

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **Розроблення проекту ділянки механічного цеху для
виготовлення фланця АЛАЗ 753.182.014 з дослідженням процесів
формування профільних гвинтових заготовок**

Виконала: студентка II курсу, групи МТд-2
спеціальності (напряму підготовки) _____

131 “Прикладна механіка”

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

	_____	<u>Голдіна Ю.А.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	_____	<u>Дячун А.Є.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____	_____
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	_____	_____
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Тема дипломної роботи: “Розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення фланця АЛАЗ 753.182.014 з дослідженням процесів формоутворення профільних гвинтових заготовок.”

У першому розділі проведено аналіз стану питання щодо дослідження процесів формоутворення профільних гвинтових заготовок. Обґрунтовано актуальність теми роботи. Представлено висновки та задачі на дипломну роботу магістра.

У другому розділі досліджено силові параметри формоутворення профільних гвинтових заготовок, які в поперечному перерізі по контуру можна описати алгебраїчною кривою равлик Паскаля, що використовуються для виготовлення шнекових механізмів змішувачів сипких матеріалів.

Підібрано оправки для навивання профільних гвинтових заготовок, стрічки із недорогого металу, що легко піддаються деформаціям в холодному стані, обладнання, а також прилади для вимірювання силових параметрів процесу.

Проведено експериментальні дослідження сили формоутворення профільної гвинтової заготовки із металевих стрічок Ст 3 методом навивання на оправку у вигляді кривої равлик Паскаля від зміни трьох основних конструктивних факторів: товщини стрічки, середнього радіуса оправки для навивання та ширини стрічки..

У третьому розділі проведено аналіз об'єкту виробництва, його застосування, технічні вимоги до поверхонь, його технологічність. Визначено тип виробництва, вибрано оптимальний варіант виготовлення заготовки – литво під тиском. Проведено синтез технологічного маршруту обробки деталі, визначено припуски та міжопераційні розміри. Проведено вибір різального,

					<i>ДР 18-34.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Голдіна</i>				РЕФЕРАТ	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>								
						<i>ТНТУ, каф ТМ гр. МТд-2</i>		

вимірювального інструментів, технологічного оснащення та обладнання. Проведено розрахунок режимів різання та технічних норм часу.

У четвертому розділі привели пристосування для свердління отворів і нарізання різі на агрегатному верстаті, розраховано його точність та силові параметри.

У п'ятому розглянуто можливості застосування інформаційних технологій в науково-дослідній роботі та практичній діяльності.

У шостому розділі розроблено план ділянки механічного цеху оброблення деталі.

У сьомому розділі проведено техніко-економічне обґрунтування проектного технологічного процесу та ефективності науково-дослідної роботи. Очікуваний економічний ефект від впровадження технологічного процесу складає 177760 грн.

У восьмому розділі розглянули питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

У дев'ятому розділі розглянули питання екології.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

Профільні гвинтові заготовки можна використовувати для виготовлення широкої номенклатури деталей машин дискової, циліндричної, конічної форми з різною формою твірної, як виконавчих елементів у складі технічних систем різного функціонального призначення. Їх номенклатура та конструктивні виконання визначаються особливістю роботи, яка зумовлена виконанням різноманітних операцій технологічних процесів, їх поєднанням та багатьма іншими умовами. Особливість виготовлення профільних гвинтових заготовок перш за все обумовлюється їх геометричною формою та матеріалом, з якого вони виготовляються.

Також профільні гвинтові заготовки мають широке застосування в різноманітних технічних системах, що зумовлено особливостями їх геометричної будови. Зокрема, їх використовують в хімічній, харчовій, будівельній промисловості. В порівнянні із звичайними гвинтовими заготовками, профільні гвинтові заготовки мають більшу жорсткість на згин в осьовому напрямку і площу поверхні.

Тому дослідження та вдосконалення процесів виготовлення профільних гвинтових заготовок є актуальним завданням.

У дипломній роботі також вирішено практичне завдання модернізації технологічного процесу виготовлення фланця АЛАЯ 753.182.014 за рахунок зміни обладнання, інструментів та послідовності механічної обробки.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ВСТУП	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Голдіна</i>							
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>					ТНТУ, каф ТМ гр. МТд-2			

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами

Літературний та патентний огляд показав, що відповідно до зростання рівня технічних вимог до гвинтових механізмів і розширенням сфери використання зростають і вимоги до конструктивного виконання їх робочих органів - профільних гвинтових заготовок. Усе це вимагає розроблення моделей і методів їх створення, опису та розрахунку.

Класифікацію профільних гвинтових заготовок за окремими характеристичними параметрами профілю та іншими ознаками (типом спіралі, технологією її виготовлення, функціональним призначенням тощо) наведено в у багатьох роботах.

Аналіз існуючих конструкцій профільних гвинтових заготовок свідчить, що їх можна класифікувати за такими ознаками: геометрією профілю поперечного перерізу витка спіралі; геометрією профілю площини витка (профіль зовнішнього та внутрішнього контурів твірної площини витка); конструктивними особливостями виконання площини витка; напружено-деформованим станом витка спіралі; матеріалом, з якого виготовлена спіраль; матеріалом покриття спіралі; способом кріплення складових елементів профілю тощо.

Профільні гвинтові заготовки за призначенням поділяються на конструктивні, які виконують певну роль в конструкції механізму, і технологічні, що застосовуються для полегшення виконання операцій в технологічному процесі виготовлення деталі (рис. 1.1). [27]

Застосування і виробництва гвинтових виробів, процес їх створення й

					<i>ДР 18-34.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Голдіна</i>				АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>								
						<i>ТНТУ каф. ТМ гр. МТд -2</i>		

впровадження успішно триває.

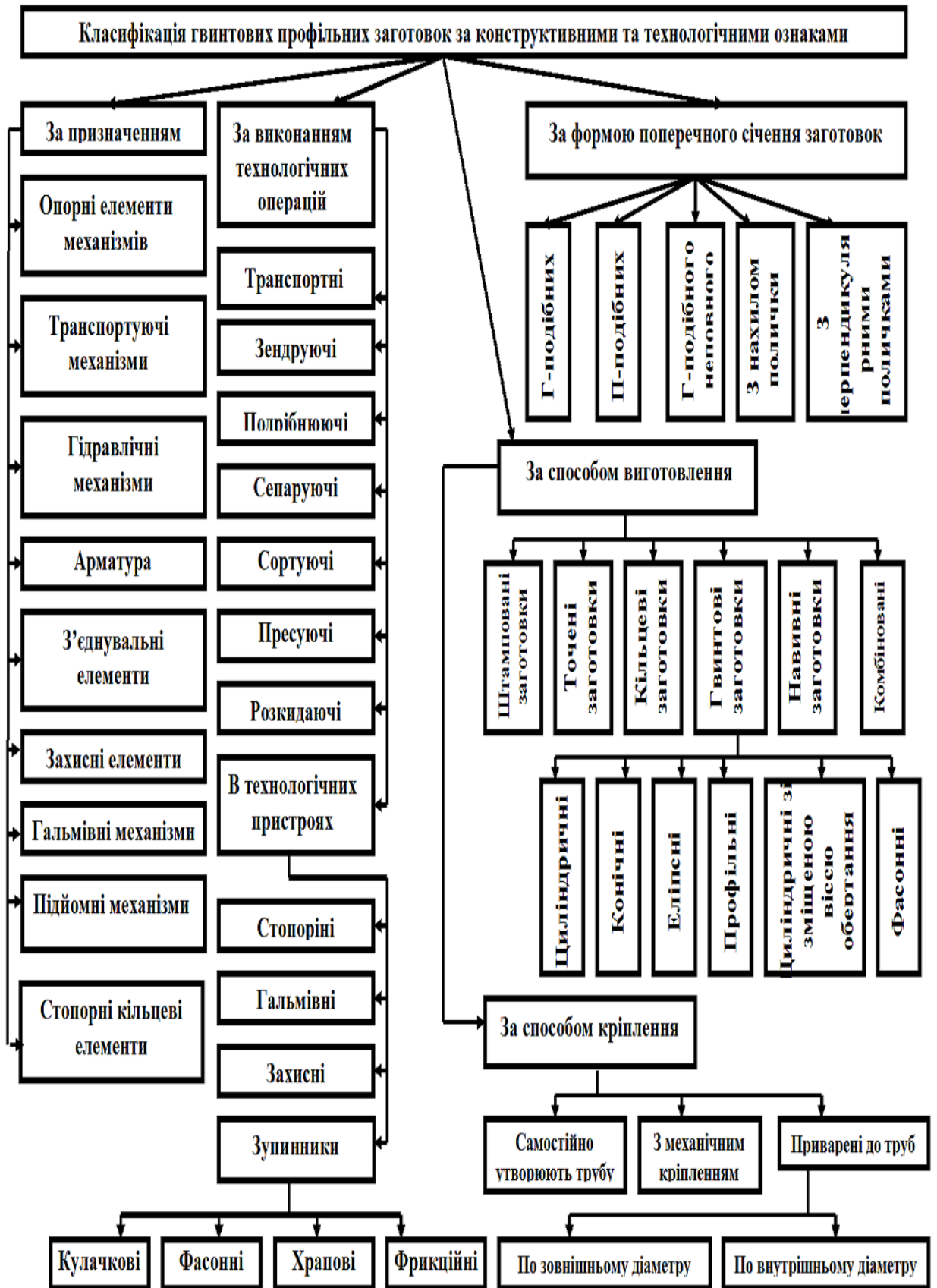


Рисунок 1.1 - Класифікації гвинтових профільних заготовок [27]

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-34.00.00

Арк.

В нашій країні та за кордоном проводяться дослідження, нагромаджується теоретичний досвід, з'являються нові конструкції, розширюється область їх використання. Творчими зусиллями науковців і винахідників створений арсенал технологічних способів, спорядження й інструментів для виготовлення гвинтових заготовок, який постійно поповнюється новими технічними рішеннями. Найбільший об'єм наукових напрацювань стосується технологій виготовлення профільних гвинтових заготовок методом оброблення металів тиском.

Питанням розроблення та дослідження технологій виготовлення профільних гвинтових заготовок присвячені праці Б.М. Гевка, М.І. Пилипця, Р.М. Рогатинського [28], А.Ф. Маковкіна, В.В. Васильківа, І.Б. Гевка, В.М. Петрова, В.М. Павленка, В.Г. Стогова, Л.В. Сахаровського, А.Л. Увакіна, В.Г. Короткевича, В.І. Данилова, О.Л. Ляшука, А.П. Драгана, А.Є. Дячуна, А.Б. Гупки, І.М. Кучвари.

Необхідно відзначити, що проф. Пилипцем М.І. досягнуто граничного значення питомої висоти витка H_3 15-20 од, і мінімального внутрішнього радіуса спіралі $r = 0,5B$, які допускаються пластичністю матеріалу. Крім цього, для збільшення такого значення ним було запропоновано технології виготовлення навивних і вальцьованих гвинтових заготовок, шляхом використання початкових смугових заготовок із трикутними вікнами [28].

Виготовлення гвинтових заготовок способом формування пов'язано [29] із труднощами отримання широковиткових профільних гвинтових заготовок, які характеризуються $T/D > 1,6$ і $B/H > 100$. Через складність центрування та фіксації профільних гвинтових заготовок у процесі її розтягування на значний крок спостерігається спотворення форми і розмірів витка, оскільки заготовка в процесі формування нічим не утримується від зміщення. Крім цього, при виготовленні профільних гвинтових заготовок з тонкостінних матеріалів має місце розхил крокових параметрів та утворення складок на гвинтовій поверхні через неоднакове пружинення та нерівномірність затиску. І проблемою є

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

низький коефіцієнт використання матеріалу, складність виготовлення пуансонів і матриць, призначених для виготовлення профільних гвинтових заготовок лише визначеного типорозміру (у вартості штампування до 25% припадає на вартість штампа).

Вдосконалення технологічного процесу виготовлення навивних заготовок має спрямовуватись на утримання широковиткових цільних заготовок ($V/H > 20\%$) і малим внутрішнім діаметром, що дасть можливість розширити гамму деталей, виготовлених методом навивання і збільшити продуктивність механізмів з використанням таких деталей. В зв'язку з тим, що згин широких смуг на ребро відбувається нестійко, при їх навивці потрібні спеціальні пристосування. Вони забезпечуватимуть підвищення якості таких заготовок через урахування прогину оправи та попередження втрати стійкості витків у зоні деформації, яка супроводжується гофроутворенням за внутрішнім краєм і поперечними розривами зовнішнього краю витка. Використання спеціальних видів заготовок, уніфікованого технологічного спорядження та інструментів дозволить розширити технологічні можливості такого виробництва.

Основні напрямки вдосконалення технологічних процесів виготовлення профільних гвинтових заготовок на операціях профілювання полягають у підвищенні питомої висоти отримуваних заготовок [29] з малим внутрішнім діаметром, реалізації технологій в умовах одиничного та дрібносерійного виробництва на універсальному устаткуванні, зменшенні зусиль при навиванні стрічки на ребро та розвитку можливостей реалізації таких технологій в автоматизованому виробництві. Важливим є також підвищення якості заготовок. Їх часто виготовляють способом профілювання смугових заготовок за допомогою деформуючих роликів з профільованими робочими поверхнями, які утворюють між собою, зачеплення із просвітом, який рівний товщині оброблюваної смуги. Через складність механізму приводу другого деформуючого ролика через значні деформуючі напруження, які виникають між профільованими робочими поверхнями інструментів при передачі крутного

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

моменту з одного ролика на інший, має місце зминання та обриви смугових заготовок у зоні деформації.

Тому, більш технологічними є методи, за яких формоутворення спіралей здійснюється із стрічкової заготовки, довжина якої забезпечує одержання однієї або кількох спіралей. Основна складність вказаних методів полягає у тому, що заготовці необхідно надати різну ступінь деформації. При цьому коефіцієнт ψ характеризує нерівномірність витягування стрічки по зовнішньому та внутрішньому ребрах спіралі [25]:

$$\psi = (r + B) / r = \pi D / (\pi d), \quad (1.1)$$

де r - радіус спіралі по внутрішньому ребру;

B – ширина стрічки;

D і d - відповідно зовнішній та внутрішній діаметри спіралі.

Схему технологічного процесу прокатування гвинтових стрічок представлено на рис. 1.2. [25]. Заготовка деформується складовими верхніх і нижніх валків, які містять пару валків для обтискування зовнішньої основної частини спіралі, а також пару валків для обтискування внутрішньої частини. Обертання валків сприяє просуванню стрічки в напрямку прокатування, а обертання валків перешкоджає цьому. Між обертальними в протилежних напрямках парами валків встановлено кільця, які вільно обертаються.

Розрізняють такі способи навивання стрічки на оправу: перервний (на оправу навивають гвинтову стрічку довжиною однієї спіралі) та неперервний (на оправу навивають спіраль, довжина якої відповідає довжині заготовки або можливо устаткування). Неперервний передбачає відрізування виробів на задану довжину в процесі навивання. Проведені вимірювання на спеціально розроблених пристроях, що здійснюють як щільне навивання витків з наступним їх розтягом, так і неперервне, свідчать, що вказаними методами можна одержати спіралі в широкому діапазоні зміни їх параметрів, причому їх

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробництво буде значно економнішим, ніж виготовлення спіралей методами прокатування.

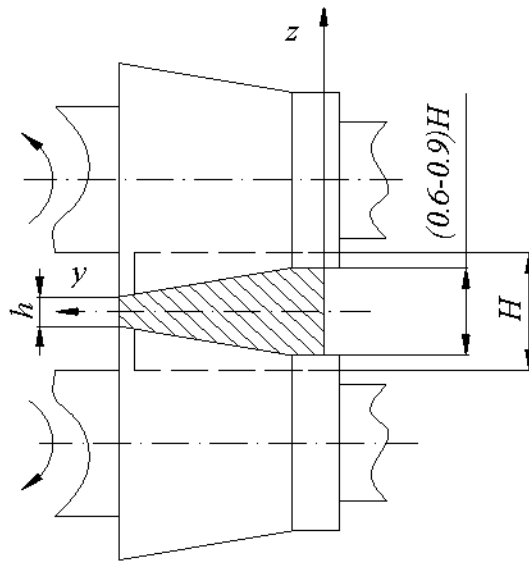


Рисунок 1.2 - Схема технологічного процесу прокатування гвинтових стрічок [25]

Схему перервного процесу зображено на рис. 1.3. Кінець стрічки 1 згинають під кутом 90° і встановлюють в осьовий паз 2 обертальної оправи 3. З її торцевої сторони виконаний гвинтовий виток 4 з кроком, що дорівнює товщині спіралі.

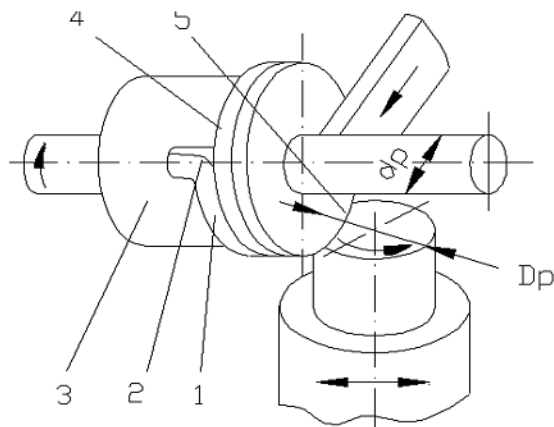


Рисунок 1.3 - Схема технологічного процесу навивання стрічки на оправу [25]

Притискання стрічки виконують у радіальному й осьовому положеннях за допомогою ступінчатого ролика 5 діаметром D_p , який здійснює обертальне та

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поступальне переміщення, що дорівнює товщині спіралі на внутрішньому ребрі.

У випадку неперервного навивання можна використовувати схему, зображену на рис. 1.4.

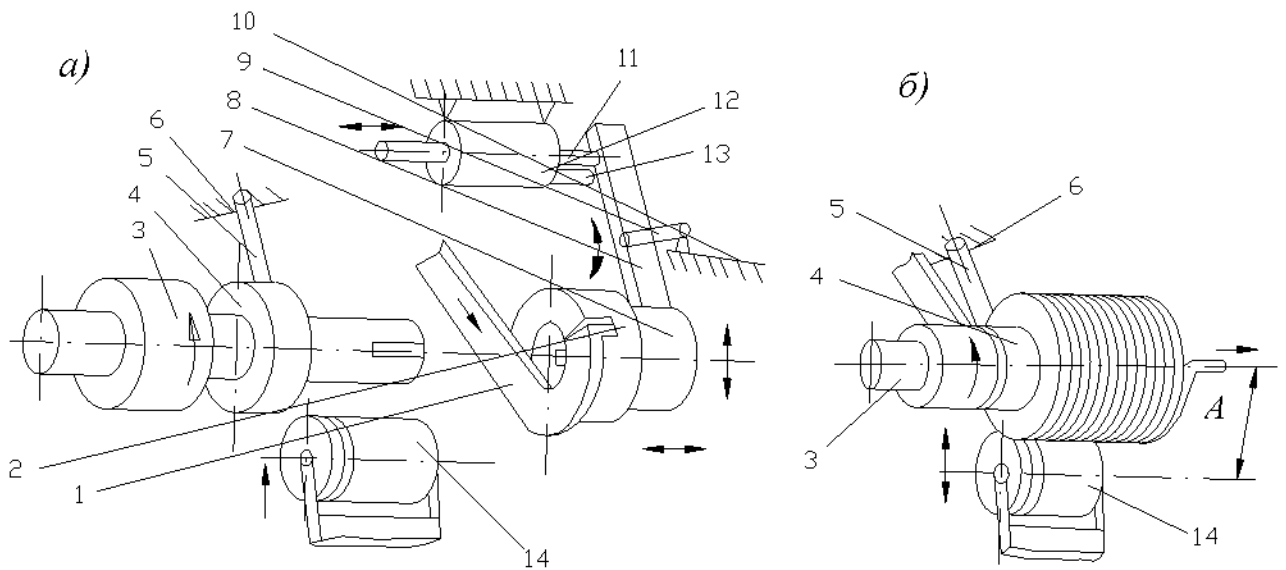


Рисунок 1.4 - Схема неперервного навивання стрічок на оправу:

а) - навивання перших 3-4 витків; б) - процес неперервного навивання [25]

Основні вимоги, що висуваються до технологічних операцій виготовлення профільних гвинтових заготовок є наступні: низька собівартість, високий коефіцієнт використання матеріалу, збереження енергії, виконання поставлених геометричних параметрів профільних гвинтових заготовок.

Відомо багато методів виготовлення профільних гвинтових заготовок. Відрізняються вони послідовністю та кількістю операцій, кінематичними схемами, формою робочих елементів і характером їх контакту із заготовкою. Вибір оптимального методу виготовлення профільних гвинтових заготовок і раціональної конструкції формуючого інструменту визначається такими чинниками: розмірами та формою профільних гвинтових заготовок, її фізико-механічними та технологічними властивостями, вимогами до точності заготовок та якості їх поверхні.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

осьовий рух подачі.

