3) та спрямовувала вісь АСТН8 110.601 під необхідним кутом до сошника і утворювала необхідний кут сходження дисків відносно поверхні ґрунту (Рисунок 2.4). Використовувати з протилежної сторони якісь упори чи направляючі заборонено, оскільки направляюча вісь (штир) не має високої жорсткості і при торканні за якісь деталі буде згинатись, даючи хибну інформацію для зварника. Розміщення деталі по середині корпусу відбувається візуально, або з використанням лінійки, шляхом обміру з ліва та з права Відстань в 16 мм. вимірюється лінійкою, або на око, оскільки навіть зміщення в обидві сторони на 10 мм, тобто від 6 до 26 мм дають відхилення від кута що не перевищує одного градуса, що визначено графічною побудовою в програмі SOLID WORKS (Рисунок 2.5).

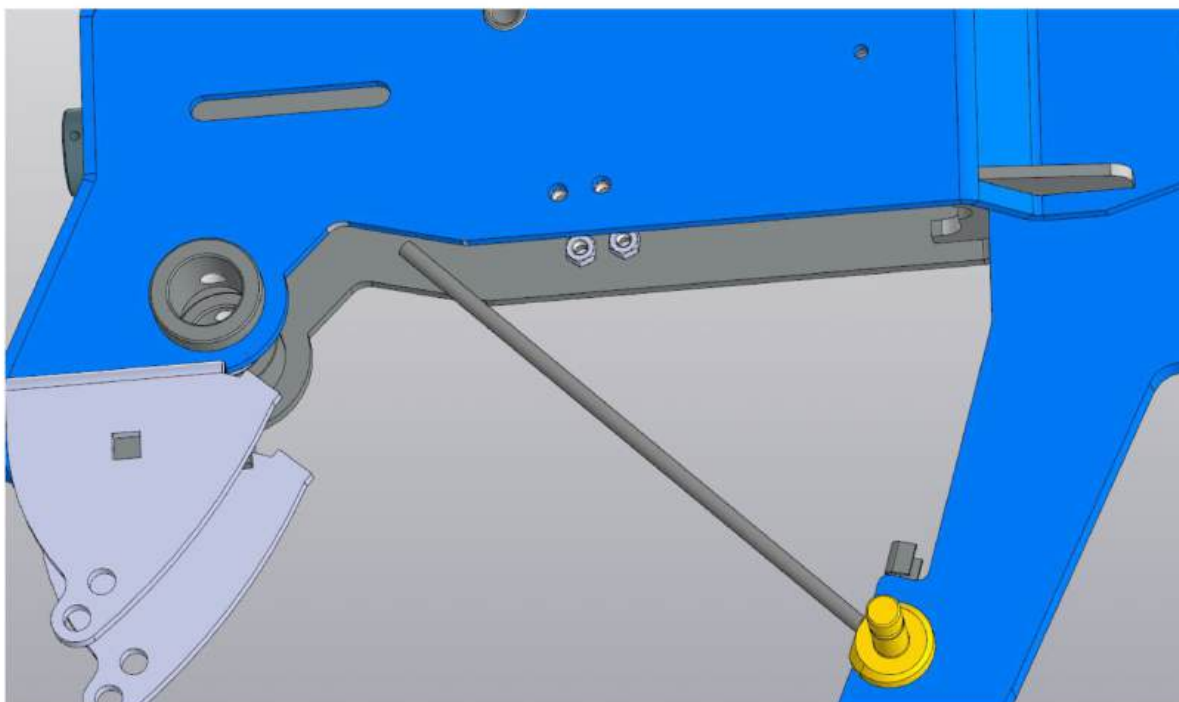


Рисунок 2.3. Загальний вигляд направляючої вісі (штиря) в корпусі сошника

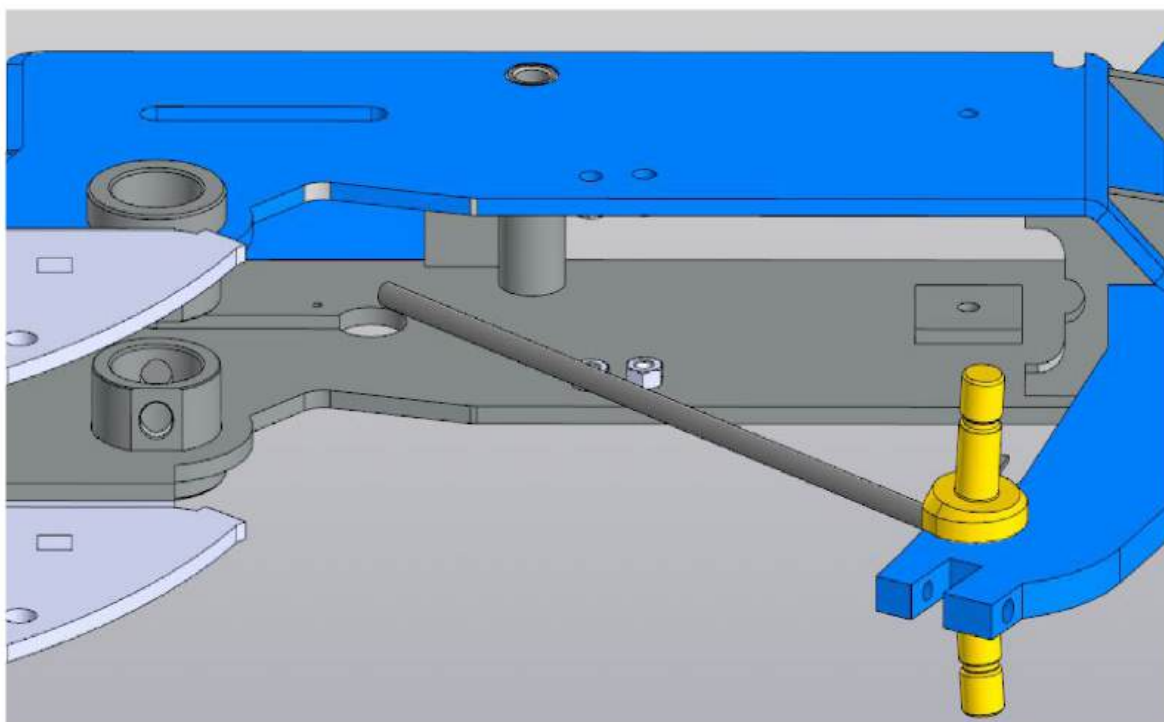
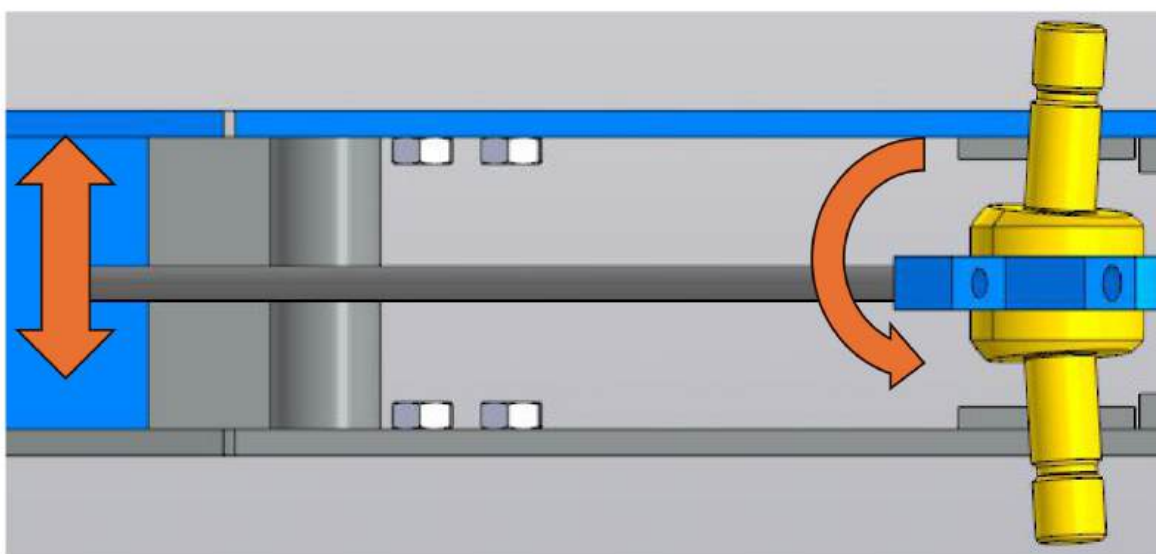


Рисунок 2.4. Орієнтація вісі АСТН8 110.601 по повздовжньому куту відносно руху сошника

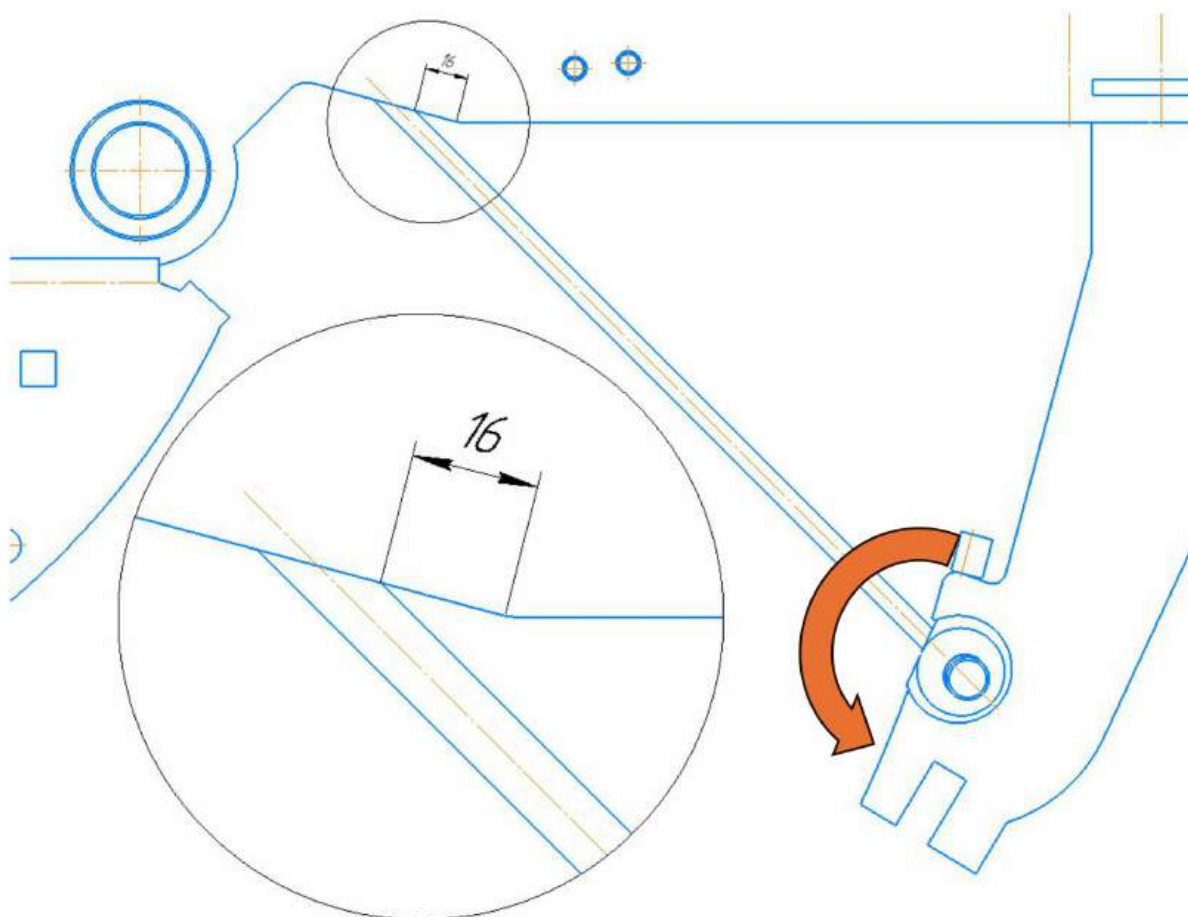


Рисунок 2.5. Орієнтація вісі АСТН8 110.601 за кутом нахилу

Орієнтація відбувається за рахунок орієнтації направляючої вісі (штиря) по середині корпусу сошника. Вигляд у 3D та у перспективі

2.4.2. Шаблон

Вісь АСТН8 110.601 має бути розміщена виключно по середині відносно стійки СПД8С 111.401, незалежно від фактичної ширини вісі або стійки. Для цього використовуємо спеціальний шаблон (Рисунок 2.6).