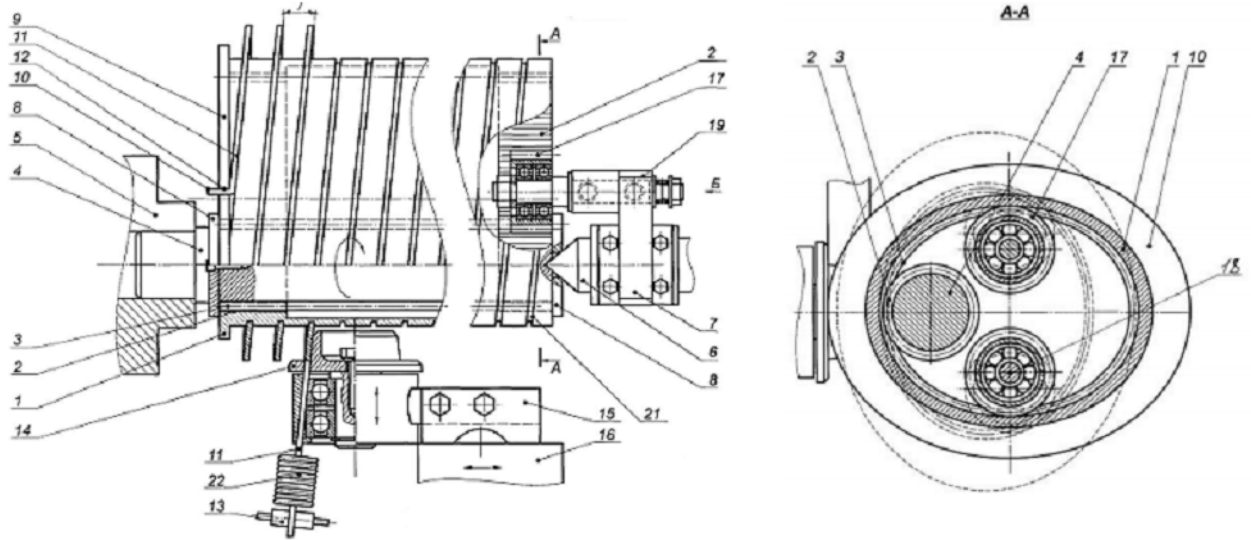


Рисунок 1.6 – Пристрій для навивання профільних гвинтових заготовок з заданим кроком [29]

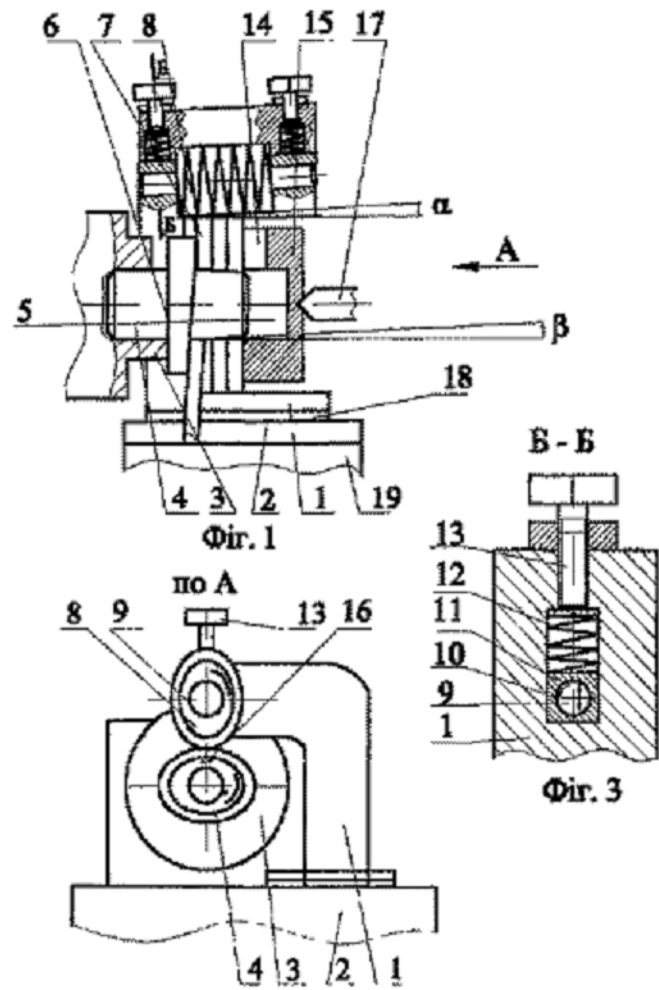


Рисунок 1.7 – Верстат для навивання профільних гвинтових заготовок [29]

Аналіз патентного пошуку у закордонних джерелах виявив ряд розробок

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

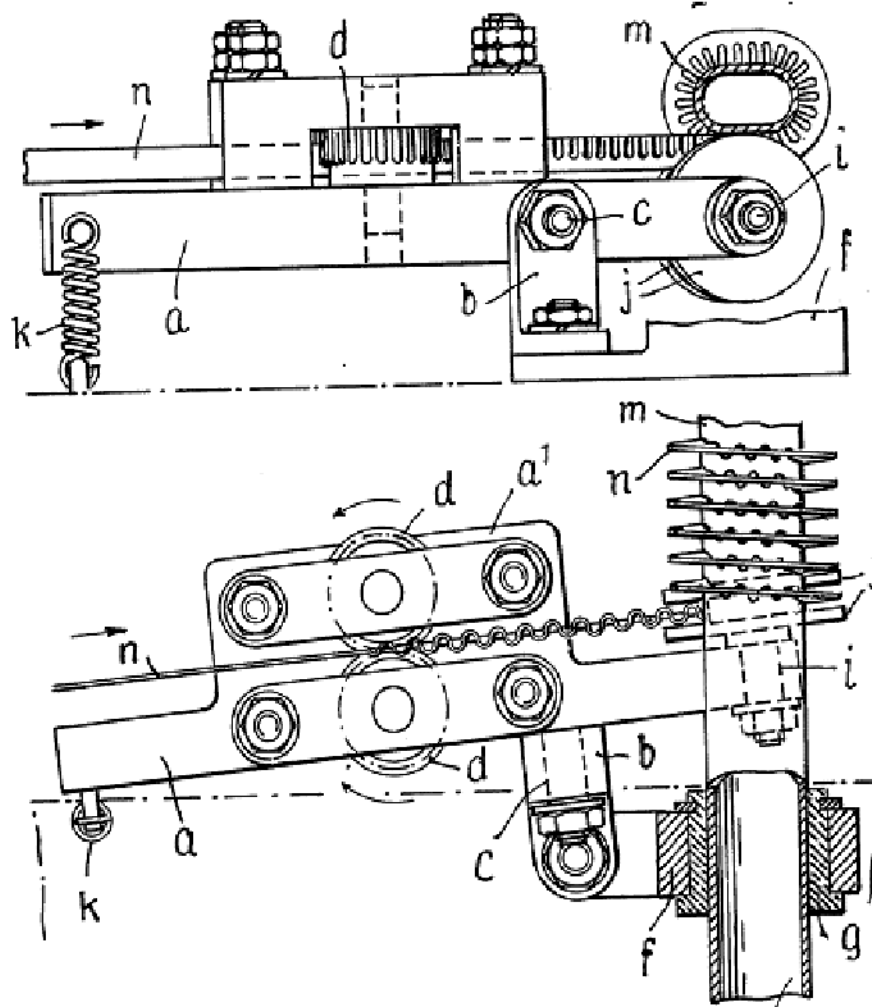


Рисунок 1.10 – Конструктивні схеми спеціального верстата для навивання стрічкових заготовок на профільну оправу [30]

Деталі отримані на основі даних заготовок можуть бути використані у теплообмінниках. Недоліком даних конструкцій є те, що воно спеціальне і дороге, що унеможливорює його використання у сучасному переналагоджуваному виробництві.

Пристрій для навивання профільних гвинтових заготовок зображено на рис. 1.11. [27]

Пристрій для виготовлення спіралей шнеків з Г-подібними поперечними перерізами (рис. 2.5) виконано у вигляді ступінчастої оправы 1, торцеву поверхню 2 якої більшої ступиці виконано у вигляді гвинтової поверхні з кроком рівним товщині стрічки.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-34.00.00

Арк.

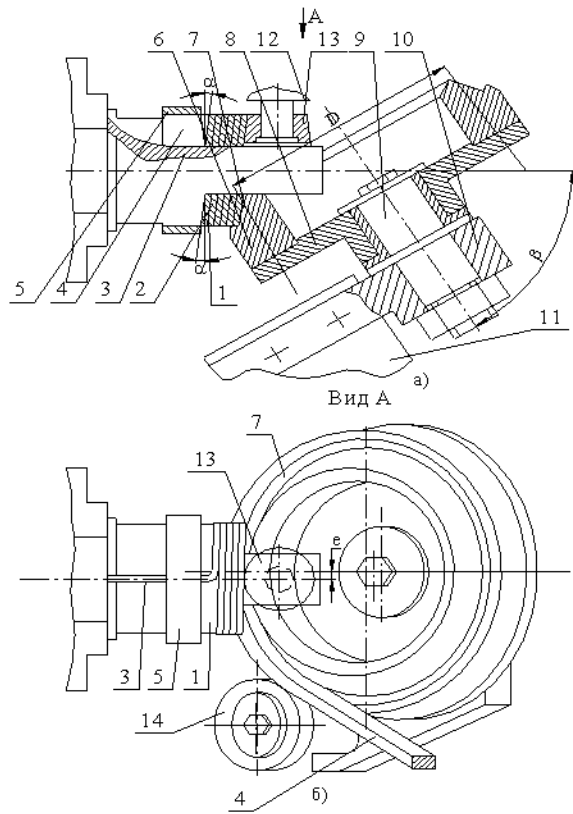


Рисунок 1.11 - Пристрій для навивання профільних гвинтових заготовок під кутом [27]

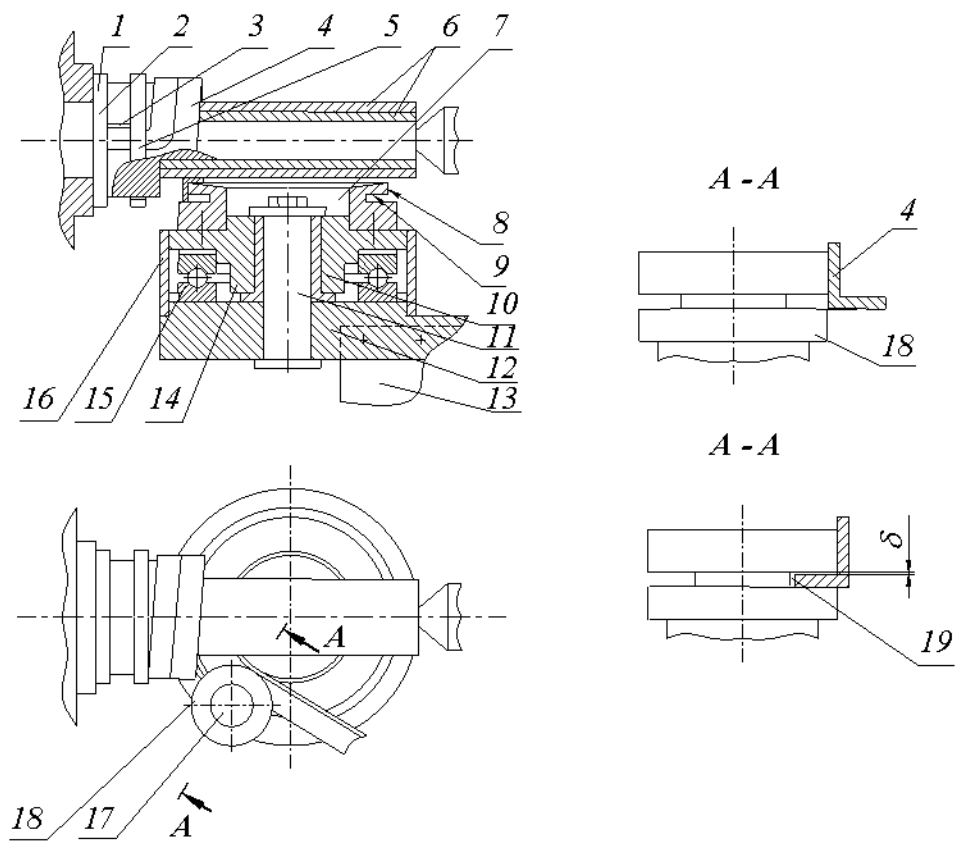


Рисунок 1.12 - Пристрій для навивання спіралі Г-подібного профілю [27]

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Висновки та постановка задач на дипломну роботу магістра

На основі літературно-патентного аналізу встановлено, що профільні гвинтові заготовки мають широке застосування в різноманітних технічних системах, що зумовлено особливостями їх геометричної будови. Зокрема, їх використовують в хімічній, харчовій, будівельній промисловості. В порівнянні із звичайними гвинтовими заготовками, профільні гвинтові заготовки мають більшу жорсткість на згин в осьовому напрямку і площу поверхні.

Для досягнення мети в роботі поставлені такі завдання:

- дослідити силові параметри формоутворення профільних гвинтових заготовок, які в поперечному перерізі по контуру можна описати алгебраїчною кривою равлик Паскаля, що використовуються для виготовлення шнекових механізмів змішувачів сипких матеріалів;

- підібрати оправки для навивання профільних гвинтових заготовок, стрічки із недорогого металу, що легко піддаються деформаціям в холодному стані, обладнання, а також прилади для вимірювання силових параметрів процесу.

- провести експериментальні дослідження сили формоутворення профільної гвинтової заготовки із металевих стрічок Ст 3 методом навивання на оправку у вигляді кривої равлик Паскаля від зміни трьох основних конструктивних факторів: товщини стрічки, середнього радіуса оправки для навивання та ширини стрічки.

- вдосконалити існуючий технологічний процес виготовлення фланця АЛАЯ 753.182.014.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1. Дослідження силових параметрів формоутворення профільних гвинтових заготовок

Розглянемо процес формоутворення профільної гвинтової заготовки, яку в поперечному перерізі по контуру можна описати алгебраїчною кривою равлик Паскаля. Такі гвинтові заготовки використовуються для виготовлення шнекових механізмів змішувачів сипких матеріалів. Криву равлик Паскаля можна представити в параметричній формі $x=x(\theta)$, $y=y(\theta)$ [22]:

$$\begin{aligned}x(\theta) &= l \cos \theta + a \cos^2 \theta, \\y(\theta) &= \cos \theta \sin \theta + l \sin \theta,\end{aligned}\tag{2.1}$$

де θ - кут повороту оправки, рад.

$l+a$ – максимальна відстань від центра оправки до її зовнішнього контуру, мм.

При цьому виконується умова $l > 2a$. Графік кривої равлик Паскаля представлено на рис. 2.1

Розрахункова схема процесу навивання стрічки на оправку у вигляді кривої равлик Паскаля в поперечному перерізі представлено на рис. 2.2.

В процесі формоутворення профільної гвинтової заготовки відбувається стиснення волокон стрічки на внутрішньому діаметрі і розтяг на зовнішньому діаметрі.

У випадку навивання на оправку у вигляді кривої равлик Паскаля в холодному стані відбувається зміцнення матеріалу стрічки. Величини тангенціальних напружень для визначаються за виразами [23]:

					<i>ДР 18-34.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Голдіна</i>				НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>								
						<i>ТНТУ каф. ТМ гр. МТд -2</i>		

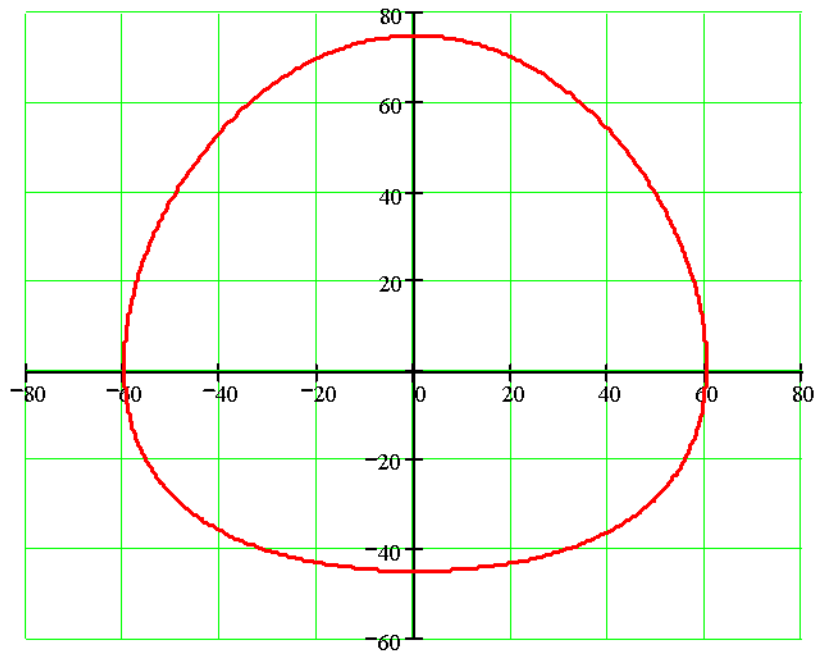


Рисунок 2.1 – Графік контуру навивної оправки у вигляді кривої равлик Паскаля, $a=15\text{мм}$, $l=60\text{мм}$

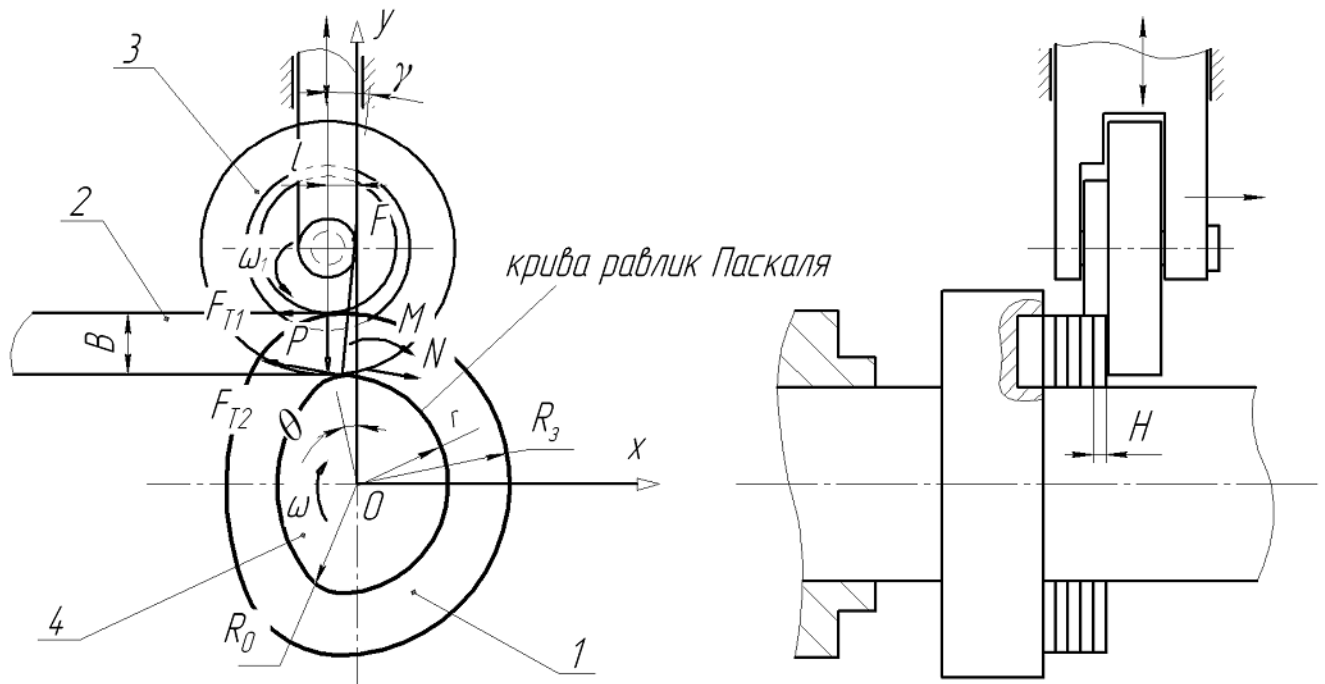


Рисунок 2.2 - Розрахункова схема процесу навивання стрічки на оправку у вигляді кривої равлик Паскаля : 1 – профільна гвинтова заготовка; 2 – металева стрічка; 3 – притискний ролик; 4 – оправка у вигляді кривої равлик Паскаля

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-34.00.00

Арк.

- в зоні розтягу:

$$\sigma_{\theta 1} = \beta \left[\sigma_{T0} \left(1 - \ln \frac{R}{\rho} \right) + \frac{II}{2} \left(2 \ln \frac{\rho}{\rho_n} - \ln \frac{\rho R}{\rho_n^2} \ln \frac{R}{\rho} \right) \right]; \quad (2.2)$$

- в зоні стиску:

$$\sigma_{\theta 2} = -\beta \left[\sigma_{T0} \left(1 + \ln \frac{\rho}{r} \right) + \frac{II}{2} \left(2 \ln \frac{\rho_n}{\rho} + \ln \frac{\rho_n^2}{\rho r} \ln \frac{\rho}{r} \right) \right], \quad (2.3)$$

де σ_{T0} - екстрапольована границя текучості матеріалу профільної гвинтової заготовки, МПа;

II - лінійний модуль зміцнення матеріалу профільної гвинтової заготовки, МПа;

β - коефіцієнт, що враховує вплив середнього головного напруження, дорівнює 1,15;

R - зовнішній радіус профільної гвинтової заготовки, мм;

ρ - полярна координата радіуса гнуптя профільної гвинтової заготовки, мм.

r - внутрішній радіус профільної гвинтової заготовки, мм.

Під час обертання оправки і навивання на неї стрічки змінюється радіус кривизни сформованої профільної гвинтової заготовки. Відповідно змінюються напруження у матеріалі та силові параметри формоутворення профільної заготовки.

Внутрішній радіус профільної гвинтової заготовки r можна визначити за формулою [22]:

$$r = \frac{\left(\dot{x}(\theta)^2 + \dot{y}(\theta)^2 \right)^{\frac{3}{2}}}{\dot{x}(\theta)\dot{y}(\theta) - \ddot{x}(\theta)\dot{y}(\theta)}. \quad (2.4)$$

Зовнішній радіус R профільної гвинтової заготовки:

$$R = r + \beta_y B, \quad (2.5)$$

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де β_y - коефіцієнт усадки матеріалу під час навивання,

B – ширина стрічки, мм.

Момент гнуття стрічки [23]:

$$M_1 = \left(\int_{\rho_n}^R \sigma_{\theta 1} \rho d\rho + \int_r^{\rho_n} \sigma_{\theta 2} \rho d\rho \right) H, \quad (2.6)$$

де ρ_n - радіус нейтральної поверхні напружень, мм;

H – товщина стрічки, мм.

Радіус нейтральної поверхні напружень [23]:

$$\rho_n = \sqrt{Rr}. \quad (2.7)$$

На основі формул (2.2), (2.3) та (2.6) одержано момент гнуття стрічки [24]:

$$M_1 = \beta H \left[\sigma_{TO} \frac{\beta_y^2 B^2}{4} + \Pi \left(\frac{2r^2 + 2r\beta_y B + \beta_y^2 B^2}{4} \cdot \ln \sqrt{1 + \frac{\beta_y B}{r}} - \frac{2r\beta_y B + \beta_y^2 B^2}{8} \right) \right]. \quad (2.8)$$

У роботі [25] в результаті розв'язку рівнянь рівноваги відповідно до схеми на рис. 2.2 отримано такі залежності для визначення силових параметрів формоутворення профільних гвинтових заготовок:

- сила навивання профільної гвинтової заготовки [25]:

$$P = \frac{M_1}{l_1 + \mu_1 R_3 + \mu_2 R_0}, \quad (2.9)$$

де l_1 - відстань між центрами оправки у вигляді кривої равлик Паскаля та притискного ролика, мм;

μ_1 - коефіцієнт тертя між притискним роликом та профільною гвинтовою заготовкою;

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

μ_2 - коефіцієнт тертя між оправою та профільною гвинтовою заготовкою.

R_s - зовнішній радіус профільної гвинтової заготовки, мм;

R_0 - зовнішній радіус оправки у вигляді кривої равлик Паскаля, мм.

- поздовжня сила [25]:

$$N = (\mu_1 + \mu_2) \cdot P. \quad (2.10)$$

Зовнішній радіус оправки у вигляді кривої равлик Паскаля:

$$R_0 = \sqrt{(l \cos \theta + a \cos^2 \theta)^2 + (\cos \theta \sin \theta + l \sin \theta)^2}. \quad (2.11)$$

Зовнішній радіус профільної гвинтової заготовки:

$$R_s = \sqrt{(l \cos \theta + a \cos^2 \theta + B)^2 + (\cos \theta \sin \theta + l \sin \theta + B)^2}. \quad (2.12)$$

Момент для обертання оправки у вигляді кривої равлик Паскаля визначаємо за залежністю:

$$M_O = k_M \cdot P \cdot \left(l_1 + \mu_1 \cdot \sqrt{(l \cos \theta + a \cos^2 \theta + B)^2 + (\cos \theta \sin \theta + l \sin \theta + B)^2} \right), \quad (2.13)$$

де k_M – коефіцієнт, що враховує конструктивні виконання оправки.

Визначаємо похідні параметричного рівняння (2.1):

$$\begin{aligned} \dot{x} &= -l \sin \theta - 2a \cos \theta \sin \theta; \\ \dot{y} &= -\sin^2 \theta + \cos^2 \theta + l \cos \theta; \\ \ddot{x} &= -l \cos \theta + 2a(\sin^2 \theta - \cos^2 \theta); \\ \ddot{y} &= -4 \cos \theta \sin \theta - l \sin \theta. \end{aligned} \quad (2.14)$$

Підставляючи рівняння (2.14) у рівняння (2.4), одержано:

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r = \frac{\left[(-l \sin \theta - 2a \cos \theta \sin \theta)^2 + (-\sin^2 \theta + \cos^2 \theta + l \cos \theta)^2 \right]^{\frac{3}{2}}}{(-l \sin \theta - 2a \cos \theta \sin \theta)(-4 \cos \theta \sin \theta - l \sin \theta) - (-l \cos \theta + 2a(\sin^2 \theta - \cos^2 \theta))(-\sin^2 \theta + \cos^2 \theta + l \cos \theta)}. \quad (2.15)$$

На основі рівняння (2.15) побудовано графік залежності внутрішнього радіуса профільної гвинтової заготовки в місці згину стрічки від кута повертання (рис. 2.3)

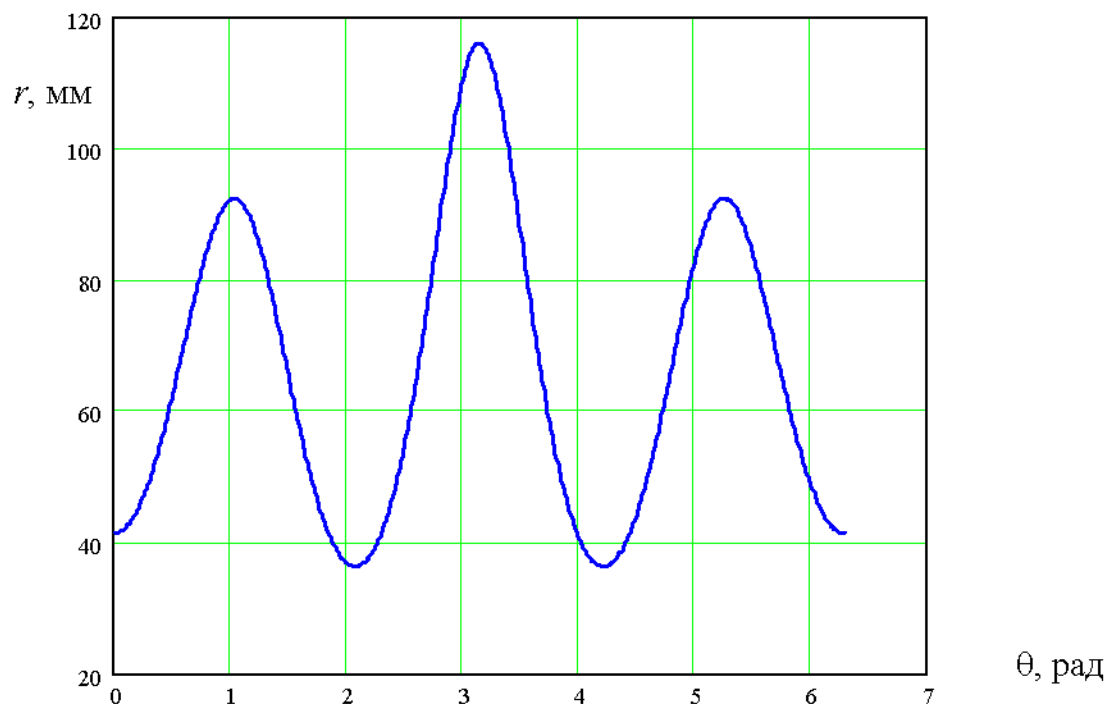


Рисунок 2.3 - Графік залежності внутрішнього радіуса профільної гвинтової заготовки у вигляді кривої равлик Паскаля в місці згину стрічки від кута повертання $a=15$ мм, $l=60$ мм

Підставляючи рівняння (2.15) в залежності (2.8), (2.9) та (2.13), можна одержати значення силових параметрів формоутворення профільної гвинтової заготовки у вигляді кривої равлик Паскаля.

Оскільки після підстановок формули виходять надто громіздкі, результати числового моделювання представлено у вигляді графіків на рисунках 2.4 та 2.5,

зокрема побудовано графіки залежності сили (рис. 2.4) та крутного моменту (рис. 2.5) навивання профільної гвинтової заготовки у вигляді кривої равлик Паскаля від кута повороту оправки.

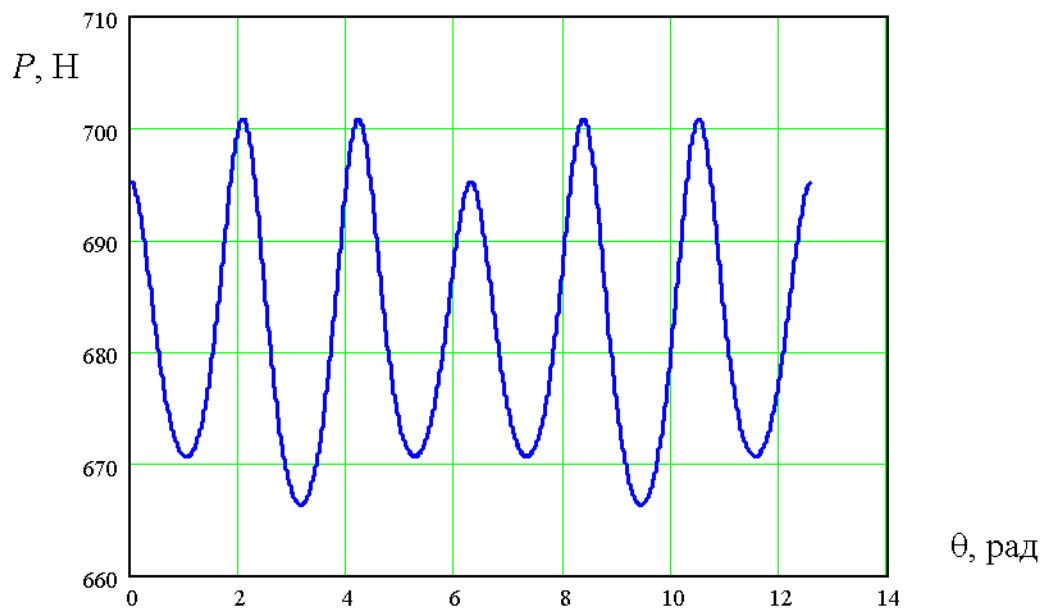


Рисунок 2.4 - Графік залежності сили навивання профільної гвинтової заготовки у вигляді кривої равлик Паскаля від кута повороту оправки (Ст 3, $\sigma_B=440$ МПа)
 $B=10$ мм; $H=1$ мм; $a=15$ мм; $l=60$ мм

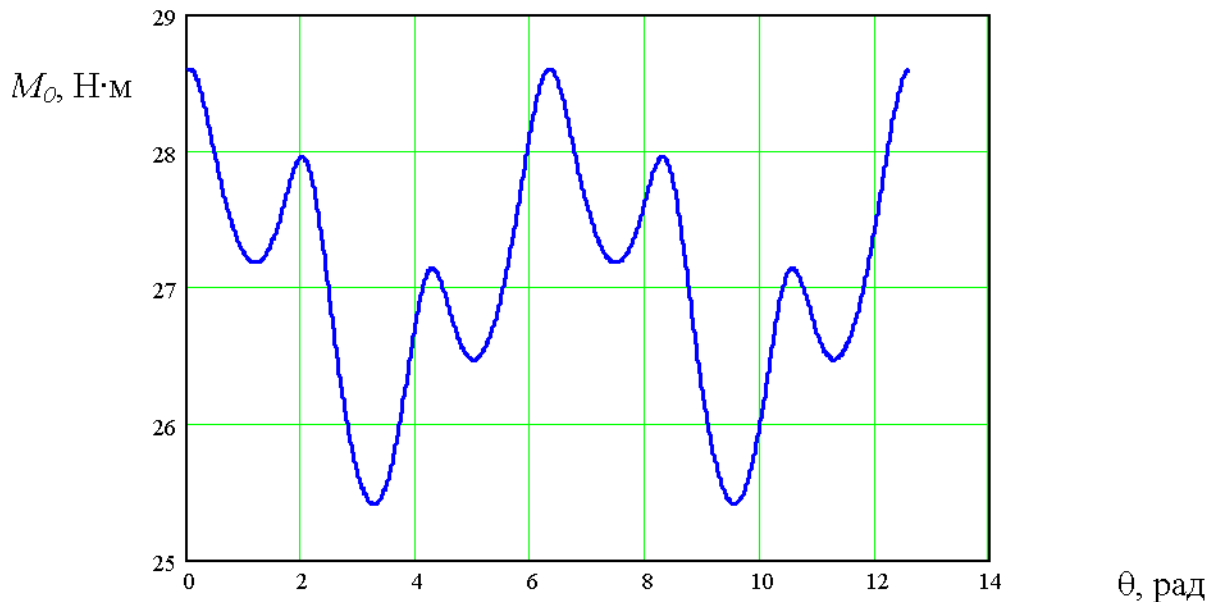


Рисунок 2.5 - Графік залежності крутного моменту навивання профільної гвинтової заготовки у вигляді кривої равлик Паскаля від кута повороту оправки (Ст 3, $\sigma_B=440$ МПа) $B=10$ мм; $H=1$ мм; $a=15$ мм; $l=60$ мм

Із представлених графіків на рис. 2.4 та 2.5 встановлено, що при товщині і ширині стрічки $H = 1$ мм, $B=10$ мм відповідно сила навивання профільної

гвинтової заготовки у вигляді кривої равлик Паскаля знаходиться в межах $P = 668 - 702$ Н, а крутний момент, який необхідно прикласти для обертання оправки у вигляді кривої равлик Паскаля знаходиться в межах $M_0 = 25,5 - 28,5$ Н·м. Сила навивання профільної гвинтової заготовки у вигляді кривої равлик Паскаля набуває максимального значення на частині оправки із найменшим радіусом кривизни, тобто при кутах повороту 2,1 та 4,2 радіан, найменші значення досягається при 3,14 радіан, коли радіус гнуття є найбільшим. Крутний момент навивання профільної гвинтової заготовки у вигляді кривої равлик Паскаля набуває максимального значення при куті повороту 6,28 радіан, найменші значення досягається при 3,14 радіан, коли радіус гнуття є найбільшим. Ці параметри повторюються із періодом 2π .

2.2. Експериментальні дослідження сили формоутворення профільних гвинтових заготовок

На основі одержаних завдань, теми дипломної роботи та проведеного теоретичного дослідження програма експериментальних досліджень включала етапи:

1. Підібрати оправки для навивання профільних гвинтових заготовок, стрічки із недорогого металу, що легко піддаються деформаціям в холодному стані, обладнання, а також прилади для вимірювання силових параметрів процесу.

2. Провести експериментальні дослідження сили формоутворення профільної гвинтової заготовки із металевих стрічок Ст 3 методом навивання на оправку у вигляді кривої равлик Паскаля від зміни трьох основних конструктивних факторів: товщини стрічки, середнього радіуса оправки для навивання та ширини стрічки.

Для навивання стрічки використано три оправки з профілем у вигляді кривої равлик Паскаля із різними середніми радіусами. Навивання проводилась

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та токарно-гвинторізного верстаті моделі 16К20 із встановленим у різцетримачі формувальним роликом. Вимірювання сили формоутворення здійснювали за допомогою динамометра із записуванням та статистичним обробленням результатів. Частота обертання шпинделя верстата із оправкою була мінімальна, витки гвинтової заготовки навивались у щільний пакет.

Для визначення впливу конструктивних факторів процесу навивання профільних гвинтових заготовок із Ст 3 (незалежних факторів x_i) на силу формоутворення профільної гвинтової заготовки (параметр оптимізації P) проведено повнофакторні експерименти, тобто встановлення сили формоутворення профільної гвинтової заготовки від зміни трьох основних факторів: товщини стрічки h , середнього радіуса l оправки для навивання та ширини стрічки B , тобто $P=f(h,l,B)$.

Дані експериментальних досліджень статистично оброблено на основі загальновідомих методик регресійного аналізу [26].

Функцію відгуку, тобто силу формоутворення профільної гвинтової заготовки $P=f(h,l,B)$, визначену експериментальним способом, представлено у вигляді квадратичного полінома, використовуючи математичне програмне забезпечення. Результати вибору та кодування факторів наведено у табл. 2.1.

Формування таблиці 2.1 проведено на основі теоретичних досліджень та декількох практичних спроб навивання профільних гвинтових заготовок. Змінними факторами під час експериментальних досліджень були величини:

- товщина стрічки h , яку кодували індексом x_1 ;
- середній радіус l оправки для навивання, який кодували індексом x_2 ;
- ширина стрічки B , яку кодували індексом x_3 .

Значення коефіцієнтів регресії, що встановлені після навивання профільних гвинтових заготовок, вимірювання сили формоутворення, а також статистичної обробки даних, представлено у табл. 2.2.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 - Вибрані рівні варіювання та кодування факторів при встановлення силу формоутворення профільної гвинтової заготовки методом навивання на профільну оправку

Фактори	Позначення		Інтерв. варіюв.	Рівні варіювання, натур.(кодовані)		
	натур.	код.				
Товщина стрічки	h , мм	x_1	0,5	2 (+1)	1,5 (0)	1,0 (-1)
Середній радіус оправки для навивання	l , мм	x_2	20	80 (+1)	60 (0)	40 (-1)
Ширина стрічки	B , мм	x_3	5	20 (+1)	15 (0)	10 (-1)

Таблиця 2.2 - Визначені коефіцієнти рівняння регресії

Коеф.	b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{11}	b_{22}	b_{33}
Ст 3	2439	913,6	-151,9	1738	-53,5	583	-114,5	3,62	56,12	318,62

Загальний вигляд рівняння сили формоутворення профільної гвинтової заготовки залежно від зміни: товщини стрічки h , середнього радіуса l оправки для навивання та ширини стрічки B , тобто $P_{(x_1, x_2, x_3)} = f(h, l, B)$ за результатами експериментів у кодованих значеннях дорівнює:

- під час навивання профільних гвинтових заготовок із Ст 3:

$$P_{(x_1, x_2, x_3)} = 2439 + 913,6x_1 - 151,9x_2 + 1738x_3 - 53,5x_1x_2 + 583x_1x_3 - 114,5x_2x_3 + 3,62x_1^2 + 56,12x_2^2 + 318,62x_3^2, \quad (2.16)$$

де x_1 - товщини стрічки; x_2 - кодоване значення середнього радіуса l оправки для навивання; x_3 - кодоване значення ширини стрічки.

Усі коефіцієнти рівняння регресії (2.16) є значущими.

Після перетворення та спрощення рівняння регресії (2.16) у натуральних величинах записано в кінцевому вигляді:

- під час навивання профільних гвинтових заготовок із Ст 3:

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{(h,l,B)} = 2080,14 - 1393,24h + 0,77l - 315,84B - 5,35hl + 233,2hB - 1,15lB + 14,48h^2 + 0,14l^2 + 12,74B^2. \quad (2.17)$$

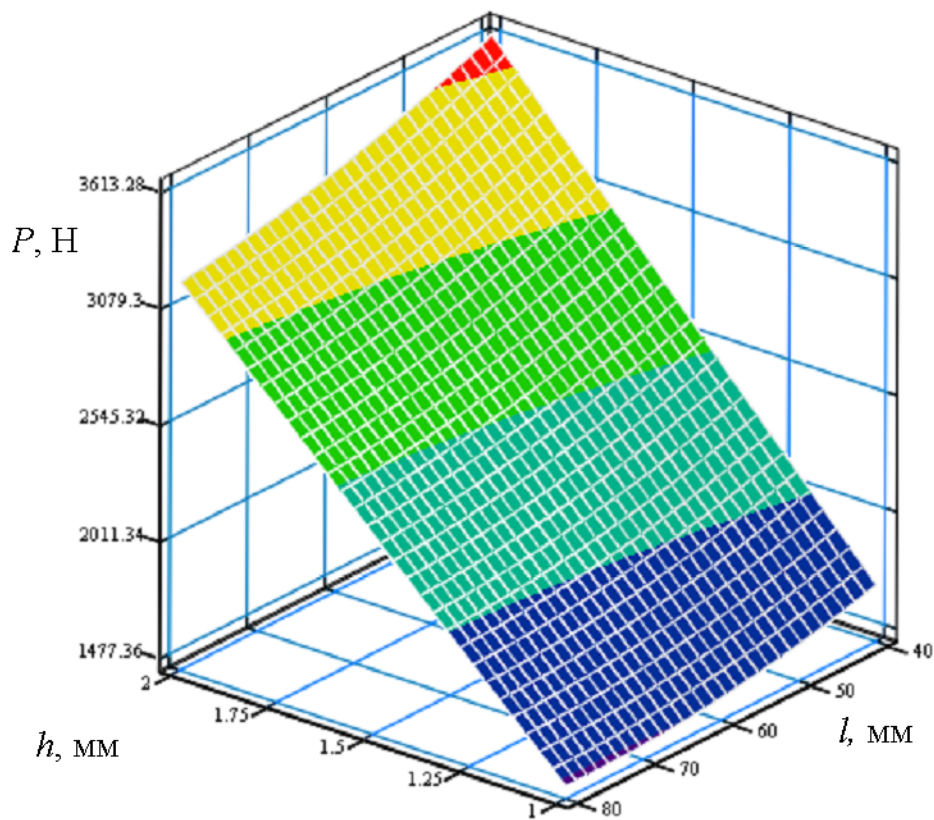
Одержані рівняння регресії (2.16) та (2.17) можна застосовувати для попереднього встановлення сили формоутворення профільної гвинтової заготовки із Ст 3 під час навивання на оправку у вигляді кривої равлик Паскаля залежно від товщини стрічки h , середнього радіуса l оправки для навивання та ширини стрічки B у таких межах змінних факторів:

$$1 \leq h \leq 2 \text{ (мм)}; 40 \leq l \leq 80 \text{ (мм)}; 10 \leq B \leq 20 \text{ (мм)}.$$

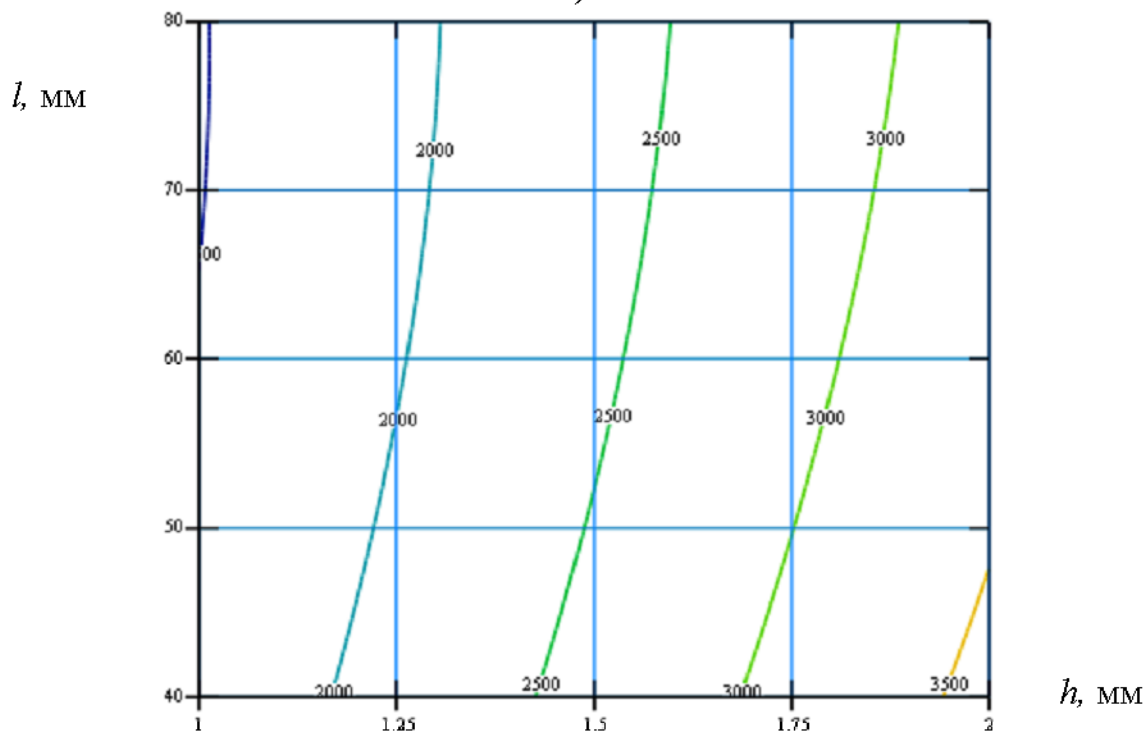
Графічні значення результатів залежності сили формоутворення профільної гвинтової заготовки із Ст 3 під час навивання на оправку у вигляді кривої равлик Паскаля, одержаних із застосуванням прикладного програмного забезпечення, представлено на рис. 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10.