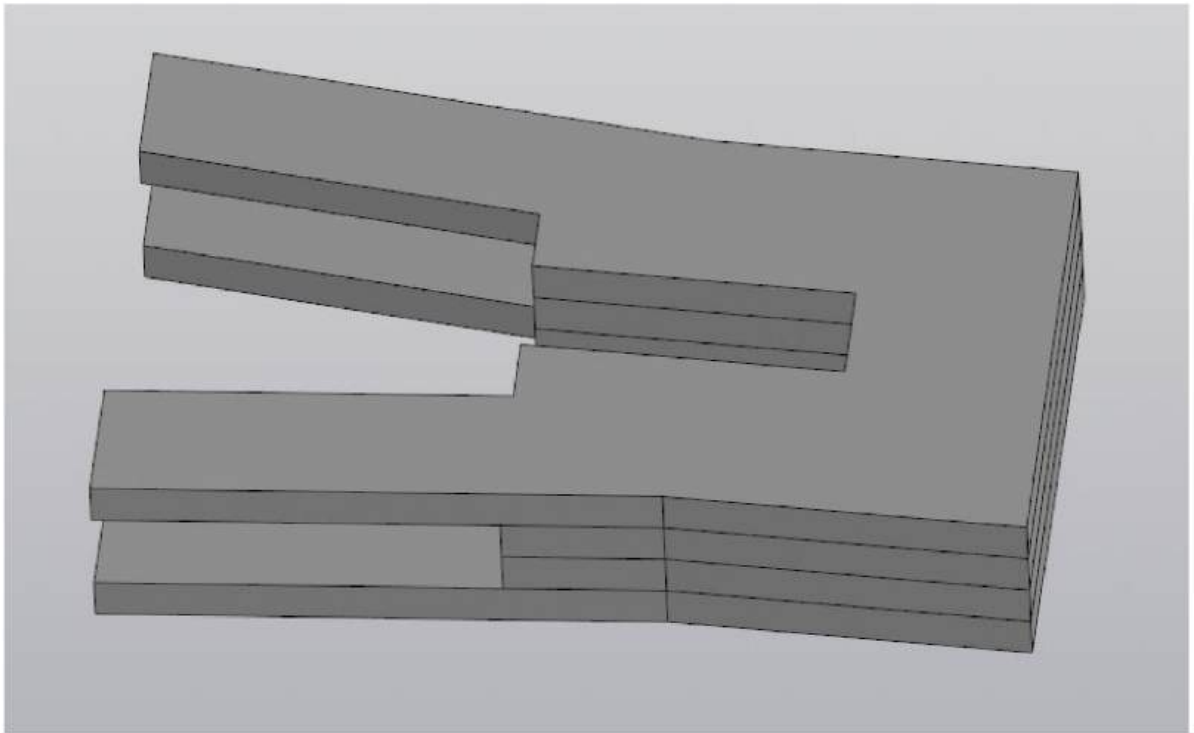


Рисунок 2.6. Шаблон

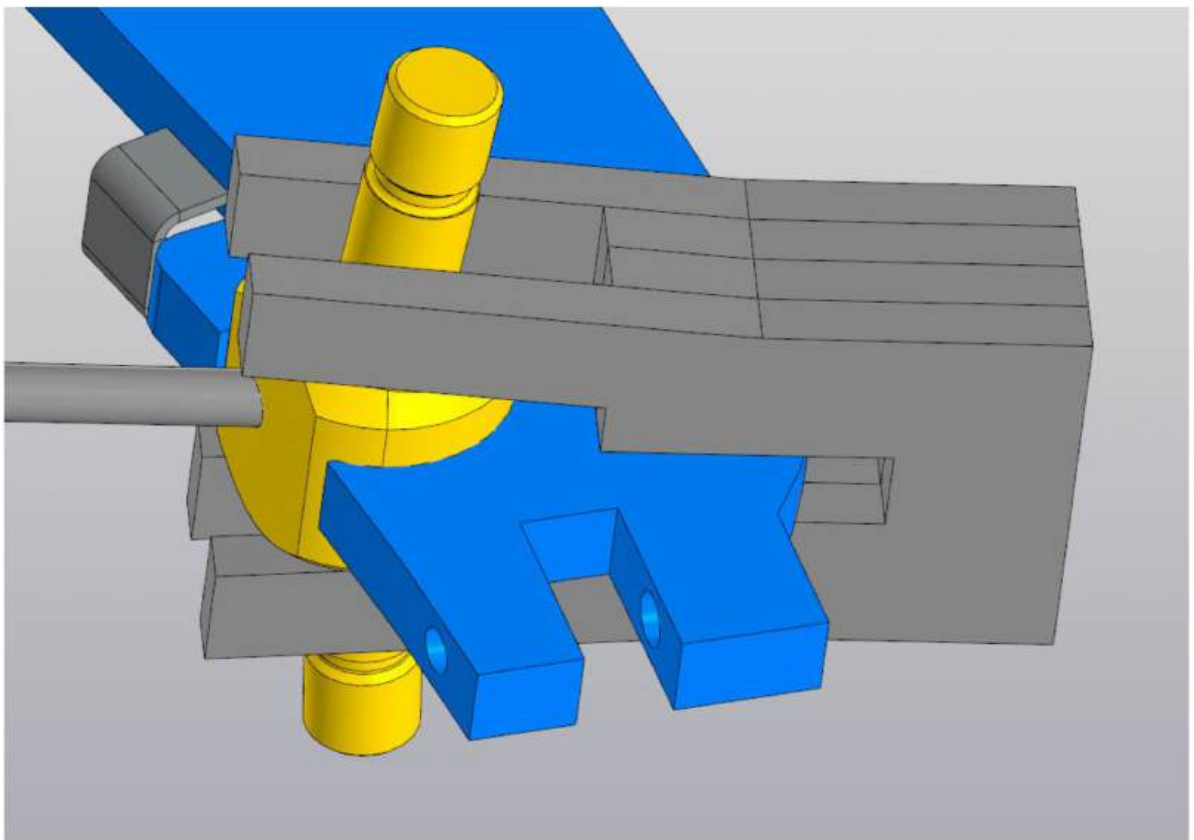


Рисунок 2.7. Шаблон у взаємодії з деталями