З рисунків 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10 та на основі числового аналізування рівняння регресії (2.17) одержано, що із збільшенням товщини стрічки h та ширини стрічки B сила формоутворення профільної гвинтової заготовки із Ст 3 під час навивання на оправку у вигляді кривої равлик Паскаля збільшується, при цьому збільшення середнього радіуса l оправки для навивання призводить до зменшення сили формоутворення профільної гвинтової заготовки.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а)



б)

Рисунок 2.6 - Поверхня відгуку (а) та двовірний переріз поверхні відгуку (б) залежності сили формоутворення профільної гвинтової заготовки із Ст 3 під час навивання на оправку у вигляді кривої равлик Паскаля від товщини стрічки h та середнього радіуса l оправки для навивання ($B=15\text{мм}$)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-34.00.00

Арк.

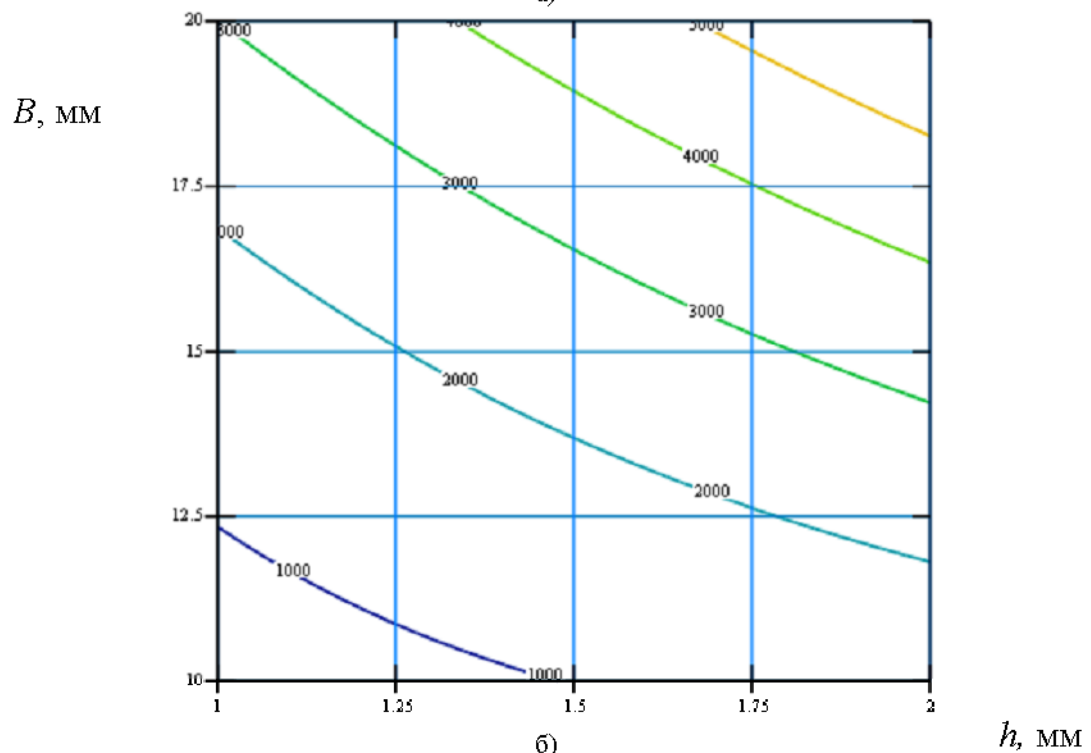
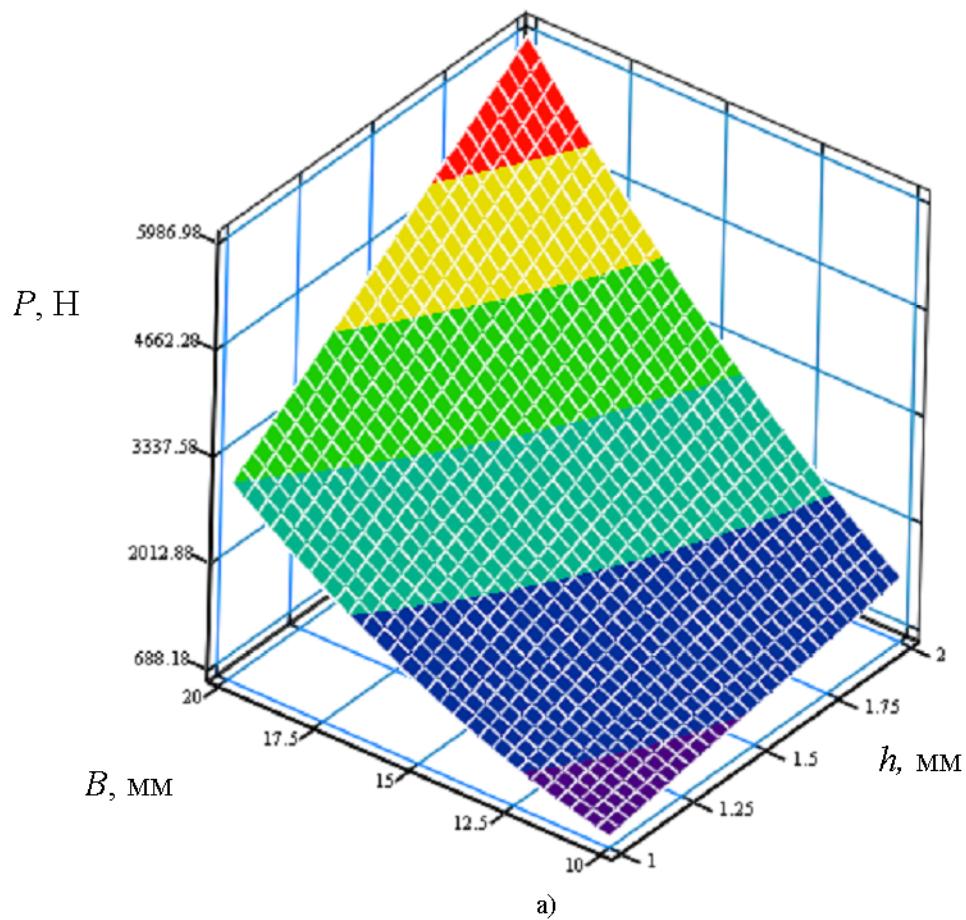


Рисунок 2.7 - Поверхня відгуку (а) та двомірний переріз поверхні відгуку (б) залежності сили формоутворення профільної гвинтової заготовки із Ст 3 під час навивання на оправку у вигляді кривої равлик Паскаля від товщини стрічки h та ширини стрічки B ($l=60\text{мм}$)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-34.00.00

Арк.

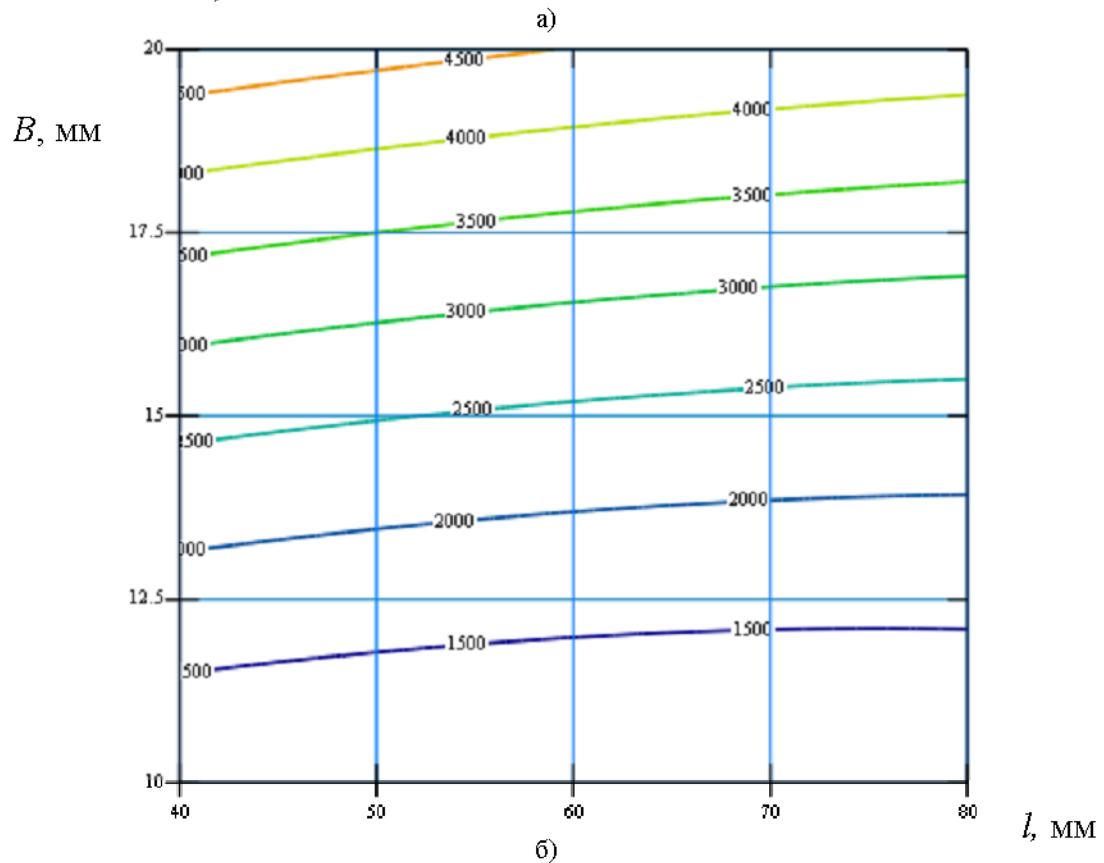
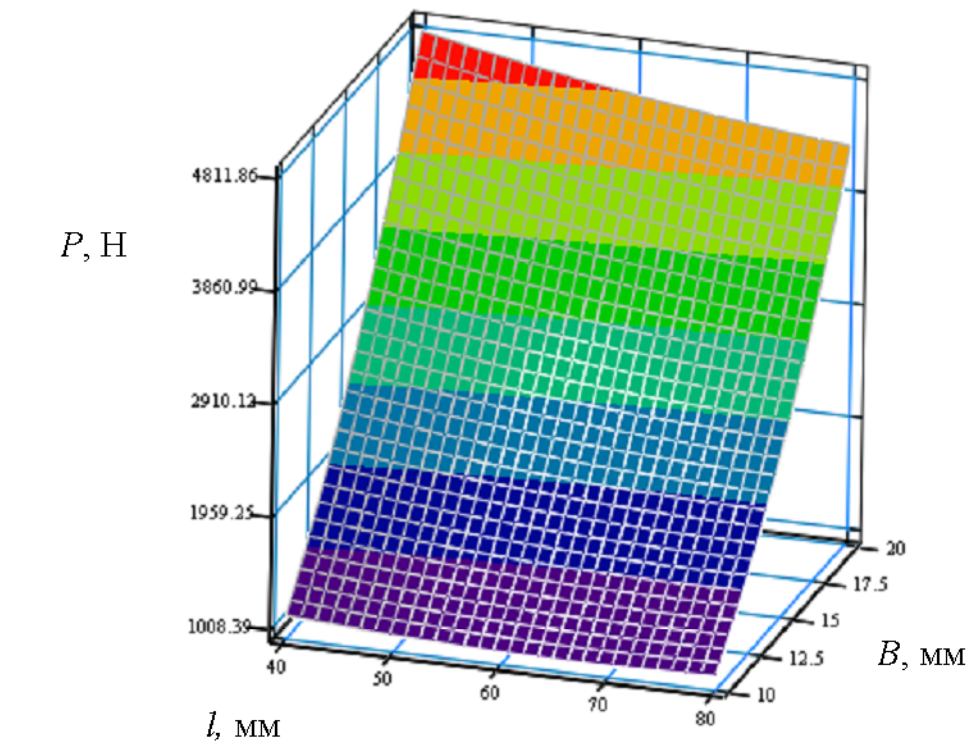


Рисунок 2.8 - Поверхня відгуку (а) та двомірний переріз поверхні відгуку (б) залежності сили формоутворення профільної гвинтової заготовки із Ст 3 під час навивання на оправку у вигляді кривої равлик Паскаля від середнього радіуса l оправки для навивання та ширини стрічки B ($h=1,5\text{мм}$)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-34.00.00

Арк.

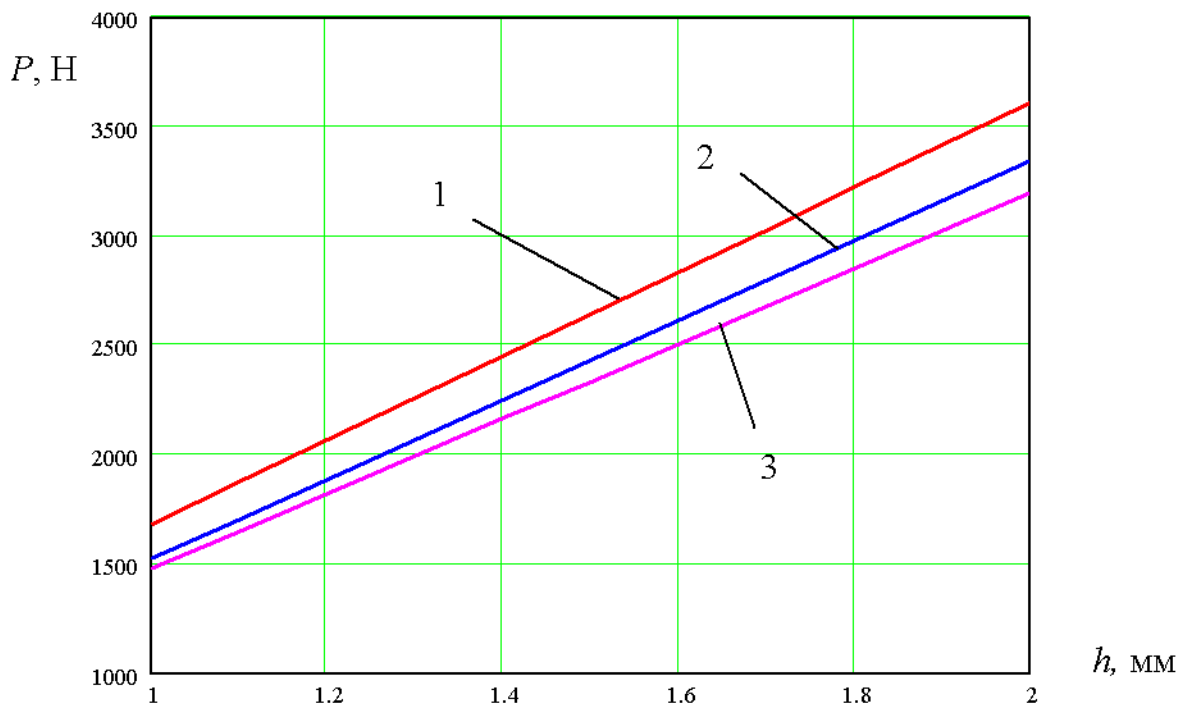


Рисунок 2.9 – Графіки залежності сили формоутворення профільної гвинтової заготовки із Ст 3 під час навивання на оправку у вигляді кривої равлик Паскаля від товщини стрічки h , $B=15\text{мм}$: 1) $l=40\text{мм}$; 2) $l=60\text{мм}$; 3) $l=80\text{мм}$

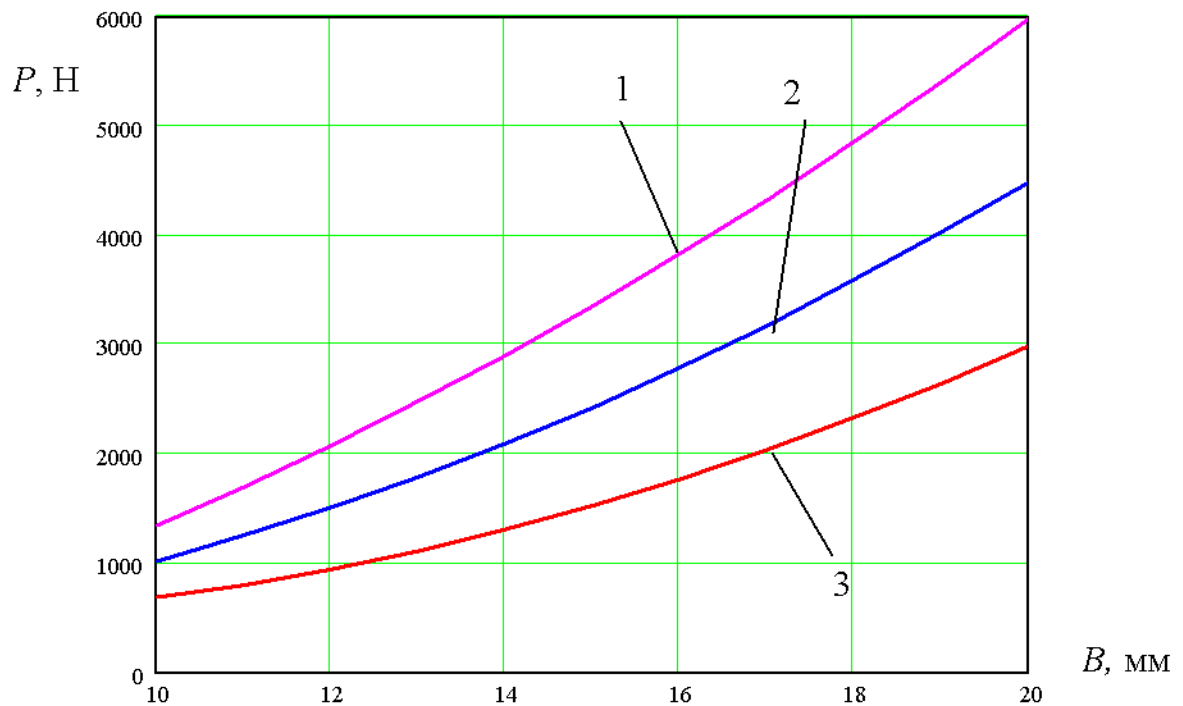


Рисунок 2.10 – Графіки залежності сили формоутворення профільної гвинтової заготовки із Ст 3 під час навивання на оправку у вигляді кривої равлик Паскаля від ширини стрічки B , $l=60\text{мм}$: 1) $h=1\text{мм}$; 2) $h=1,5\text{мм}$; 3) $h=2\text{мм}$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-34.00.00

Арк.

Максимальне значення сили формоутворення профільної гвинтової заготовки із Ст 3 під час навивання на оправку у вигляді кривої равлик Паскаля становить 6450 Н, а мінімальне – 684 Н. Збільшення товщини стрічки h від 1 мм до 2 мм призводить до зростання сили формоутворення профільної гвинтової заготовки в 2 рази. Збільшення ширини стрічки B від 10 мм до 20 мм призводить до збільшення сили формоутворення профільної гвинтової заготовки в 4,34 рази, а середнього радіуса l оправки для навивання від 40 до 80 мм зменшує сили формоутворення профільної гвинтової заготовки в 1,08 рази. В загальному сила формоутворення профільної гвинтової заготовки залежить від її необхідних конструктивних параметрів.

2.3. Висновки

У розділі в результаті теоретичного аналізу встановлено що при товщині $H = 1$ мм і ширині $B=10$ мм стрічки сила навивання профільної гвинтової заготовки у вигляді кривої равлик Паскаля знаходиться в межах $P = 668 - 702$ Н, а крутний момент, який необхідно прикласти для обертання оправки у вигляді кривої равлик Паскаля знаходиться в межах $M_0 = 25,5 - 28,5$ Н·м. Сила навивання профільної гвинтової заготовки у вигляді кривої равлик Паскаля набуває максимального значення на частині оправки із найменшим радіусом кривизни, тобто при кутах повороту 2,1 та 4,2 радіан, найменші значення досягається при 3,14 радіан, коли радіус гнуття є найбільшим. Крутний момент навивання профільної гвинтової заготовки у вигляді кривої равлик Паскаля набуває максимального значення при куті повороту 6,28 радіан, найменші значення досягається при 3,14 радіан, коли радіус гнуття є найбільшим. Ці параметри повторюються із періодом 2π .

Під час експериментальних досліджень встановлено, що із збільшенням

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

товщини стрічки h та ширини стрічки B сила формоутворення профільної гвинтової заготовки із Ст 3 під час навивання на оправку у вигляді кривої равлик Паскаля збільшується, при цьому збільшення середнього радіуса l оправки для навивання призводить до зменшення сили формоутворення профільної гвинтової заготовки.

Максимальне значення сили формоутворення профільної гвинтової заготовки із Ст 3 під час навивання на оправку у вигляді кривої равлик Паскаля становить 6450 Н, а мінімальне – 684 Н. Збільшення товщини стрічки h від 1 мм до 2 мм призводить до зростання сили формоутворення профільної гвинтової заготовки в 2 рази. Збільшення ширини стрічки B від 10 мм до 20 мм призводить до збільшення сили формоутворення профільної гвинтової заготовки в 4,34 рази, а середнього радіуса l оправки для навивання від 40 до 80 мм зменшує сили формоутворення профільної гвинтової заготовки в 1,08 рази. В загальному сила формоутворення профільної гвинтової заготовки залежить від її необхідних конструктивних параметрів.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Службове призначення та характеристика об'єкту виробництва. Аналіз технічних вимог на виріб

Деталь “Фланець” АЛАЯ 753.182.014 входить до складу вибухозахищеного світлодіодного світильника, призначеного для загального освітлення вибухонебезпечних зон класів 1, 2 та пожежебезпечних зон класів П-I, П-II в приміщеннях та зовнішніх установках різних галузей промисловості.

Деталь “Фланець” АЛАЯ 753.182.014 є складовою деталлю вузла для підводу електричного кабелю до світильника.

У відповідності із класифікатором ЄСКД [2] деталь “Фланець” АЛАЯ 753.182.006 відноситься до класу 72 – “тіла обертання із елементами зубчастого зачеплення; зігнуті із листів, стрічок; тіла обертання корпусні, опорні, ємкісні; корпуси підшипників, тощо”.

Основними поверхнями деталі є: внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 18H7(^{+0,018})$; Ra1,6, через яку проходить електричний кабель до світильника; зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 37h14(-0,62)$; Ra12,5 призначена для встановлення в корпус світильника; торцева поверхня $50,5h14(-0,74)$; Ra12,5 призначена для точного позиціонування фланця і корпусу; внутрішня фаска $3,5 \times 45^\circ$; Ra12,5 – для запобігання пошкодження (перетирання, згину) кабелю; чотири різевих отвори М3-7Н; $30 \pm 0,2$; Ra6,3 – для кріплення кришки до фланця; два отвори $\varnothing 7H14(^{+0,36})$; Ra12,5 – для кріплення фланця до корпусу.

Всі інші поверхні є другорядними.

Кожній поверхні фланця, що піддається механічній обробці присвоюємо номер та вказуємо технічні вимоги на їх формування різанням. Результати

					<i>ДР 18-34.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Голдіна</i>				ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>								
						<i>ТНТУ каф. ТМ гр. МТд -2</i>		

проведених дій представлено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Аналіз технічних вимог

Номер поверхні	Назва поверхні	Квалітет	Шорсткість, мкм
1	2	3	4
1, 4	Торцева зовнішня поверхня 50,5h14 _(-0,74)	14	Ra12,5
2, 3	Торцева зовнішня поверхня 12h14 _(-0,43)	14	Ra12,5
5	Внутрішня фаска 3,5×45°	14	Ra12,5
6	Внутрішня циліндрична поверхня Ø18H7 ^(+0,018)	7	Ra1,6
7	Зовнішня фаска 2×45°	14	Ra12,5
8	Зовнішня циліндрична поверхня Ø37h14 _(-0,62)	14	Ra12,5
9	Зовнішня канавка b=3,5H14 ^(+0,3) ; Ø35h14 _(-0,62) ; 45°±1°	14	Ra12,5
10	Торцева зовнішня поверхня 16±0,2	14	Ra12,5
11	Отвір Ø24,17 ^{+0,28} під різь $G \frac{3}{4}$ – В; l=36	12	Ra12,5
12	Різовий отвір $G \frac{3}{4}$ – В; l=28	12	Ra6,3
13	Внутрішня фаска 2×45°	14	Ra12,5
14	Отвір наскрізний Ø4,95 ^{+0,26} ; l=12; 40±0,2 під різь М6-7Н	14	Ra12,5
15	Внутрішня фаска 1×45°	14	Ra12,5
16	Різовий наскрізний отвір М6-7Н; l=12	(7)	Ra6,3
17, 18	Два наскрізних отвори Ø7H14 ^(+0,36) ; l=4; 56±0,2	14	Ra12,5
19-22	Чотири глухих отвори Ø2,5 ^{+0,14} ; l=8; 22±0,2; 30±0,2 під різь М3-7Н	12	Ra6,3
23-26	Чотири внутрішні фаски 0,5×45°	14	Ra12,5
27-30	Чотири глухих різевих отвори М3-7Н; l=5	(7)	Ra6,3

Деталь “Фланець” АЛАЯ 753.182.014 виготовляється із алюмінієвого сплаву АК12 ГОСТ 1583-93, який має хороші ливарні властивості [3] “за призначенням

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цей сплав відноситься до групи сплавів, які вирізняються високою герметичністю. За хімічним складом в залежності від основного легуючого елементу – кремнію, середній відсотковий вміст якого становить 12%, сплав АК12 1583-93 відноситься до першої системи: Al-Si-Mg.”

У наступних таблицях представлено хімічний склад та механічні властивості сплаву АК12 1583-93 згідно [3].

Таблиця 3.2 – Хімічний склад сплаву АК12 ГОСТ 1583-93, %

Алюміній	Кремній	Кальцій	Титан	Мідь	Цинк	Магній	Цирконій
		не більше					
основа	10-13	0,08	0,1	0,6	0,3	0,1	0,1

Таблиця 3.3 – Механічні властивості сплаву АК12 ГОСТ 1583-93

Спосіб лиття	Вид термообробки	Густина, ρ , г/см ³	σ_p , МПа	Відносне видовження, %	Твердість, НВ
в кокіль	–	2,55-2,6	157	2,0	50
під тиском	–		157	1,0	50
в кокіль	відпал		147	3,0	50
під тиском	відпал		147	2,0	50

3.2. Аналіз технологічності конструкції деталі

Для розрахунку кількісних показників технологічності використано показники таблиці 3.1.

Коефіцієнт точності обробки

$$K_{Т.ч} = 1 - \frac{1}{T_{cp}}, \quad (3.1)$$

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{14 \cdot 18 + 12 \cdot 6 + 7 \cdot 6}{30} = 12,2;$$

$$K_{Т.ч} = 1 - \frac{1}{12,2} = 0,92.$$

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При $K_{тч} = 0,92 > 0,8$ фланець є технологічним і не має високоточних поверхонь.

Коефіцієнт шорсткості.

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}}, \quad (3.2)$$

$$B_{cp} = \frac{\sum B_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{5 \cdot 1 + 4 \cdot 10 + 3 \cdot 19}{30} = 3,4,$$

$$K_{ш} = \frac{1}{3,29} = 0,3.$$

При $K_{ш} = 0,3 > 0,16$ фланець є технологічним із середніми параметрами шорсткості поверхонь.

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів:

$$K_{y.e.} = \frac{N_{y.e.}}{N_e} = \frac{28}{33} = 0,84, \quad (3.3)$$

При $K_{ye} = 0,84 > 0,6$ фланець відноситься до технологічних.

Під час механічної обробки конструкція деталі допускає застосування високопродуктивних режимів обробки, має прийнятні базові поверхні для чорнових операцій. Всі оброблювані поверхні деталі доступні для контролю.

3.3. Аналіз типу та організаційної форми виробництва

Тип виробництва визначаємо залежно від річної програми випуску $N = 160\,000$ шт. і маси деталі $m = 0,12$ кг із довідників.

Отже, тип виробництва для деталей “Фланець” АЛАЯ 753.182.014 – крупносерійний.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4. Вибір способу одержання заготовки

Для великосерійного типу виробництва розглянемо два способи отримання заготовки:

- 1) лиття в піщані форми з машинним формуванням із металевих моделей;
- 2) лиття під високим тиском.

Відповідно до [7] та ГОСТ 26645-85 для лиття в піщані форми з машинним формуванням із металевих моделей: клас точності розмірів і мас – 10 клас; ряд припусків на механічну обробку – 2. Для лиття під високим тиском: клас точності розмірів і мас – 7 клас; ряд припусків на механічну обробку – 1.

Визначені загальні табличні припуски записуємо в узагальнену таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 – Загальні припуски і розміри заготовки

Оброблювана поверхня, її розмір, точність	Параметр шорсткості деталі, мкм	Допуск заготовки, мм	Загальний припуск, мм	Розмір заготовки із граничними відхиленнями, мм
1	2	3	4	5
1) лиття в піщані форми з машинним формуванням із металевих моделей: клас точності розмірів і мас – 10 клас; ряд припусків на механічну обробку – 2.				
Торцева зовнішня поверхня 50,5h14 _(-0,74)	Ra12,5	2,4	2,8 × 2 = 5,6	56,1±1,2
Торцева зовнішня поверхня 12h14 _(-0,43)	Ra12,5	1,8	2,4 × 2 = 4,8	16,8±0,9
Торцева зовнішня поверхня 16±0,2	Ra12,5	1,8	2,4	13,6±0,9 (на кресленні вказується 16,4±0,9)
Внутрішня циліндрична поверхня Ø18H7 ^(+0,018)	Ra1,6	2,0	3,2 × 2 = 6,4	Ø11,6±1,0
Зовнішня циліндрична поверхня Ø37h14 _(-0,62)	Ra12,5	2,2	2,8 × 2 = 5,6	Ø42,6±1,1
2) лиття під високим тиском: клас точності розмірів і мас – 7 клас; ряд припусків на механічну обробку – 1				
Торцева зовнішня поверхня 50,5h14 _(-0,74)	Ra12,5	1,0	1,1 × 2 = 2,2	52,7±0,5
Торцева зовнішня поверхня 12h14 _(-0,43)	Ra12,5	0,7	1,0 × 2 = 2,0	14±0,35

Закінчення таблиці 3.4

1	2	3	4	5
Торцева зовнішня поверхня $16 \pm 0,2$	Ra12,5	0,7	1,0	$15 \pm 0,35$ (на кресленні вказується $16,1 \pm 0,35$)
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 18H7^{(+0,018)}$	Ra1,6	0,8	$1,4 \times 2 = 2,8$	$\varnothing 15,2 \pm 0,4$
Отвір $\varnothing 24,17^{+0,28}$	Ra12,5	0,8	$1,0 \times 2 = 2,0$	$\varnothing 22,17 \pm 0,4$
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 37h14_{(-0,62)}$	Ra12,5	0,9	$1,1 \times 2 = 2,2$	$\varnothing 39,2 \pm 0,45$
Два наскрізних отвори $\varnothing 7H14^{(+0,36)}$; $l=4$	Ra12,5	0,64	$1,0 \times 2 = 2,0$	$\varnothing 5 \pm 0,32$

Визначаємо розрахунковим способом об'єм та масу заготовок для двох вказаних способів. Маса заготовок:

$$Q = q + m_{\text{пр}}, \quad (3.4)$$

де $q = 0,12$ кг – маса деталі.

$$m_{\text{пр}} = V_{\text{пр}} \cdot \rho, \quad (3.5)$$

де $V_{\text{пр}}$ – об'єм припуску;

$\rho = 2,6$ г/см³ – густина матеріалу заготовки.

Об'єми припусків:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot H}{4}; \quad V_{\text{пр}} = B \cdot L \cdot H. \quad (3.6)$$

Визначаємо об'єм припусків для двох способів формування заготовок аналітичним методом.

– лиття в піщані форми з машинним формуванням із металевих моделей:

$$V_{\text{пр.торець}_1} = 505,7 \cdot 2,8 = 1415,96 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр.торець}_2} = 98,85 \cdot 2,4 = 237,24 \text{ мм}^3.$$

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\text{пр.горець 10}} = 500 \cdot 2 \cdot 2,4 = 2400 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр.отв.11}} = \frac{\pi \cdot (24,17^2 - 11,6^2) \cdot 36}{4} = 12706,5 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр.отв.6}} = \frac{\pi \cdot (18^2 - 11,6^2) \cdot 14,5}{4} = 2156,3 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр.отв.14}} = \frac{\pi \cdot 6^2 \cdot 12}{4} = 339,12 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр.отв.17,18}} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 7^2 \cdot 4}{4} = 307,72 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр.отв.19-22}} = 4 \cdot \frac{\pi \cdot 3^2 \cdot 8}{4} = 226,08 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр.горець3}} = 12 \cdot 45 \cdot 2,4 = 1296 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр}} = \sum V_{\text{пр}_i};$$

$$V_{\text{пр}} = 1415,96 + 237,24 + 2400 + 12706,5 + 2156,3 + 339,12 + \\ + 307,72 + 226,08 + 1296 = 21084,92 \text{ мм}^3 = 21,085 \text{ см}^3.$$

– ЛИТТЯ ПІД ВИСОКИМ ТИСКОМ:

$$V_{\text{пр.горець1}} = 505,7 \cdot 1,1 = 556,27 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр.горець 2}} = 98,85 \cdot 1,0 = 98,85 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр.горець 10}} = 500 \cdot 2 \cdot 1,0 = 1000 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр.отв.11}} = \frac{\pi \cdot (24,17^2 - 22,17^2) \cdot 36}{4} = 2619,14 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр.отв.6}} = \frac{\pi \cdot (18^2 - 14,2^2) \cdot 14,5}{4} = 1392,76 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр.отв.14}} = \frac{\pi \cdot 6^2 \cdot 12}{4} = 339,12 \text{ мм}^3.$$

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\text{пр.отв.17,18}} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot (7^2 - 5^2) \cdot 4}{4} = 48 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр.отв.19-22}} = 4 \cdot \frac{\pi \cdot 3^2 \cdot 8}{4} = 226,08 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр.торець3}} = 12 \cdot 45 \cdot 1,0 = 540 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр}} = \sum V_{\text{пр}_i};$$

$$V_{\text{пр}} = 556,27 + 98,85 + 1000 + 2619,14 + 1392,76 + 339,12 + \\ + 48 + 226,08 + 540 = 6820,22 \text{ мм}^3 = 6,82 \text{ см}^3.$$

Встановлюємо масу припуску розрахунковим способом для двох прийнятих способів отримання заготовок:

- лиття в піщані форми з машинним формуванням із металевих моделей:

$$m_{\text{пр1}} = 21,085 \cdot 2,6 = 54,82 \text{ г} = 0,055 \text{ кг}.$$

- лиття під високим тиском:

$$m_{\text{пр2}} = 6,82 \cdot 2,6 = 17,732 \text{ г} = 0,018 \text{ кг}.$$

Визначаємо остаточну масу заготовок, для яких проводимо розрахунки:

- лиття в піщані форми з машинним формуванням із металевих моделей:

$$Q_1 = 0,12 + 0,055 = 0,175 \text{ кг}.$$

- лиття під високим тиском:

$$Q_2 = 0,12 + 0,018 = 0,138 \text{ кг}.$$

Встановлюємо коефіцієнти використання матеріалу розрахунковим способом для двох видів заготовок :

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{в.м.} = \frac{q}{Q}, \quad (3.7)$$

де $q = 0,12$ кг – маса деталі.

– лиття в піщані форми з машинним формуванням із металевих моделей:

$$K_{в.м.1} = \frac{0,12}{0,175} = 0,69.$$

– лиття під високим тиском:

$$K_{в.м.2} = \frac{0,12}{0,138} = 0,87.$$

Для остаточного рішення заповнюємо порівняльну таблицю 3.5.

Таблиця 3.5 – Порівняльна таблиця

Назва позиції	Перший варіант	Другий варіант
Вид заготовки	лиття в піщані форми з машинним формуванням із металевих моделей	лиття під високим тиском
$K_{в.м.}$	0,69	0,87

Другий варіант заготовки приймаємо для розроблення проектного технологічного процесу.

3.5. Вибір методів оброблення і технологічних баз

При обробці деталі “Фланець” АЛАЗ 753.182.014 на 005 операції вертикально-фрезерній використовуємо пристосування спеціальне двохмісне з базуванням деталі по зовнішній циліндричній поверхні на призми з упором в торець 4 на площину з пневмозатиском призмами.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На 010 вертикально-фрезерній операції використовуємо пристосування чотирьохмісне спеціальне з базуванням деталі по зовнішній циліндричній поверхні 8 на призму і площину 2 з упором в торець 1 (оброблений) з пневмозатиском.

На 015 токарній напівавтоматній операції використовуємо патрон спеціальний з базуванням деталі по зовнішній циліндричній поверхні з упором в торець 1 з гідрозатиском.

На 020 агрегатній операції використовуємо пристосування спеціальне з базуванням деталі по зовнішній циліндричній поверхні 8 на дві призми з упором в торець 10 з пневмозатиском з орієнтацією по виступу.

3.6. Формування маршрутно-операційного технологічного процесу виготовлення виробу з вибором технологічного обладнання

Для формування маршрутно-операційного технологічного процесу заповнюємо таблицю 3.6. при цьому вибираємо кращі маршрути обробки заготовки.

Таблиця 3.6 – Методи і маршрути обробки поверхонь заготовки

№ пов.	Вид поверхні, позначення	Вихідні параметри деталі		Варіанти методів, маршрутів обробки поверхонь	
		Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	1	2
1	2	3	4	5	6
1, 4	Торцева зовнішня поверхня 50,5h14 _(-0,74)	14	Ra12,5	Фрезерування чорнове	Підрізання різцем напівчистове
2, 3	Торцева зовнішня поверхня 12h14 _(-0,43)	14	Ra12,5	Фрезерування чорнове	—
5	Внутрішня фаска 3,5×45°	14	Ra12,5	Зенкування	Розточування

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6
6	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 18H7^{(+0,018)}$	7	Ra1,6	1. Зенкерування 2. Розвертання чорнове 3. Розвертання чистове	1. Розсверд- лювання 2. Зенкерування 3. Розвертання чорнове 4. Розвертання чистове
7	Зовнішня фаска $2 \times 45^\circ$	14	Ra12,5	Точіння напівчистове	—
8	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 37h14_{(-0,62)}$	14	Ra12,5	Напівчистове точіння при поперечній подачі	Напівчистове точіння при поздовжній подачі
9	Зовнішня канавка $b=3,5H14^{(+0,3)}$; $\varnothing 35h14_{(-0,62)}$; $45^\circ \pm 1^\circ$	14	Ra12,5	Точіння методом копіювання	—
10	Торцева зовнішня поверхня $16 \pm 0,2$	14	Ra12,5	Точіння при поперечній подачі	—
11	Отвір $\varnothing 24,17^{+0,28}$ під різь $G \frac{3}{4} - B$; $l=36$	13	Ra12,5	Розсвердлювання	Розточування
12	Різовий отвір $G \frac{3}{4} - B$; $l=28$	13	Ra6,3	Нарізання різи мітчиком	—
13	Внутрішня фаска $2 \times 45^\circ$	14	Ra12,5	Розточування напівчистове	Формування комбінованим інструментом
14	Отвір наскрізний $\varnothing 4,95^{+0,26}$; $l=12$; $40 \pm 0,2$ під різь M6-7H	14	Ra12,5	Свердління по кондуктору	1) Центрування 2) Свердління
15	Внутрішня фаска $1 \times 45^\circ$	14	Ra12,5	Одночасне фор- мування фаски при свердлінні	Зенкування
16	Різовий наскрізний отвір M6-7H; $l=12$	(7)	Ra6,3	Нарізання різи мітчиком	—

Арк.

ДР 18-34.00.00

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Закінчення таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6
17, 18	Два наскрізних отвори $\varnothing 7H14^{(+0,36)}$; $l=4$; $56\pm 0,2$	14	Ra12,5	Свердління по кондуктору	1) Центрування 2) Свердління
19- 22	Чотири глухих отвори $\varnothing 2,5^{+0,14}$; $l=8$; $22\pm 0,2$; $30\pm 0,2$ під різь МЗ-7Н	13	Ra6,3	Свердління по кондуктору	1) Центрування 2) Свердління
23- 26	Чотири внутрішні фаски $0,5\times 45^\circ$	14	Ra12,5	Однчасне формування фаски при свердлінні	Зенкування
27- 30	Чотири наскрізних різевих отвори МЗ-7Н; $l=5$	(7)	Ra6,3	Нарізання різі мітчиком	–

В проектному варіанті пропонуємо заміну операцій: вертикально-фрезерні, що виконуються на універсальному обладнанні на вертикально-фрезерні операції, що виконуються на вертикально-фрезерних напівавтоматах, токарно-гвинторізну – на токарну напівавтоматну, всі свердлильні та різенарізні операції – на агрегатну.