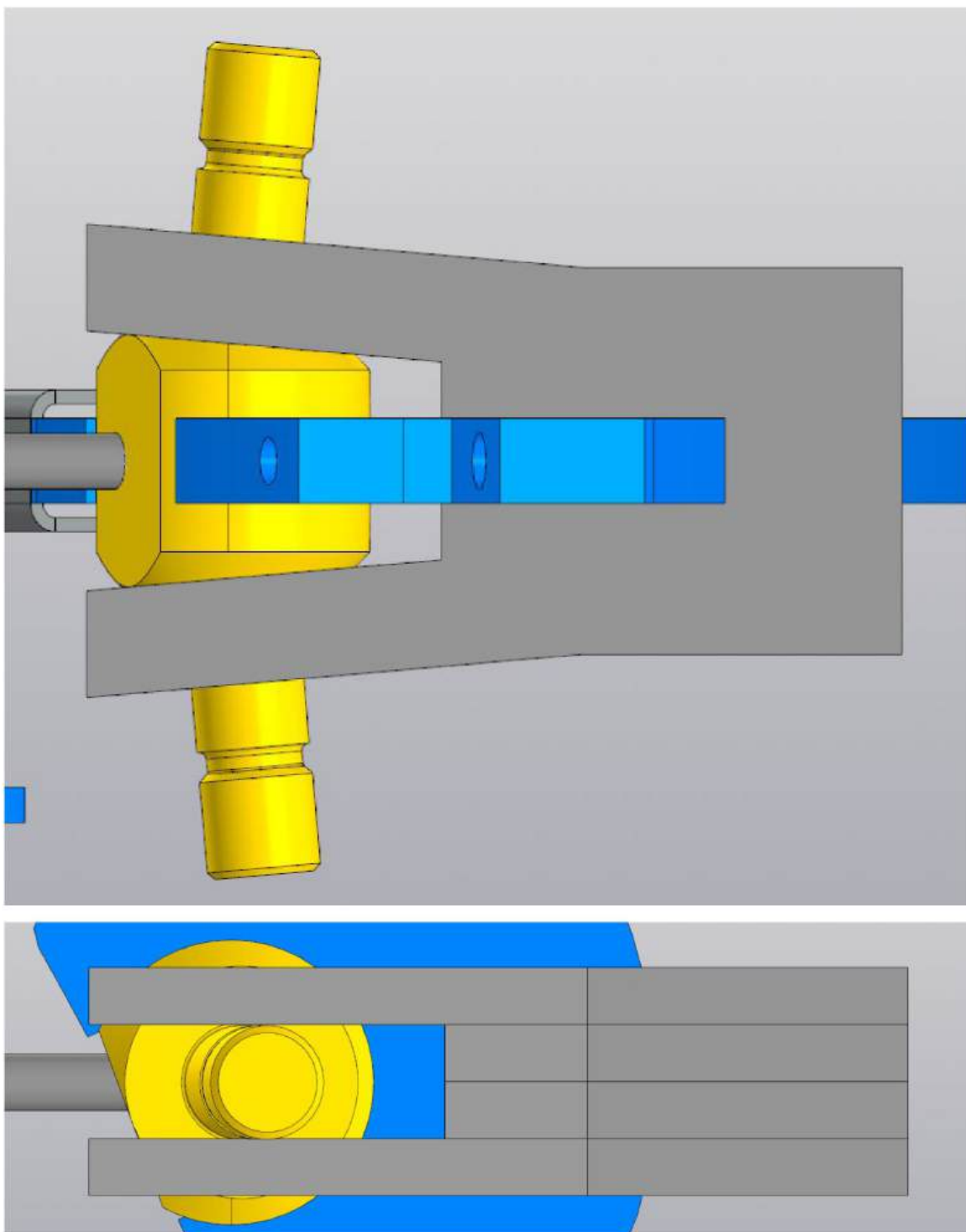


Рисунок 2.8. Положення шаблону в робочому положенні, при повному приляганні до вісі АСТН8 110.601 та стійки СПД8С 111.401.

Середня частина шаблону встановлюється на листовий матеріал стійки СПД8С 111.401 товщиною 12мм, а кутовий паз вдягається на конічні поверхні вісі АСТН8 110.601. Шляхом провертання шаблону відносно вісі і

невеликого притискання його в напрямку вісі АСТН8 110.601 – досягається повне прилягання конусної поверхні шаблону до конусної поверхні вісі АСТН8 110.601. Ознакою повного прилягання є повертання вісі АСТН8 110.601 при повертанні шаблону. Відстань між листовими деталями, з яких виготовлений шаблон (листова сталь 8мм складена вдвічі) повністю збігається з розміром «пів вісей» $\varnothing 16h6_{(-0,011)}$ деталі вісь АСТН8 110.601.

2.4.3. Призначення розмірів шаблону

Направляюча вісь (пруток) ніякого конструювання не передбачає, оскільки для її виготовлення необхідно всього лише кутошліфувальна машинка (болгарка) та рулетка щоб відміряти необхідну довжину.

Проектування шаблону передбачає роботу з кресленням компонентів сошника і його 3D моделлю. Оскільки всі поверхні взаємодії з шаблоном є охоплюємі та допуски ключових елементи лише у сторону зменшення то проектування виконується виключно по номінальним розмірам з 3D моделі, а зазор що буде отримано в процесі буде достатнім для легкої взаємодії між складовими елементами та достатнім для точного позиціювання.

Проектування елементів шаблону виконується виключно по 3D моделі шляхом проекції на відповідні площини, для поверхонь шаблону що можуть залежати від фактичних розмірів вісі АСТН8 110.601 додається гарантований зазор в 10 мм. гарантована довжина взаємодії між деталями складає 30 та 32,84 мм, відповідно.

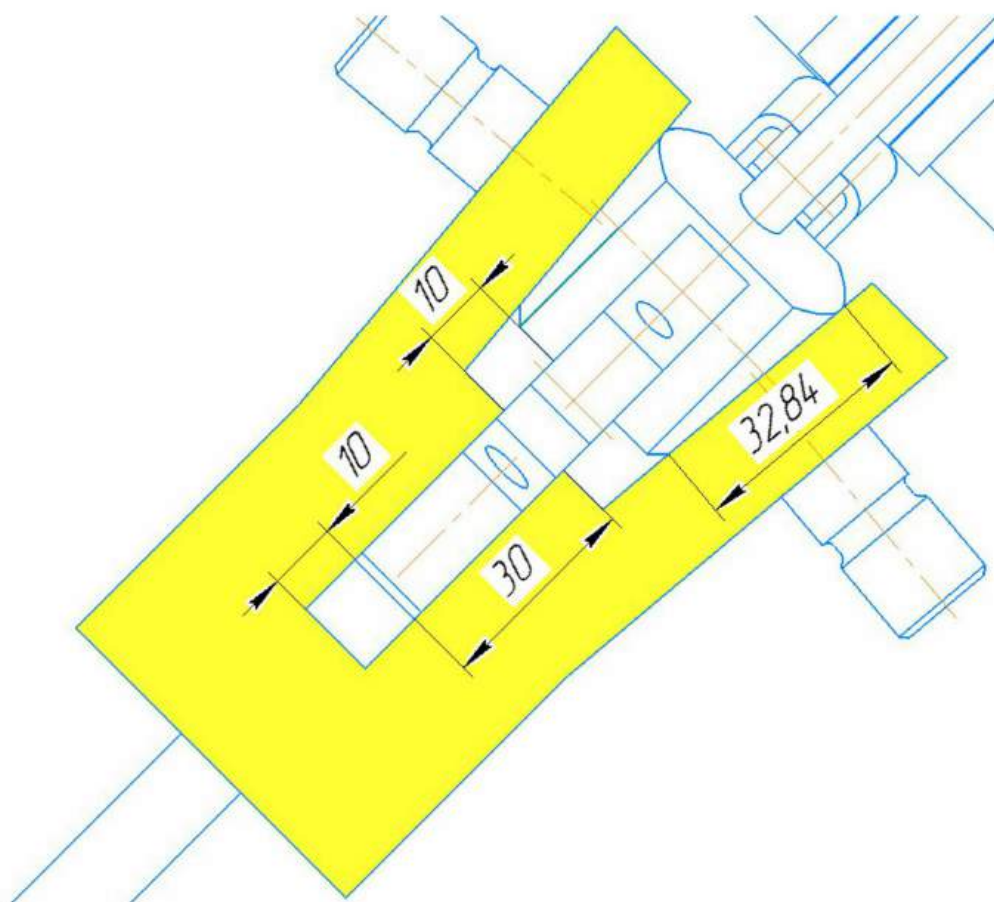


Рисунок 2.9. Принцип проєктування шаблону

Виготовлення шаблону виконується методом лазерного різання і наступною зваркою по місцю, при взаємодії між віссю АСТН8 110.601 та стійкою СПД8С 111.401. Отримана точність відповідає поставленій задачі. Навіть при наявності відхилень на операції лазерного різання, де контур деталі буде меншим за контур на кресленні, викликаним шириною різки лазерного променя – загальний кут шаблону залишиться тим що передбачено кресленням. Зазор між листом стійки СПД8С 111.401 та контуром шаблону так само не впливатиме на точність позиціювання. Навіть при збігу допусків від товщини металу, згідно ГОСТ 19903–74 для листа 12 мм $-0,8$, та пазу від лазерної різки $+0,2$, тобто загальний зазор на сторону що можна отримати при приєднанні цих деталей буде 1,0 мм, що дорівнює допуску симетричності 0,5мм.