005 Вертикально-фрезерна операція

1. Встановити заготовку, закріпити.

2. Фрезерувати остаточно два торці 1 і 2, витримуючи розміри $51,6_{-0,74}$; $13_{-0,43}$.

3. Розкріпити заготовку, зняти.

Перевірити розміри: $51,6_{-0,74}$; $13_{-0,43}$. Контроль 30%.

010 Вертикально-фрезерна операція

1. Встановити заготовку, закріпити.

2. Фрезерувати остаточно торець 3, витримуючи розмір $12_{-0,43}$.

3. Розкріпити заготовку, зняти.

Перевірити розміри: $12_{-0,43}$. Контроль 30%.

015 Токарна напівавтоматна операція

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Позиція I. Встановити, заготовку, зняти.

Позиція II. Підрізати остаточно торець 4, підрізати остаточно торець 10, точити зовнішню канавку 9, точити зовнішню фаску 7 з поперечного супорта одночасно, витримуючи розміри $50,5_{-0,74}$; $16\pm 0,2$; $3,5^{+0,3}$; $\varnothing 35_{-0,62}$; $45^{\circ}\pm 1^{\circ}$; $3,1\times 45^{\circ}$.

Позиція III. Точити остаточно зовнішню циліндричну поверхню 8 з поперечного супорта, витримуючи розмір $\varnothing 37_{-0,62}$; зенкувати внутрішню фаску 5 з поздовжнього супорта, витримуючи розмір $5,4\times 45^{\circ}$ одночасно.

Позиція IV. Зенкерувати отвір 6 з поздовжнього супорта, витримуючи розмір $\varnothing 17,7^{+0,11}$.

Позиція V. Розвернути попередньо отвір 6 з поздовжнього супорта, витримуючи розмір $\varnothing 17,958^{+0,027}$.

Позиція VI. Розвернути остаточно отвір 6 з поздовжнього супорта, витримуючи розмір $\varnothing 18^{+0,018}$.

Перевірити розміри: $12_{-0,43}$; $3,5^{+0,3}$; $\varnothing 35_{-0,62}$; $\varnothing 37_{-0,62}$; $2\times 45^{\circ}$; $3,5\times 45^{\circ}$; $\varnothing 18^{+0,018}$.
Контроль 30%.

020 Агрегатна операція

Позиція I. Встановити, заготовку, зняти.

Позиція II. Свердлити чотири отвори 19-22 з формуванням фасок 23-26 одночасно по кондуктору з вертикальної силової головки, витримуючи розміри $\varnothing 2,5^{+0,14}$; $22\pm 0,2$; $30\pm 0,2$; $l=8$ під різь МЗ-7Н; свердлити отвір 14 з формування фаски 15 з горизонтальної силової головки, витримуючи розміри $\varnothing 4,95^{+0,26}$; $l=12$; $40\pm 0,2$ під різь М6-7Н одночасно.

Позиція III. Розсвердлити два отвори 17, 18 одночасно по кондуктору з вертикальної силової головки, витримуючи розміри $\varnothing 7Н14^{(+0,36)}$; $l=4$; $56\pm 0,2$.

Позиція IV. Розсвердлити отвір 11 з формуванням фаски 13 одночасно з вертикальної силової головки, витримуючи розміри $\varnothing 24,17^{+0,28}$ під різь $G \frac{3}{4} - В$;

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

l=36.

Позиція V. Нарізати різь 27-30 в чотирьох отворах одночасно з вертикальної силової головки, витримуючи розміри МЗ-7Н; l=5; нарізати різь 16 в отворі з горизонтальної силової головки, витримуючи розміри М6-7Н; l=12 одночасно.

Позиція VI. Нарізати різь 12 в отворі з вертикальної силової головки, витримуючи розміри $G \frac{3}{4} - В$; l=28.

Перевірити розміри: $\varnothing 7H14(^{+0,36})$; $56 \pm 0,2$; МЗ-7Н; $22 \pm 0,2$; $30 \pm 0,2$; М6-7Н; $40 \pm 0,2$; $G \frac{3}{4} - В$. Контроль 30%.

Операція 025 Контроль.

Вибір і обґрунтування технологічного обладнання та оснащення оформляємо у вигляді таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Вибір обладнання та оснащення

№ операції	Назва операції	Назва і модель верстату	Пристосування
1	2	3	4
005	Вертикально-фрезерна	Вертикально-фрезерний напівавтомат мод. ЛГ-27	Пристосування спеціальне двохмісне з базуванням деталі по зовнішній циліндричній поверхні на призми з упором в торець 4 на площину з пневмозатиском призмами
010	Вертикально-фрезерна	Вертикально-фрезерний напівавтомат мод. ЛГ-27	Пристосування спеціальне чотирьохмісне з базуванням деталі по зовнішній циліндричній поверхні 8 на призму і площину 2 з упором в торець 1 (оброблений) з пневмозатиском

Арк.

ДР 18-34.00.00

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Закінчення таблиці 3.7

1	2	3	4
015	Токарна напівавтоматна	Токарний горизонтальний шестишпindelний напівавтомат мод. 1Б240П-6К	Патрон спеціальний з базуванням деталі по зовнішній циліндричній поверхні з упором в торець 1 з гідро затиском
020	Агрегатна	Агрегатний верстат мод. 2ХА246	Пристосування спеціальне з базуванням деталі по зовнішній циліндричній поверхні 8 на дві призми з упором в торець 10 з пневмозатиском з орієнтацією по виступу
025	Контроль		Стіл контролера

3.7. Визначення припусків на оброблення і розмірів заготовки

Для розрахунків припусків розрахунковим методом використовуємо формули [8]:

$$2Z_{i\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}), \quad (3.8)$$

для розвертання плаваючою розверткою:

$$2Z_{i\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1}), \quad (3.9)$$

Розрахунок припуску проведемо для центрального отвору $\varnothing 18H7(^{+0,018})$; Ra 1,6.

Технологічні переходи обробки вказано отвору такі:

1. Зенкерування Н11.
2. Розвертання чорнове Н8.
3. Розвертання чистове Н7.

Заготовка на 015 токарній напівавтоматній операції закріплюється в

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спеціальному патроні з гідрозатиском.

Визначаємо параметри кожного переходу:

Для зенкерування:

$R_{z_{i-2}} = 50$ мкм, $T_{i-2} = 100$ мкм для литва під високим тиском [8].

Похибка установки заготовки по необробленій поверхні в патроні з гідроприводом буде складати: $\varepsilon_{y1} = 200 - 200 \cdot 0,2 = 160$ мкм. [8].

Просторові відхилення заготовки, одержаної литвом під високим тиском [8] :

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\text{жол.}}^2 + \rho_{\text{зм.}}^2}, \quad (3.10)$$

$$\rho_{\text{зм.}} = \delta \cdot b, \quad (3.11)$$

де $\delta = 0,3$ мм – допуск розміру b , мм;

$b = 7$ – товщина стінки, мм;

$$\rho_{\text{зм.}} = 0,3 \cdot 7 = 1,5 \text{ мм} = 2100 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\text{жол.}} = \Delta K \cdot D, \quad (3.12)$$

де $\Delta K = 0,7$ мкм/мм [8];

$D = 18$ мм – оброблюваний діаметр;

$$\rho_{\text{жол.}} = 0,7 \cdot 18 = 12,6 \text{ мкм};$$

$$\rho_{i-1} = \sqrt{12,6^2 + 2100^2} = 2100 \text{ мкм.}$$

Для розвертання чорного плаваючою розверткою:

$R_{z_{i-3}} = 32$ мкм, $T_{i-3} = 40$ мкм при зенкеруванні [8].

Для розвертання чистового плаваючою розверткою:

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$R_{z3} = 10$ мкм, $T_{i3} = 20$ мкм при розвертанні чистовому після розвертання чорнового [8].

Розраховуємо мінімальні припуски кожного переходу:

1. Для зенкерування:

$$2Z_{1\min} = 2 \cdot (50 + 100 + \sqrt{2100^2 + 160^2}) = 3217 \text{ мкм} = 3,217 \text{ мм.}$$

2. Для розвертання чорнового:

$$2Z_{2\min} = 2 \cdot (32 + 40) = 144 \text{ мкм} = 0,144 \text{ мм.}$$

3. Для розвертання чистового:

$$2Z_{3\min} = 2 \cdot (10 + 20) = 60 \text{ мкм} = 0,06 \text{ мм.}$$

Визначаємо розрахункові розміри всіх переходів:

$$D_{p\ i-1} = D_{\max.деталі} - 2Z_{i\min}, \quad (3.13)$$

1. Для розвертання чистового:

$$D_{p3} = 18,018 \text{ мм.}$$

2. Для розвертання чорнового:

$$D_{p2} = D_{p3} - 2Z_{3\min} = 18,018 - 0,06 = 17,958 \text{ мм.}$$

3. Для зенкерування:

$$D_{p1} = D_{p2} - 2Z_{2\min} = 17,958 - 0,144 = 17,814 \text{ мм.}$$

4. Для свердління:

$$D_{p\text{заг}} = D_{p1} - 2Z_{1\min} = 17,814 - 3,217 = 14,597 \text{ мм.}$$

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо допуски усіх переходів [1].

Заготовка $\rightarrow \delta_{\text{заг}} = 0,8$ мм.

1. Зенкерування Н11 $\rightarrow \delta_1 = 0,11$ мм.

2. Розвертання чорнове Н8 $\rightarrow \delta_2 = 0,027$ мм.

3. Розвертання чистове Н7 $\rightarrow \delta_3 = 0,018$ мм.

Встановлюємо граничні розміри заготовки для кожного переходу.

Для розвертання чистового: $D_{\text{max.3}} = 18,018$ мм.

Для розвертання чорнового: $D_{\text{max.2}} = 17,958$ мм.

Для зенкерування: $D_{\text{max.1}} = 17,81$ мм.

Для свердління: $D_{\text{max. заг.}} = 14,6$ мм.

Визначаємо граничні розміри для кожного переходу:

$$D_{\text{min.i}} = D_{\text{max.i}} - \delta_i \quad (3.14)$$

Для розвертання чистового:

$$D_{\text{min.3}} = 18,018 - 0,018 = 18 \text{ мм.}$$

Для розвертання чорнового:

$$D_{\text{min.2}} = 17,958 - 0,027 = 17,931 \text{ мм.}$$

Для зенкерування:

$$D_{\text{min.1}} = 17,81 - 0,11 = 17,7 \text{ мм.}$$

Для заготовки:

$$D_{\text{min. заг.}} = 14,6 - 0,8 = 13,8 \text{ мм.}$$

Визначаємо розрахункові граничні значення припусків для кожного переходу:

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{i \max} = D_{\min i} - D_{\min i-1}, \quad (3.15)$$

$$2Z_{i \min} = D_{\max i} - D_{\max i-1}. \quad (3.16)$$

Для розвертання чистового:

$$2Z_{3 \max} = 18 - 17,931 = 0,069 \text{ мм};$$

$$2Z_{3 \min} = 18,018 - 17,958 = 0,06 \text{ мм}.$$

Для розвертання чорнового:

$$2Z_{2 \max} = 17,931 - 17,7 = 0,231 \text{ мм};$$

$$2Z_{2 \min} = 17,958 - 17,81 = 0,148 \text{ мм}.$$

Для зенкерування:

$$2Z_{1 \max} = 17,7 - 13,8 = 3,9 \text{ мм};$$

$$2Z_{1 \min} = 17,81 - 14,6 = 3,21 \text{ мм}.$$

Визначаємо загальні припуски для всіх переходів:

$$2Z_{\text{заг. max.}} = \Sigma 2Z_{i \text{ max.}}, \quad (3.17)$$

$$2Z_{\text{заг. min.}} = \Sigma 2Z_{i \text{ min.}}, \quad (3.18)$$

Тоді, загальні припуски:

$$2Z_{\text{заг. max.}} = 3,9 + 0,231 + 0,069 = 4,2 \text{ мм}.$$

$$2Z_{\text{заг. min.}} = 3,21 + 0,148 + 0,06 = 3,418 \text{ мм}.$$

Визначаємо загальний номінальний для всіх переходів:

$$2Z_{\text{заг. ном.}} = 2Z_{\text{заг. min.}} + ES_{\text{заготовки}} - ES_{\text{деталі}}, \quad (3.19)$$

$$D_{\text{заг. ном.}} = D_{\text{дет. ном.}} - 2Z_{\text{заг. ном.}}, \quad (3.20)$$

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно:

$$2Z_{\text{заг.ном.}} = 3,418 + 0,4 - 0,018 = 3,8 \text{ мм};$$

$$D_{\text{заг.ном.}} = 18 - 3,8 = 14,2 \text{ мм}.$$

Визначений номінальний діаметр $\varnothing 14,2 \pm 0,4$ заготовки литвом під тиском приймаємо як розмір заготовки для розрахунків.

Перевіряємо правильність проведених розрахунків:

$$2Z_{\text{imax}} - 2Z_{\text{imin}} = \delta_{\text{Di-1}} - \delta_{\text{Di}} \quad (3.21)$$

Для розвертання чистового:

$$0,069 - 0,06 = 0,009;$$

$$0,027 - 0,018 = 0,009.$$

Для розвертання чорнового:

$$0,231 - 0,148 = 0,083;$$

$$0,11 - 0,027 = 0,083.$$

Для зенкерування:

$$3,9 - 3,21 = 0,69;$$

$$0,8 - 0,11 = 0,69.$$

Отже, розрахунки проведені правильно.

Отримані числові значення записуємо таблицю 3.8.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.8 – Розрахункові припуски і граничні розміри на механічну обробку отвору діаметром 18H7

Технологічні переходи обробки поверхні Ø18H7	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{i\min}$, мкм	Розрахунковий розмір D_{p1} , мм	Допуск δ_d , мм	Граничні розміри, мм		Розрахункові граничні припуски, мм	
	R_z	T	ρ	ϵ_y				D_{\min}	D_{\max}	$2Z_{i\min}$	$2Z_{i\max}$
Заготовка	50	100	2100	160		14,597	0,8	13,8	14,6		
Зенкерування H11	32	40	–	–	3217	17,814	0,11	17,7	17,81	3,21	3,9
Розвертання чорнове H8	10	20	–	–	144	17,958	0,027	17,931	17,958	0,148	0,231
Розвертання чистове H7	6,4	–	–	–	60	18,018	0,018	18,0	18,018	0,06	0,069
Загальний припуск										3,418	4,2

Усі решта припусків записані у таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Розрахункові припуски і розміри табличним методом на механічну обробку

Технологічні операції і переходи обробки поверхонь деталі	Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	Допуск, мм	Припуск, мм	Операційні (проміжні) розміри із граничними відхиленням и
1	2	3	4	5	6
Торцева зовнішня поверхня 50,5h14 _(-0,74)					
Підрізання напівчистове різцем	14	Ra12,5	0,74	1,1	50,5 _{-0,74}
Фрезерування чорнове кінцевою фрезею	14	Ra12,5	0,74	1,1	51,6 _{-0,74}

Закінчення таблиці 3.9

1	2	3	4	5	6
Заготовка	7-мий кл. точн. розм.	Rz50	1,0	$1,1 \times 2 = 2,2$	$52,7 \pm 0,5$
Торцева зовнішня поверхня $12h14_{(-0,43)}$					
Фрезерування чорнове торце- вою фрезею	14	Ra12,5	0,43	1,0	$12_{-0,43}$
Фрезерування чорнове кінцевою фрезею	14	Ra12,5	0,43	1,0	$13_{-0,43}$
Заготовка	7-мий кл. точн. розм.	Rz50	0,7	–	$14 \pm 0,35$
Торцева зовнішня поверхня $16 \pm 0,2$					
Підрізання напівчистове різцем при попе- речній подачі	14	Ra12,5	0,4	1,0	$16 \pm 0,2$
Заготовка	7-мий кл. точн. розм.	Rz50	0,7	–	$15 \pm 0,35$
Отвір $\varnothing 24,17^{+0,28}$					
Розсверд- лювання	14	Ra12,5	0,28	$1,0 \times 2 = 2,0$	$\varnothing 24,17^{+0,28}$
Заготовка	7-мий кл. точн. розм.	Rz50	0,8	–i	$\varnothing 22,17 \pm 0,4$
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 37h14_{(-0,62)}$					
Точіння напівчистове	14	Ra12,5	0,62	$1,1 \times 2 = 2,2$	$\varnothing 37_{-0,62}$
Заготовка	7-мий кл. точн. розм.	Rz50	0,9	–	$\varnothing 39,2 \pm 0,45$
Два наскрізних отвори $\varnothing 7H14^{(+0,36)}$; l=4					
Розсверлю- вання	14	Ra12,5	0,36	$1,0 \times 2 = 2,0$	$\varnothing 7^{+0,36}$
Заготовка	7-мий кл. точн. розм.	Rz50	0,64		$\varnothing 5 \pm 0,32$
Чотири отвори $\varnothing 2,5^{+0,14}$; l=8 під різь МЗ-7Н					
Свердління	14	Ra12,5	0,14	$1,25 \times 2 = 2,5$	$\varnothing 2,5^{+0,14}$
Заготовка	7-мий кл. точн. розм.	Rz50	–	–	Суцільний матеріал

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-34.00.00

Арк.

За результатами побудовано схему графічного розташування припусків та допусків для поверхні $\varnothing 18H7$ (рис. 3.3).

Габаритні розміри заготовки: $46 \pm 0,5 \times 80 \pm 0,55$.

Для механічної обробки деталі чорновими базами на першій операції є зовнішня поверхня і торець.

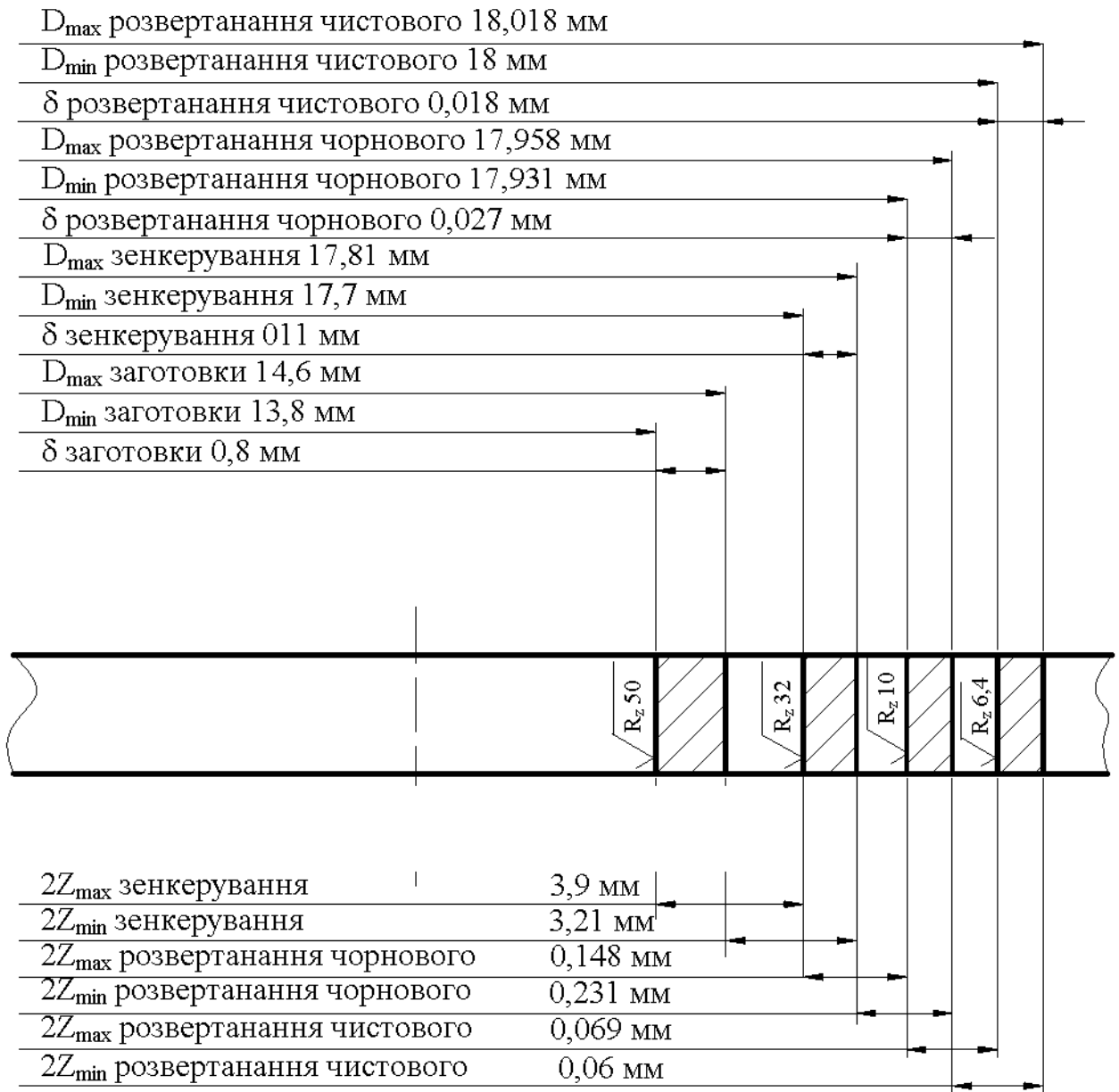


Рисунок 3.1 – Схема графічного розташування припусків та допусків на обробку поверхні $\varnothing 18H7$

3.8. Визначення режимів різання та технічних норм часу

Розрахунок режимів механічної обробки та вибір для цього ріжучих та контрольних інструментів представлено в додатках. Остаточні результати режимів різання представлено в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Зведена таблиця режимів різання

Номер, назва операції, зміст переходу	t, мм	L, мм	i	T _м , хв	S _z , мм/об	n, об/хв	V, м/хв	S _м , мм/хв	T _о , хв	N, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005 Вертикально-фрезерна										
Перехід 2 Фрезерувати остаточно два торці 1 і 2, витримуючи розміри 51,6 _{-0,74} ; 13 _{-0,43}	1,1 1,0	42	1	80	S _z 0,1 мм/ зуб	800	100	480	0,09	0,7
010 Вертикально-фрезерна										
Перехід 2 Фрезерувати остаточно торець 3, витримуючи розмір 12 _{-0,43}	1,0	22	1	125	S _z 0,1 мм/ зуб	1200	300	1200	0,02	2,3
015 Токарна напівавтоматна										
Позиція II Підрізати остаточно торець 4, підрізати остаточно торець 10, точити зовнішню канавку 9,	1,1 3,1	28 12,5	1	150 90	0,23	360	40	82,8	0,336	0,05 0,16

Продовження таблиці 3.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
точити зовнішню фаску 7 з поперечного супорта одночасно, витримуючи розміри $50,5_{-0,74}$; $16\pm 0,2$; $3,5^{+0,3}$; $\varnothing 35_{-0,62}$; $45^\circ\pm 1^\circ$; $3,1\times 45^\circ$										
Позиція III Точити остаточно зовнішню циліндричну поверхню 8 з поперечного супорта, витримуючи розмір $\varnothing 37_{-0,62}$	1,1	6,1	1	30	0,05	360	41,8	30,96	0,336	0,62
зенкувати внутрішню фаску 5 з поздовжнього супорта, витримуючи розмір $5,4\times 45^\circ$ одночасно	5,4	10,4		78	0,086		35,6	18		0,21
Позиція IV Зенкерувати отвір 6 з поздовжнього супорта, витримуючи розмір $\varnothing 17,7^{+0,11}$	1,75	30	1	45	0,446	360	20	50,4	0,336	0,06
Позиція V Розвернути попередньо отвір 6 з поздовжнього супорта, витримуючи розмір $\varnothing 17,958^{+0,027}$	0,129	32	1	45	0,545	360	20,3	93,6	0,336	—

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-34.00.00

Арк.