2.5. Розрахунок точності позиціонування

Для перевірки правильності обраного методу контролю позиціонування деталей необхідно визначити максимальний допуск приєднання направляючої вісі (штиря) до деталі вісь АСТН8 110.601 і розрахувати максимальне значення відхилення деталей.

Виходячи з можливостей системи ВПІД (верстат – пристосування - інструмент – деталь), якою буде виконано центруючий отвір у деталі встановлено наступне:

- Свердло дозволяє отримати точність по 6 квалітету [11];
- Верстат та затискний патрон в наявному стані не можуть забезпечити необхідне центрування і осьовий рух що забезпечить 6 квалітет, інструмент буде частково розбивати отвір при свердлінні
- Пристосування в якому виконується свердління не має направляючої кондукторної втулки, тому можливе відведення свердла при врізанні, та позиціонування самого пристрою на столі виконується без точного позиціонування, що так само впливатиме на відведення інструмента при врізанні і на фактичну точність отвору
- Відсутність операції центрування чи кернування перед свердлінням дає додаткову похибку на свердлінні і відповідно на «розбивання» отриманого отвору.

Виходячи з вище перелічених даних, та для забезпечення гарантованої точності отримання отвору, навіть при впливі усіх відхилень – обираємо 12 квалітет з відхиленням Н (Таблиця 2.1), тобто отвір буде $\varnothing 8H12(+0,15)$. Необхідно перевірити чи задовольняє обрана точність отримання отвору закладеним у складальному кресленні параметрам точності позиціонування деталей.

Маючи параметри отвору $\varnothing 8H12(+0,15)$, що обрані для перевірки точності і параметри каліброваного прутка (штиря) $\varnothing 8h11(-0,09)$ можна

вирахувати точність позиціювання цих двох деталей та яке відхилення буде на краю вісі (прутка) при її використанні у зварному кондукторі, тобто точність з якою буде готова стійка сошника основа СПД8С 111.000 позиціонувати диски сошника і чи не призведе це до їх затирання.

Оскільки обидві деталі виготовлені по Н (h), то відхилення будуть лише у сторону від нуля, тобто це посадка з гарантованим зазором. А оскільки нам потрібен лише максимальний зазор, що максимально впливатиме на точність, тому розрахунок буде виконано для нього. Оскільки у обох деталей номінальні розміри однакові, то розрахунок можна виконати за наступною формулою[14]:

$$S_{max} = ES - ei, \quad (1)$$

де ES – верхнє відхилення отвору, мм;

ei – нижнє відхилення валу, мм.

$$S_{max} = 0,15 - (-0,09) = 0,24 \text{ мм}$$

За рахунок розміщення направляючої вісі в отворі деталі вісь АСТН8 110.601 можливий нахил однієї поверхні відносно іншої (Рисунок). Довжина контакту між деталями складає 34 мм (КЄ235), а тому кут α що буде утворюватися між ними складатиме [14]:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{D}{L}\right) - \arcsin\left(\frac{d}{\sqrt{D^2 + L^2}}\right), \quad (2)$$

де D – діаметр отвору, мм;

L – довжина отвору, мм;

d – діаметр вала, мм;

K – довжина отвору, мм.

$$\alpha = \arctan\left(\frac{8,15}{34}\right) - \arcsin\left(\frac{7,91}{\sqrt{8,15^2 + 34^2}}\right) = 0,404051^\circ$$

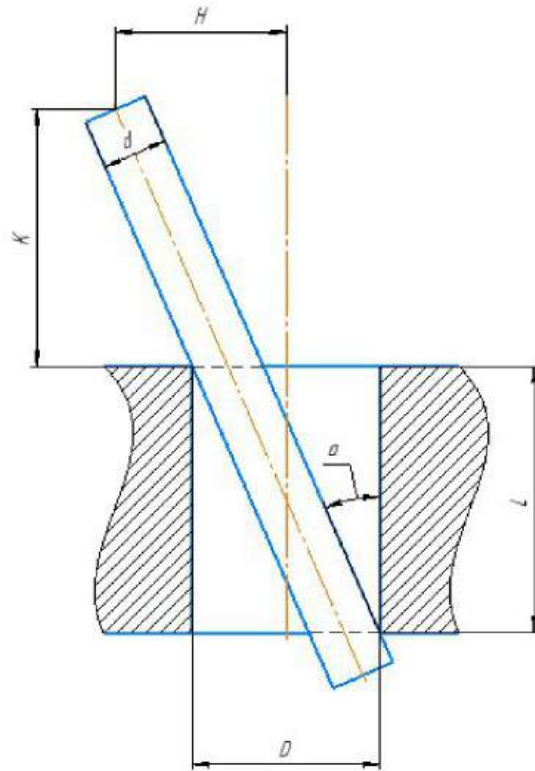


Рисунок 2.10. Схема взаємодії елементів пристосування

Для розрахунку максимального відхилення вісі (штиря) від умовної лінії симетрії необхідно [14]:

$$H = \frac{D}{2} - K * \tan \alpha - \frac{d}{2 * \cos \alpha} \quad (3)$$

де K – довжина вильоту вісі (штиря) з тіла вісі АСТН8 110.601, мм

$$H = \frac{8,15}{2} - 296 * \tan(0,40451) - \frac{7,91}{2 * \cos(0,40451)} = 1,967 \text{ мм}$$

Розрахунки було виконані за допомогою штучного інтелекту GEMINI [14] та перевірені графічною побудовою в програмі SOLID WORKS.

Отримані дані повністю задовольняють поставлену задачу з точності і можуть бути використані на практиці. А оскільки фактичні значення діаметрів ніколи не будуть на своїх граничних значеннях і максимальний кут між деталями неможливий – то точність позиціонування лише збільшується. За наявності зносу на віші (штирі), що дасть коливання його в отворі – зварник має змінити його на новий. Допустиме коливання буде визначатись лінійкою, безпосередньо на місці монтажу деталей у зварному кондукторі, на кінці вісі (штиря) воно не має перевищувати 3 мм, або $\pm 1,5$ мм. розрахований нахил Н буде являтися граничним ступенем зносу.