Продовження таблиці 3.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Позиція VI Розвернути оста- точно отвір 6 з поздовжнього супорта, витри- муючи розмір $\varnothing 18^{+0,018}$	0,021	30	1	150	0,545	360	20,35	90	0,336	–
015 Агрегатна										
Позиція II Свердлити чоти- ри отвори 19-22 з формуванням фасок 23-26 одночасно по кондуктору з вертикальної силової головки, витримуючи розміри $\varnothing 2,5^{+0,14}$; $22\pm 0,2$; $30\pm 0,2$; $l=8$ під різь М3-7Н; свердлити отвір 14 з формування фаски 15 з горизонтальної силової головки, витримуючи роз- міри $\varnothing 4,95^{+0,26}$; $l=12$; $40\pm 0,2$ під різь М6-7Н одночасно	1,25 2,5	11,5 16,5	1	104 109	0,096 0,138	1200	12,4 14,5	115,2 165,6	0,1 0,1	0,05 0,16
Позиція III Розсвердлити два отвори 17, 18 одночасно по кондуктору з вертикальної силової головки, витримуючи розміри $\varnothing 7^{+0,36}$; $l=4$; $56\pm 0,2$	1,0	11	1	55	0,092	1200	26,38	110,4	0,1	0,04

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-34.00.00

Арк.

Закінчення таблиці 3.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Позиція IV Розсвердлити отвір 11 з формуванням фаски 13 одночасно з вертикальної силової головки, витримуючи розміри $\varnothing 24,17^{+0,28}$ під різь $G \frac{3}{4} - B; l=36$	1,0	48	1	150	0,4	1200	91,4	480	0,1	0,04
Позиція V Нарізати різь 27-30 в чотирьох отворах одночасно з вертикальної силової головки, витримуючи розміри М3-7Н; $l=5$; нарізати різь 16 в отворі з горизонтальної силової головки, витримуючи розміри М6-7Н; $l=12$ одночасно	0,433 0,866	13,5 32	1	150 150	0,5 1,0	450 530	4,24 10	225 530	0,06 0,06	0,01 0,01
Позиція VI Нарізати різь 12 в отворі з вертикальної силової головки, витримуючи розміри $G \frac{3}{4} - B; l=28$	1,74	47	1	40	1,814	260	19,7	471,6	0,1	0,22

Арк.

ДР 18-34.00.00

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Розрахунки нормування операцій технологічного процесу представлено в додатках.

Результати розрахунку представлено в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Норми часу по операціях

Номер та назва операції	T _о , хв	Допоміжний час, T _д хв			Час пвидких переміщень, хв	Час циклу верстага, T _ц хв	Час обслуговування, T _{об} , хв			T _{шт.} , хв.	T _{пз.} , хв.	п, шт	T _{шт.к.} , хв
		T _у .	T _{пер.}	T _{вим.}			T _{тех.об.}	T _{орг.об.}	T _{відп.}				
005 Вертикально-фрезерна	0,09	0,12	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3046	0,483
010 Вертикально-фрезерна	0,02	0,12	–	–	–	–	–	–	–	–	–		0,322
015 Токарна напів-автоматна	0,336	0,12	0,01	0,129	0,042	0,378	0,007	0,012	0,027	0,434	73,7		0,46
020 Агрегатна	0,1	0,12	0,1	–	0,3	–	–	–	–	–	–		0,93

3.9. Визначення кількості обладнання. Побудова графіків завантаження та використання обладнання

Визначаємо необхідну кількість металорізальних верстатів M_{пр.} на кожній операції, що описані вище:

$$M_{пр.} = \frac{T_{шт.} \cdot N_{пр.}}{\Phi_{д} \cdot 60}, \quad (3.22)$$

Розрахункове значення N_{пр.} заокруглюємо до цілого числа

$$N_{\text{пр}} = \frac{4000 \cdot 0,8 \cdot 60}{0,93 \cdot (1 + 0,08)} = 191158 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо $N_{\text{пр.}} = 190\,000$ шт.

Проектний варіант механічної обробки

$$M_{\text{р.005}} = \frac{0,483 \cdot 190000}{4000 \cdot 60} = 0,38; \text{ Приймаємо } M_{\text{пр.005}} = 1 \text{ (верст.)}$$

$$M_{\text{р.010}} = \frac{0,322 \cdot 190000}{4000 \cdot 60} = 0,25; \text{ Приймаємо } M_{\text{пр.010}} = 1 \text{ (верст.)}$$

$$M_{\text{р.015}} = \frac{0,46 \cdot 190000}{4000 \cdot 60} = 0,36; \text{ Приймаємо } M_{\text{пр.015}} = 1 \text{ (верст.)}$$

$$M_{\text{р.020}} = \frac{0,93 \cdot 190000}{4000 \cdot 60} = 0,74. \text{ Приймаємо } M_{\text{пр.020}} = 1 \text{ (верст.)}$$

Коефіцієнт завантаження обладнання на ділянці механічного цеху:

$$K_{\text{з.о.}} = \frac{M_{\text{р.}}}{M_{\text{пр.}}}, \quad (3.23)$$

Проектний варіант механічної обробки

$$K_{\text{з.о.005}} = \frac{0,38}{1} = 0,38;$$

$$K_{\text{з.о.010}} = \frac{0,25}{1} = 0,25;$$

$$K_{\text{з.о.015}} = \frac{0,36}{1} = 0,36;$$

$$K_{\text{з.о.020}} = \frac{0,74}{1} = 0,74.$$

Середній коефіцієнт завантаження обладнання:

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{з.о.сер.} = \frac{\sum M_{п.}}{\sum M_{пр.}}, \quad (3.28)$$

Проектний варіант механічної обробки:

$$K_{з.о.сер.} = \frac{1,73}{4} = 0,43.$$

Для проектного варіанту механічної обробки заготовки будуюмо графік завантаження обладнання (рис. 3.2).

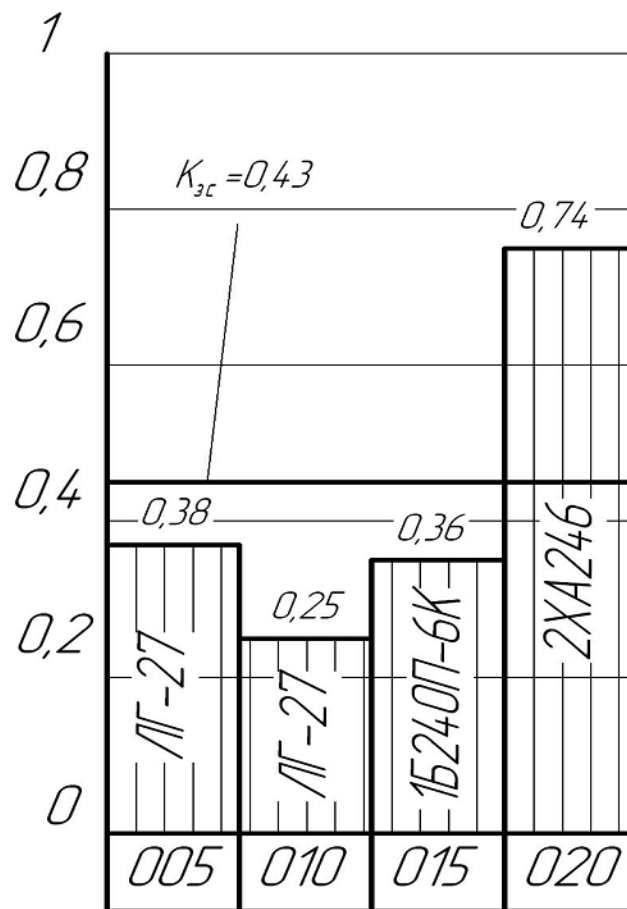


Рисунок 3.2 - Графік завантаження виробничого обладнання

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1. Розрахунок пристосування для механічної обробки деталі

Пристосування спроектоване для закріплення деталі “Фланець” АЛАЯ 753.182.014 під час обробки на 020 агрегатній операції на агрегатному верстаті мод. 2ХА246 з максимальним доступом до оброблюваних поверхонь з верхньої і бокової сторони.

Похибка установки заготовки в пристосуванні обчислюється згідно [9].

$$\Delta \epsilon_y = \sqrt{\Delta \epsilon_6^2 + \Delta \epsilon_3^2 + \Delta \epsilon_{\text{пр}}^2}, \quad (4.1)$$

де $\Delta \epsilon_6$ – похибка базування;

$\Delta \epsilon_3$ – похибка закріплення;

$\Delta \epsilon_{\text{пр}}$ – похибка пристосування.

Для виконання точності розмірів в даному пристосуванні і на даній операції необхідно, щоб виконувалась наступна умова:

$$\Delta \epsilon_y \leq \Delta \epsilon_{y, \text{доп.}}, \quad (4.2)$$

де $\Delta \epsilon_{y, \text{доп.}}$ – допустима похибка установки при виконанні даного розміру на даному обладнанні.

Тобто, похибка установки розраховується для конкретного розміру, що отримується на даній операції.

На операції 020 агрегатній проводиться обробка різевих отворів, основною вимогою з точки зору точності є їх взаємне розміщення, та розміщення відносно конструктивних елементів корпуса. Точність їх

					<i>ДР 18-34.00.00</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Голдіна</i>				<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>						
<i>Реценз.</i>					КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА ТНТУ, каф. ТМ гр. МТд-2 69		
<i>Н. контр.</i>							
<i>Затв.</i>							

взаємного розміщення визначається точністю багатошпindelної насадки для свердління і кондуктора.

Виходячи з конструкції пристосування та схеми базування, похибка радіального базування $\Delta\epsilon_{\delta 1}$ на розмір буде визначатися за наступною формулою згідно [9], С.46, табл. 18:

$$\Delta\epsilon_{\delta 1} = 0,5TD \frac{1}{\sin \alpha}, \quad (4.3)$$

де TD – допуск на розмір $\varnothing 37h14(-0,62)$, TD = 0,62 мм.

α – кут установчої призми, при $2\alpha = 120^\circ$, $\alpha = 60^\circ$.

Тоді,

$$\Delta\epsilon_{\delta 1} = 0,5 \cdot 0,62 \frac{1}{\sin 60^\circ} = 0,38 \text{ мм} = 380 \text{ мкм}.$$

Точність розміщення отворів відносно конструктивних елементів визначається розміром $30 \pm 0,2$ мм і складає допуск 0,4 мм.

Похибка базування в осьовому напрямку визначається допуском торцевої поверхні $16 \pm 0,2$: $\Delta\epsilon_{\delta 2} = 0,4$ мм

Похибка закріплення, що виникатиме через зміщення технологічної бази при прикладанні сили Q вибираємо по [12] С.82, табл. 40.

При установці заготовки в затискне пристосування із пневмозатиском на литі поверхні під тиском із найбільшим поперечним розміром до 50 мм похибка закріплення складе $\Delta\epsilon_3 = 40$ мкм.

Похибка пристосування $\epsilon_{\text{пр}}$ виникає за рахунок похибок виготовлення та похибок зношення опорних елементів пристосування. Для середньої точності пристосувань приймаємо: $\Delta\epsilon_{\text{пр}} = 0,04$ мм.

Таким чином, похибка установки на розмір $34 \pm 0,3$ буде становити:

$$\Delta\epsilon_y = \sqrt{\Delta\epsilon_{\delta 1}^2 + \Delta\epsilon_3^2 + \Delta\epsilon_{\text{пр}}^2} = \sqrt{0,38^2 + 0,04^2 + 0,04^2} = 0,384 \text{ мм}.$$

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допустима похибка установки $\Delta\varepsilon_{y, \text{доп.}}$ при виконанні розмірів розміщення отворів буде дорівнювати допуску на їх розміщення:

$$\Delta\varepsilon_{y, \text{доп.}} = 0,4 \text{ мм.}$$

Отже, $\Delta\varepsilon_y = 0,384 \text{ мм} < \Delta\varepsilon_{y, \text{доп.}} = 0,4 \text{ мм.}$, відповідно обробка можлива із заданою точністю.

4.2. Розрахунок і вибір приводу пристосування

Для розрахунку сил затиску деталі на 020 агрегатній операції розглянуто дії сил при нарізанні різі $G \frac{3}{4} - B$, коли виникає максимальний крутний момент різання.

Заготовка базується торцевою поверхнею на плоскі поверхні призм та зовнішньою циліндричною поверхнею $\varnothing 37h14$ і; затиск здійснюється по зовнішній циліндричній поверхні $\varnothing 37$. Заготовка в пристосуванні закріплюється від пневмоприводу через важелі і клин двома призмами одночасно. На заготовку при нарізанні різі діє крутний момент різання.

Необхідна сила для затиску заготовки двома призмами згідно [6]:

$$P_3 = \frac{K \cdot M_{\text{кр}}}{D_3 \cdot \frac{f_2}{\sin \alpha}}, \quad (4.4)$$

де $f_2 = 0,16$ [6];

при $2\alpha = 120^\circ$, $\alpha = 60^\circ$;

$M_{\text{кр}}$ – крутний момент, який виникає при нарізанні різі, Н·м;

D_3 – діаметр, по якому проходить затиск заготовки, м;

K – коефіцієнт запасу.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час нарізання різі $G \frac{3}{4} - В$ визначаємо крутний момент різання за формулою [10]:

$$M_{кр} = M_{кр.табл.} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (4.5)$$

де $M_{кр.табл.} = 1,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$ – табличне значення крутного моменту [10] С. 163;

$K_1 = 3,5$ – поправочний коефіцієнт, який залежить від діаметру різі [10] С. 163.

$K_2 = 0,4$ – поправочний коефіцієнт, який залежить від оброблюваного матеріалу.

Для сплаву АК12 [10] С. 163.

$$M_{кр} = 1,5 \cdot 3,5 \cdot 0,4 = 2,1 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Коефіцієнт запасу K визначаємо згідно [6]:

$$K = 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,15 \cdot 1,5 = 3,7.$$

Отже,

$$P_3 = \frac{3,7 \cdot 2,1}{0,037 \cdot \left(\frac{0,16}{\sin 60} \right)} = 1136,6 \text{ Н}.$$

Перевіряємо умову затиску:

$$P_{зат1} \leq F_{шт.тяг.} \cdot i, \quad (4.6)$$

де $F_{шт}$ – сила на штоці пневмоприводу;

i – передаточне відношення механізмів.

Для пневмоприводу вибрали стандартний одинарний пневмоциліндр двохсторонньої дії за ГОСТ 21821-76 [14] “Пневмоциліндри данного типу призначені для роботи на стисненому повітрі при тиску 0,4 МПа; 0,63 МПа; температурі від $+5^\circ$ до 50° із швидкістю переміщення штоку не більше 0,5 м/с.”

Діаметр циліндра становить $D = 100 \text{ мм}$, діаметром штока становить $d = 20 \text{ мм}$.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тягова сила на штоці буде такою [14]:

$$F_{\text{шт.тяг.}} = 0,785 \cdot (D_{\text{ц}}^2 - d_{\text{шт}}^2) \cdot p \cdot \eta, \quad (4.7)$$

де $D_{\text{ц}} = 0,1$ м;

$d_{\text{шт}} = 0,02$ м;

$p = 0,4 \cdot 10^6$ Па;

$\eta = 0,9$.

Підставляючи значення у формулу (4.7), одержано

$$F_{\text{шт.тяг.}} = 0,785 \cdot (0,1^2 - 0,022^2) \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,9 = 2689,2 \text{ Н.}$$

Згідно даної конструкції пристрою сила тяги пневмоциліндра визначена за формулою:

$$W = \frac{F_{\text{шт.тяг.}} \cdot l_1}{2 \text{tg}(\beta + \varphi) l_2} \cdot \eta, \quad (4.8)$$

Тоді

$$W = \frac{2689,2}{2 \text{tg}(10 + 11)} \cdot \frac{57}{46} \cdot 0,9 = 3906 \text{ Н.}$$

Для надійності виконуємо умову:

$$W > Q.$$

В нашому випадку $W = 3906 \text{ Н} > P_{\text{зат}} = 1136,6 \text{ Н}$.

Висновок: заготовка надійно буде закріплена при нарізанні різі на 020 агрегатній операції.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3. Розрахунок елементів конструкції багатошпиндельної насадки

Основними елементами агрегатних верстатів є силові багатошпиндельні насадки. На операції 020 Агрегатній проходить одночасне свердління декількох отворів Ø3,3 мм за допомогою насадки, що показана на рис. 4.1.

Проведемо розрахунок шпиндельного вузла на жорсткість. При цьому визначаємо пружне переміщення шпинделя в січенні його передачі крутного моменту через шестерні, оскільки на кінці кріплення інструменту виникає лише осьове навантаження. Для цього проводиться стандартна перевірка шпиндельного вузла на жорсткість.

Складаємо схему навантаження шпиндельного вузла при максимальній силі різання (рис. 4.2).

Переміщення кінця шпинделя визначаємо за формулою:

$$\delta_y = \frac{P \cdot c^2 (1 + c)}{3EI}, \quad (4.9)$$

де I - середнє значення осьового моменту інерції задньої консолі шпинделя, мм^4 ,

l - відстань між опорами шпинделя, мм ;

P - зусилля на веденому зубчастому колесі, Н ;

c - відстань від задньої опори до веденого зубчастого колеса, мм ;

Із конструктивних міркувань приймаємо $l=54\text{мм}$, $c=16\text{мм}$.