Таблиця 2.1. Значення допусків в залежності від квалітету Н для $\varnothing 8$

	Верхнє відхилення, ES	Нижнє відхилення, EI	Діапазон допуску, TD
$\varnothing 8H6$	+0,009 мм	0	0,009 мм
$\varnothing 8H8$	+0,022 мм	0	0,022 мм
$\varnothing 8H10$	+0,058 мм	0	0,058 мм
$\varnothing 8H12$	+0,150 мм	0	0,150 мм
$\varnothing 8H14$	+0,360 мм	0	0,036 мм

Виходячи з вище перелічених даних, та для забезпечення гарантованої точності, навіть при впливі усіх відхилень – для отвору було правильно обрано 12 квалітет з відхиленням Н (Таблиця 2.1), тобто отвір буде $\varnothing 8H12(+0,15)$. Так як розміщення отвору відносно осьової лінії заготовки не впливатиме на фактичний результат при виготовленні та позиціюванні деталей на операції зварювання, то додаткові технологічні допуски форму та розташування вводити немає необхідності.

ВИСНОВКИ

Скорочено або повністю усунуто певні дії при орієнтації вісі АСТН8 110.601 відносно стійки СПД8С 111.401: немає необхідності встановлювати та знімати диски сошників перед зварюванням для виставляння та перевірки положення вісі АСТН8 110.601

Скоротивши фізичну працю зварника – вдалось підвищити його продуктивність і скоротити штучний час.

Немає необхідності мати в цеху диски сошників, які являлись придатними деталями, що взяті з дільниці збирання. Деталі повернуті на дільницю та використані при зборі наступної сівалки.

Максимально спрощено орієнтацію по симетрії вісі АСТН8 110.601 відносно стійки СПД8С 111.401, деталі після орієнтації повністю відкриті і доступні для процесу зварювання (не закриті дисками), що полегшує як візуальний контроль зварювання так і зручність самого зварювання.

За рахунок спрощення робіт, що виконує зварник, вдалось знизити розряд зварника та зменшити час навчання.

Загальний час зварювання основи СПД8С 111.000 скорочено з 87 хв до 79 хв.

Готові сошники при збиранні показали повну працездатність запропонованого методу зварювання.

Знайдено метод і спосіб вирішення поставлених задач без використання металоріжучого обладнання, без використання дороговартісних матеріалів чи технологій. Вартість оснастки для запропонованого методу на стільки мізерна, що навіть не потребує перерахунку вартості виготовлення готового вузла.

Єдине «ускладнення» та удорожчання виготовлення даного вузла – необхідність свердлити наскрізний отвір через 42мм замість глухого глибиною 15 мм. Штучний час збільшено з 3,6 хв до 4,5 хв.

Додатково: під час роботи над даним проектом встановлено, що першоджерело, а саме: креслення деталі вісь АСТН8 110.601 має ряд неточностей та конструкторських помилок, що були допущені при оформленні чи створенні креслення. Оскільки 3D модель, на сьогоднішній час, являється першоджерелом, що використовується для моделювання, припасування та комплектування сошника та сівалки загалом, то слід оперувати саме способом побудови цієї моделі, і відповідно перенести ці розміри у креслення. Не дивно, що під час виготовлення деталі постійно виникали труднощі з налаштуваннями верстата та обміром як міжопераційним так і готової деталі. Креслення деталі було заново розроблено з використанням даних першоджерела, а саме 3D моделі. Прийнятий спосіб обміру що максимально спрощує виготовлення, оскільки деталь може бути обміряна навіть без зняття з верстату. Також розроблені операційні ескізи, що полегшили роботу на виробництві.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Методичні рекомендації до кваліфікаційної роботи / Укл.: І.І. Павленко, В.А. Мажара, К.К. Щербина, О.І. Скібінський. – Кроп-цький: ЦНТУ, 2021 – 42 с.
2. Технологія машинобудування. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з технології машинобудування для студентів спеціальностей «Прикладна механіка», «Галузеве машинобудування» денної та заочної форм навчання / Укл.: І.І. Павленко, А.М. Артюхов, М.М. Підгаєцький, В.А. Мажара, М.О. Сторожук. – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 68 с.
3. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування, – Львів: Магнолія, 2006.
4. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок, - Львів: Світ, 1996 – 368с.
5. Методичні рекомендації до виконання самостійних робіт з дисципліни: «Технологія обробки типових деталей та складання машин». Для здобувачів спеціальностей: 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування / Укл.: О.І. Скібінський, В.М. Селехова. – Кропивницький: ЦНТУ, 2023. – 93 с.
6. Кваліфікаційна робота за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти : метод. рекомендації з оформлення кваліфікаційної роботи : спец. 131 Прикладна механіка / [уклад. : В. А. Мажара, А. І. Гречка, В. В. Свяцький та ін.] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. машинобудування, мехатроніки і робототехніки. Кропивницький : ЦНТУ, 2024 – 40 с. <https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/15701>
7. ДСТУ ISO 286-1-2002 (ISO 286-1:1988, IDT) Національний стандарт України. Допуски і посадки за системою ISO. Частина 1. Основи допусків, відхилів та посадок.

8. ДСТУ ISO 286-2:2002 (ISO 286-2:1988, IDT) Національний стандарт України. Допуски і посадки за системою ISO. Частина 2. Таблиці квалітетів стандартних допусків і граничних відхилів отворів і валів.

9. Довідник технолога-машинобудівника : у 2 т. Т. 1 : Проектування технологічних процесів, припуски, бази та точність обробки / М. П. Мазур, Ю. М. Внуков, А. І. Грабченко та ін. ; за ред. М. П. Мазура. – Львів : Новий Світ-2000, 2021. – 560 с.

10. Довідник технолога-машинобудівника : у 2 т. Т. 2 : Режими різання, інструмент, верстати та нормування операцій / М. П. Мазур, Ю. М. Внуков, А. І. Грабченко та ін. ; за ред. М. П. Мазура. – Львів : Новий Світ-2000, 2021. – 512 с.

11. Каталог продукції TUNGALOY general catalog 2017/2018.

12. MS 8100 КАТАЛОГ ЗАПЧАСТИН MATERMACC Serie 41.00 Cod.58712000 <http://s7web0072.peakserver.net/wp-content/uploads/2019/05/MaterMaccMS8100.pdf>

13. <https://mehanika.net.ua/product/komplekt-dlya-rozpilennya-sozh-bpv-3000c/>

14. https://www.google.com/search?q=%D0%BA%D0%BE%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%81&client=firefox-b-d&hs=rBRV&sca_esv=c1fae25c624776a2&sxsrf=APpeQnv9O1YKNWRz6dOqb dQXikxD27Ljrg%3A1781853254077&fbs=ABfTbFUOSf1sTF36Upd5YziyokUN fobd2_8yQLbQ4lqZfWlDlrdIQY9wVl_cxrNr8FuExvoGz4fsjev1lcKfT-phj5iEMnTOwTe8pI-pjAA9QjyRQ33Utwmc7phdObvQc-HKELhJZlv93sJyWtJVv4Y3yilmm3Wymhy6Um0_bOu4CDCSPsXLvPzu7aOwD2HsJ0yAAZng8bFYShk1od2oBkMPoRONfQtB7H7F6SgEkHZmtxDWdx5RuJlvYR-rb7lt8fo2aD2qbpiv7bIbFYjMtrghxLLrLz1niA&aep=1&ntc=1&sa=X&ved=2ahUKEwiu7IDS4JKVAxUFFxAIHTlZG2UQ2J8OegQIFBAD&biw=1920&bih=921&dpr=1&mstk=AUtExfA3jKDmma98jXTLBQbvLAEGoIODhD7M2XmFrbIdXOBphW2RJYpCsesdwyjN9qzmbIV4qT9pO0zyW2nn2sOhqSX-

[AXsMbd9yRJrAzfplj8jEc7EE1WzAN2fAaVWflafeZgNCG3GK2P48XTTB2azp
Q D V M i p 7 D V O Y X e - h G 2 a 0 - k - Q 0 -
9KSZwWHHhJ3wgZTBPTrs37BHrQrfp9ciBw9pDe7E8pWSvOdIv5tLPLH5mPY
X4z2HimLZCEcm6vHyyDiPgQeLKKuNI2TG2S_a-
V9zlCOM7S4hdFbB9bUJ_wHfLhNdAdeAONaDxdh5qYgSRD7ycykghMee5zGk
x25PX-O2DMIklMqLVgEd92ieQ&csuir=1&mtid=3uw0atXiNsCui-
gPhYGOwQk&lns_mode=cvst&udm=50](#)

15. Гречка А.І. Інноваційні підходи до підвищення ефективності процесів механічної обробки деталей / А.І. Гречка, О.Л. Пузирьов // Технічні науки та технології. – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2025. No 4(42). С. 55-62.

16. Пузирьов О.Л. Економічна ефективність впровадження гнучких систем управління технічною документацією в машинобудуванні / О.Л. Пузирьов, А.І. Гречка, О.В. Павлова // Журнал "Український журнал прикладної економіки та техніки". – Тернопіль : Західноукраїнський національний університет, 2026. Том 11. № 1. С. 100 – 103.

17. Пузирьов О.Л. Аналіз ефективності впровадження волочильного стану для підготовки заготовок з металопрокату для верстатів з ЧПК / О.Л. Пузирьов, А.І. Гречка // Технології та інжиніринг. – К.: КНТУТД, 2024. – Вип. 5 (22). – С. 71-78.

ДОДАТОК А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра «Машинобудування, мехатроніки і робототехніки»

КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Виконав здобувач вищої освіти
гр. ПМ-22-3

Сергій МІЩЕНКО

Керівник роботи

Андрій ГРЕЧКА

Завідувач кафедри

Андрій ГРЕЧКА

Technical drawing of a mechanical part, showing a perspective view and a cross-sectional view (A-A).

Dimensions and Tolerances:

- Overall length: $16,5 \pm 0,215$
- Distance from front face to start of thread: $3,51^*$
- Thread length: $42 \pm 0,31$
- Distance from thread start to end of part: $24 \pm 0,26$
- Thread specification: $M16-6g$
- Inner diameter of the hole: $\phi 16_{-0,011}$
- Outer diameter of the part: $\phi 40^*$
- Inner diameter of the hole at the front face: $\phi 8^*$
- Radius at the front face: $R 0,5 \max^{***}$
- Angle at the front face: 5°
- Angle at the thread end: $1 \times 45^\circ$
- Angle at the bottom of the hole: 45^{***}
- Distance from front face to start of hole: $\phi 35,4^{**}$

Surface Finish:

- Overall surface finish: $Ra 6,3 (\checkmark)$
- Surface finish at the thread: $Ra 1,6$
- Surface finish at the hole: $Ra 3,2$
- Radius at the hole: $R0,5^{**}$
- Radius at the thread: $R1^{**}$

Other Features:

- Feature A is indicated at the thread end.
- Feature B is indicated at the hole.
- Feature C is indicated at the front face.
- Feature D is indicated at the bottom of the hole.

- KJ*

- K3*