Згідно розрахунків момент різання на одному шпинделі досягає значення $0,1 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Матеріал шпинделя Сталь 40Х, для якої $E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

Визначаємо середнє значення осьового моменту інерції передньої консолі шпинделя:

$$I = \frac{\pi D_1^4}{64}, \quad (4.10)$$

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

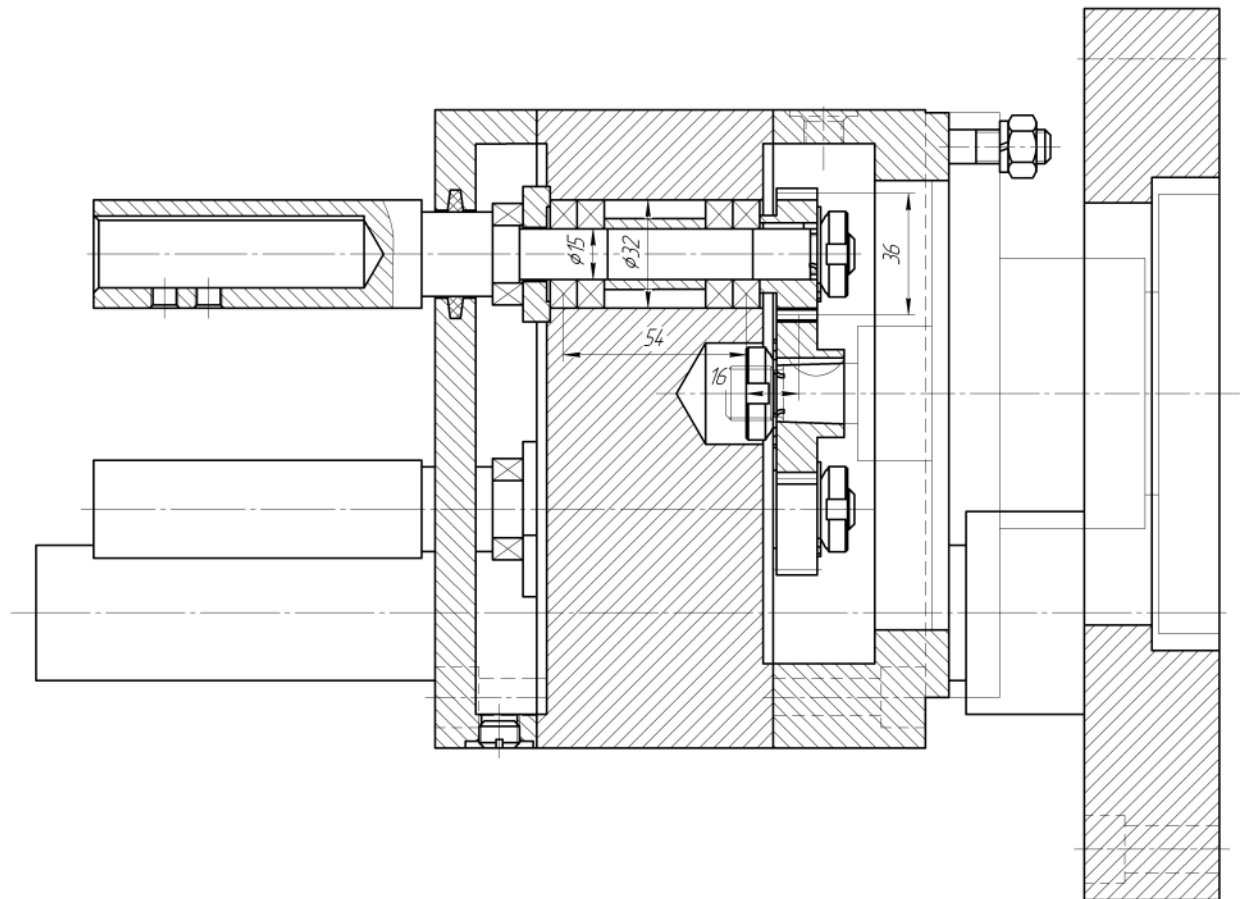


Рисунок 4.1 – Багатошпindelна насадка до агрегатного верстата

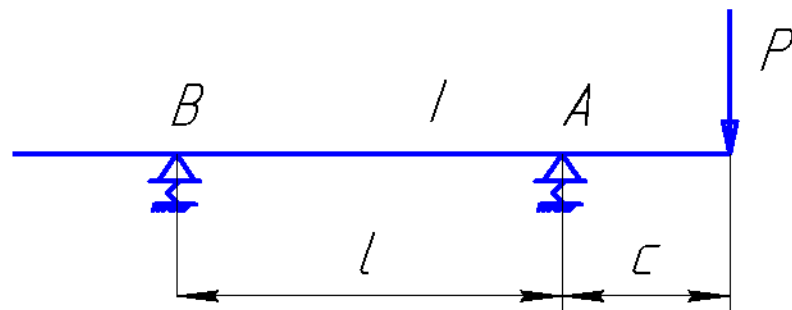


Рисунок 4.2 – Розрахункова схема шпindelного вузла на жорсткість

де $D_1=15$ - середній зовнішній діаметр задньої консолі шпindelя, мм;

$$I = \frac{3,14 \cdot 15^4}{64} = 2484 \text{ мм}^4.$$

Визначаємо зусилля на веденому зубчастому колесі:

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P = \frac{2M \cdot \operatorname{tg} \alpha}{d_{\omega}}, \quad (4.11)$$

де $M=100\text{Н}\cdot\text{мм}$ – момент різання;

$\alpha=20$ - кут зачеплення, град;

$d_{\omega} = 36$ - дільний діаметр веденого зубчастого колеса, мм.

Тоді:

$$P = \frac{2 \cdot 100 \cdot \operatorname{tg} 20}{36} = 2 \text{ Н.}$$

Підставляємо одержані значення у формулу (4.9):

$$\delta_y = \frac{2 \cdot 16^2 (54 + 16)}{3 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 2484} = 0,00002 \text{ мм.}$$

Результати розрахунків показали, що величина деформації шпинделя знаходиться в межах норми, тому конструктивні параметри вузла підібрані правильно.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1. Склад і структура САПР, що використовуються для вирішення задач дипломної роботи

Складовими структурними частинами САПР, жорстко пов'язаними з організаційною структурою проектної організації, є підсистеми, в яких за допомогою спеціалізованих комплексів засобів розв'язується функціонально закінчена послідовність задач САПР.

За призначенням підсистеми розділяють на проектуючі і обслуговуючі.

Проектуючі підсистеми мають об'єктну орієнтацію і реалізують певний етап (стадію) проектування або групу безпосередньо зв'язаних проектних задач.

Приклади проектуючих підсистем:

- підсистема ескізного проектування;
- підсистема проектування корпусних деталей;
- підсистема проектування технологічних процесів механічної обробки.

Обслуговуючі підсистеми мають загальносистемне застосування і забезпечують підтримку функціонування проектуючих підсистем, а також оформлення, передачу і видачу отриманих в них результатів. Приклади обслуговуючих підсистем:

- автоматизований банк даних;
- підсистема документування;
- підсистема графічного уведення-виведення.

Системна єдність САПР забезпечується наявністю комплексу взаємозв'язаних моделей, що визначають об'єкт проектування в цілому, а

					<i>ДР 18-34.00.00</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА		
<i>Розроб.</i>	<i>Голдіна</i>						
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>						
<i>Консульт.</i>							
<i>Н. контр.</i>							
<i>Затв.</i>					<i>ТНТУ, каф ТМ гр. МТд-2</i>		

також комплексом системних інтерфейсів, що забезпечують вказаний взаємозв'язок.

Системна єдність всередині проектуючих підсистем забезпечується наявністю єдиної інформаційної моделі тієї частини об'єкту, проектне рішення по якій повинне бути отримано в даній підсистемі.

Формування і використання моделей об'єкту проектування в прикладних задачах здійснюється комплекси засобів автоматизованого проектування (КЗАП) системи або підсистеми.

Структурними частинами КЗАП в процесі його функціонування є програмно-методичні (ПМК) і програмно-технічні (ПТК) комплекси (далі — комплекси засобів), а також компоненти організаційного забезпечення.

Комплекси засобів можуть об'єднувати свої обчислювальні і інформаційні ресурси, утворюючи локальні обчислювальні мережі підсистем або систем в цілому.

Структурними частинами комплексів засобів є компоненти наступних видів забезпечення: програмного, інформаційного, методичного, математичного, лінгвістичного, технічного.

Компоненти видів забезпечення виконують в комплексах засобів задану функцію і представляють якнайменший (неподільний) елемент САПР, що самостійно розробляється (або покупний) (наприклад: програма, інструкція, дисплей і т. д.).

Ефективне функціонування КЗАП і взаємодія структурних частин САПР всіх рівнів повинне досягатися за рахунок орієнтації на стандартні інтерфейси і протоколи зв'язку, що забезпечують взаємодію комплексів засобів.

Ефективне функціонування комплексів засобів повинне досягатися за рахунок взаємоузгодженої розробки (узгодження з купувальними) компонентів, що входять до складу комплексів засобів.

КЗАП обслуговуючих підсистем, а також окремі ПТК цих підсистем можуть використовуватися при функціонуванні всіх підсистем.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

5.2. Компоненти забезпечення САПР і вимоги до них

Стандарти по САПР вимагають виділення як самостійного компоненту організаційного забезпечення, яке включає положення, інструкції, накази, штатні розклади, кваліфіковані вимоги і інші документи, що регламентують організаційну структуру підрозділів проектної організації і взаємодію підрозділів з комплексом засобів автоматизованого проектування. Функціонування САПР можливо тільки за наявності і взаємодії перерахованих нижче засобів:

- програмного забезпечення;
- інформаційного забезпечення;
- методичного забезпечення;
- математичного забезпечення;
- лінгвістичного забезпечення;
- технічного забезпечення;
- організаційного забезпечення.

Тепер стисло розберемося з призначенням кожного компоненту засобів САПР

Програмне забезпечення САПР.

Програмне забезпечення САПР є сукупністю всіх програм і експлуатаційної документації до них, необхідних для виконання автоматизованого проектування. Програмне забезпечення ділиться на загальносистемне і спеціальне (прикладне) ПО. Загальносистемне ПО призначено для організації функціонування технічних засобів, тобто для планування і управління обчислювальним процесом, розподіли наявних ресурсів, про представлено різними операційними системами. В спеціальному ПО реалізується математичне забезпечення для безпосереднього виконання проектних процедур.

Вимоги до компонентів програмного забезпечення

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Компоненти програмного забезпечення, з'єднані в програмно-методичний комплекс (ПМК) і програмно-технічних комплексів (ПТК), повинні мати ієрархічну організацію, в якій на верхньому рівні розміщується монітор управління компонентами нижніх рівнів програмними модулями.

Програмний модуль повинен: регламентувати функціонально закінчене перетворення інформації; бути написаним на одній із стандартних мов програмування; задовольняти угодам про представлення даних, бути оформленим відповідно до вимог ЕСКД.

Монітор призначений для: управління функціонуванням набору програмних модулів ПМК, включаючи контроль послідовності і правильності виконання; реалізації спілкування користувача з ПМК і програмних модулів з відповідними базами даних (БД); збору статистичної інформації.

Інформаційне забезпечення САПР.

Основу складають дані, якими користуються проектувальники в процесі проектування безпосередньо для вироблення проектних рішень. Ці дані можуть бути представлені у вигляді тих або інших документів на різних носіях, що містять відомості довідкового характеру про матеріали, параметрах елементів, відомості про стан поточних розробок у вигляді проміжних і остаточних проектних рішень.

Вимоги до компонентів інформаційного забезпечення

Основною формою реалізації компонентів інформаційного забезпечення є БД в розподіленій або централізованій формі, організація даних в яких забезпечує їх оптимальне використання в конкретних застосуваннях.

Сукупність БД САПР повинна задовольняти принципу інформаційної єдності, тобто використовувати терміни, символи, класифікатори, умовні позначення, способи представлення даних, прийняті в САПР об'єктів конкретних видів.

Незалежно від логічної організації даних БД повинні забезпечувати:

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- інформаційну сумісність проектуючих і обслуговуючих підсистем САПР;
- незалежність даних на логічному і фізичному рівнях, в тому числі інваріантність до програмного забезпечення;
- можливість одночасного використання даних з різних БД і різними користувачами;
- можливість інтеграції неоднорідних БД для сумісного їх використання різними підсистемами САПР;
- можливість нарощування БД;
- контрольовану надмірність даних.

Створення, підтримка і використання БД, а також взаємозв'язок між інформацією в БД і оброблювальними її програмними модулями здійснюється системою управління базами даних (СУБД), як загальносистемний ПМК, частиною однієї з обслуговуючих підсистем.

Методичне забезпечення САПР.

Під методичним забезпеченням САПР розуміють документи які входять в її склад, що регламентують порядок її експлуатації. Причому документи, що відносяться до процесу створення САПР, не входять до складу методичного забезпечення. Так в основному документи методичного забезпечення носять інструктивний характер, і їх розробка є процесом творчим.

Вимоги до компонентів методичного забезпечення

До компонентів методичного забезпечення відносять: затверджену документацію інструктивно-методичного характеру, встановлюючи технологію автоматизованого проектування; правила експлуатації комплексу засобів автоматизованого проектування, ПМК; нормативи, стандарти і інші керівні документи, що регламентують процес і об'єкт проектування.

Компоненти методичного забезпечення повинні розміщуватися на машинних носіях інформації, що дозволяють здійснювати як довготривале

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.ум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

зберігання документів, так і їх оперативне представлення у форматах, встановлених відповідними стандартами.

Математичне забезпечення САПР.

Основа - це алгоритми, по яких розробляється програмне забезпечення САПР. Серед різноманітних елементів математичного забезпечення є інваріантні елементи-принципи побудови функціональних моделей, методи чисельного рішення рівнянь алгебри і диференціальної геометрії, постановки екстремальних задач, пошуки екстремуму. Розробка математичного забезпечення є найскладнішим етапом створення САПР, від якого найбільшою мірою залежать продуктивність і ефективність функціонування САПР в цілому.

Вимоги до компонентів математичного забезпечення

До компонентів математичного забезпечення відносять методи математичного моделювання об'єктів і процесів проектування, математичні моделі об'єктів і процесів проектування, алгоритми рішення задач в процесі проектування.

Взаємозв'язки між компонентами математичного забезпечення повинні забезпечувати формалізацію процесу проектування і його цілісність.

Лінгвістичне забезпечення САПР.

Основу складають спеціальні мовні засоби (мови проектування), призначені для опису процедур автоматизованого проектування і проектних рішень. Основна частина лінгвістичного забезпечення - мови спілкування людини з ЕОМ.

Вимоги до компонентів лінгвістичного забезпечення

До компонентів лінгвістичного забезпечення відносять мови проектування (МП), інформаційно-пошукові мови (ІПМ), і допоміжні мови, що використовуються в обслуговуючих підсистемах, і для зв'язку з ними проектуючих підсистем.

Компоненти лінгвістичного забезпечення повинні бути злагодженими з компонентами забезпечення інших видів, бути відносно інваріантними до

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

конкретного змісту баз даних, надавати в компактній формі засобу для опису всіх об'єктів і процесів заданого для систем класу з необхідним ступенем деталізації і без істотних обмежень на об'єкт опису, бути розрахованими, в основному, на діалоговий режим їх використання.

МП повинні базуватися на термінах, прийнятих в конкретній системі, забезпечувати опис, управління і контроль процесу проектування, бути орієнтованими на користувачів з різним рівнем професійної підготовки (у тому числі тих, які не мають спеціальної підготовки в області програмування), забезпечувати однозначне представлення інформації, стандартний опис однотипних елементів і високу надійність ідентифікації опису.

МП повинні бути набором директив, використовуючи які користувач здійснює процес формування моделі об'єкту проектування і її аналіз, забезпечувати можливість ефективного контролю завдань користувача, мати засоби видачі користувачу довідок, інструкцій і повідомлень про помилки, передбачати можливість використання механізму вибору альтернативних директив з певного набору (функціональна клавіатура і ін.).

ППМ повинні включати словники, правила індексації вхідної інформації і правила формування пошукових розпоряджень.

Словники ППМ повинні містити терміни (у тому числі стандартизовані) відповідної області техніки і інші лексичні одиниці, необхідні для індексації і пошуку проектної інформації з високою точністю і повнотою.

Технічне забезпечення САПР.

Це створення і використання ЕОМ, графічних пристроїв, оргтехніки і різних технічних пристроїв, що полегшують процес автоматизованого проектування.

Вимоги до компонентів технічного забезпечення

До компонентів технічного забезпечення відносять пристрої обчислювальної і організаційної техніки, засобу передачі даних, вимірювальні і інші пристрої і їх поєднання, що забезпечують функціонування ПТК і КСАП, у

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

тому числі діалоговий, розрахований на багатьох користувачів режим роботи, а також побудова ієрархічних і мережних структур технічного забезпечення.

Переважно для САПР слід використовувати дворівневу структуру технічного забезпечення, що включає центральний обчислювальний комплекс і автоматизовані робочі місця (термінальні станції).

Компоненти технічного забезпечення повинні надавати можливість: кодування і введення інформації з її візуальним контролем і редагуванням; передачі інформації по різних каналах зв'язку; зберігання, контролю і відновлення інформації; завантаження, зберігання і виконання програмного забезпечення; оперативного надання запрошеної інформації на пристрої виводу.

Організаційне забезпечення САПР.

Цей пункт вказує комплектування підрозділів САПР професійно грамотними фахівцями, що мають навички і знання для роботи з перерахованими вище компонентами САПР. Від їх роботи залежатиме ефективність і якість роботи всього комплексу САПР (може навіть всього виробництва).

Вимоги до компонентів організаційного забезпечення

Компоненти організаційного забезпечення повинні встановлювати організаційну структуру системи і підсистем, включаючи взаємозв'язки її елементів; задачі і функції служби САПР і пов'язаних з нею підрозділів проектної організації; має право і відповідальність посадовців по забезпеченню створення і функціонування САПР; порядок підготовки і перепідготовки користувачів САПР.

5.3. Підготовка вихідних даних для автоматизованого проектування технологічного процесу

Для проектування технологічних процесів виготовлення деталей і складання виробів можна використовувати систему "Техно Про" .

					ДР 18-34.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для формування маршруту механічної обробки деталі використано її повний опис. Цей опис оформлено у вигляді таблиці 5.1., в яку занесено дані про матеріал, масу деталі і заготовки, а також розміри поверхонь, які обробляються.

Таблиця 5.1 – Вихідна інформація для автоматизованого проектування

Позначення тех. процесу	Деталь		
	Позначення	Назва	Маса, кг
40177.00244	АЛЯ 753.182.014	Фланець	0,12
Матеріал	Заготовка		
	Вид	Профіль і розміри	Маса, кг
Сплав АК12 ГОСТ 1583-89	Виливок	46±0,5 × 80±0,55	0,138

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

6.1. Визначення річної потреби в технологічному обладнанні. Складання зведеного переліку обладнання

Специфікація основного технологічного обладнання дільниці механічного цеху для виготовлення фланця АЛАЯ 753.182.014 наведена в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Специфікація основного технологічного обладнання дільниці механічного цеху для виготовлення фланця АЛАЯ 753.182.014

№ з/п	Тип і модель верстата	M _{пр.} , шт.	K _{з.о.}	Потужність, кВт		Габаритні розміри (l×b), мм.
				одного	всіх	
1	ЛГ-27	1	0,38	7,5	7,5	2510×2660
3	ЛГ-27	1	0,25	7,5	7,5	2510×2660
4	1Б240П-6К	1	0,36	4,5	4,5	6170×1750
5	2ХА246	1	0,74	11,0	11,0	2500×3100
	Всього:	4	0,43	30,5	30,5	

Крім основного на дільниці розміщується допоміжне обладнання:

- установка для промивання деталей;
- контрольний стіл.

6.2. Вибір типу і розрахунок кількості вантажопідйомних і транспортних засобів

В даному випадку для потреб дільниці в якості міжопераційного транспорту приймемо електрокари з підйомною платформою

					<i>ДР 18-34.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Голдіна</i>				ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>								
					ТНТУ каф. ТМ гр. МТд -2			

вантажопідйомністю 0,5 т.

Визначимо кількість електрокарів [34]:

$$E = \frac{Q \cdot k_n \cdot T_{пр}}{Q_e \cdot k_v \cdot F_d \cdot 60}, \quad (6.1)$$

де Q – річний вантажообіг, $Q = 140$ т;

k_n – коефіцієнт нерівномірності виконання рейсів, $k_n = 1,25$;

$T_{пр}$ – загальний час пробігу одиниці транспортного обладнання, $T_{пр} \approx 20$ хв.;

Q_e – вантажопідйомність одного транспортного засобу, $Q_e = 0,5$ т.;

k_v – коефіцієнт використання вантажопідйомності транспорту, $k_v = 0,8$;

F_d – дійсний річний фонд часу роботи транспортного засобу, $F_d = 4015$ год.

$$E = \frac{140 \cdot 1,25 \cdot 20}{0,5 \cdot 0,8 \cdot 4015 \cdot 60} = 0,036 \text{ шт.}$$

– отже, приймаємо 1 електрокар.

Для переміщення деталей між позиціями механічної обробки використовуються підвісний ланцюговий конвеєр з вантажопідйомністю однієї каретки 250 кг і швидкістю транспортування 10 м/хв.

Згідно рекомендацій [34] кількість підйомних кранів для складальних робіт може визначатися розрахунковим методом, але доцільніше кількість підйомних засобів приймати на основі графіків складання, у яких наводиться тривалість роботи крана на кожній операції.

У нашому випадку кількість мостових кранів можна визначити за формулою [34]:

$$K = \frac{N \cdot i \cdot T_{кр}}{m \cdot T_{зм}}, \quad (6.2)$$

де N – кількість деталей, що транспортуються за зміну, $N = 3112$ шт.;

i – середня кількість транспортних операцій на одну деталь, $i = 3$;

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{кр}$ – загальний час пробігу крана, $T_{кр} = 25$ хв.;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, $T_{зм} = 480$ хв.;

m – кількість деталей, що переміщуються одночасно, $m = 320$ шт.

$$K = \frac{3112 \cdot 3 \cdot 25}{300 \cdot 480} = 1,62 \approx 2 \text{ шт.}$$

Укрупнено кількість кранів можна приймати [34]: для механічних цехів один кран на 40...80 м довжини прольоту; в складальних цехах – на 30...50 м.

6.3. Проектування допоміжних відділень цеху

Площа складу матеріалів та заготовок визначається за залежністю [34]:

$$F_3 = \frac{M_{\Sigma} \cdot t}{260 \cdot q \cdot k_B}, \quad (6.4)$$

де M_{Σ} – маса матеріалу і заготовок річного об'єму випуску, $M_{\Sigma} = 140$ т.;

t – кількість робочих днів зберігання заготовок на складі, $t = 6$;

q – допустиме навантаження на 1 м² площі підлоги складу, $q = 1,4$ т/м²;

k_B – коефіцієнт використання площі складування, $k_B = 0,3 \dots 0,4$.

$$F_3 = \frac{140 \cdot 6}{260 \cdot 1,4 \cdot 0,3} = 7,69 \text{ м}^2.$$

Приймаємо $F_3 = 20 \text{ м}^2$.

– проміжний склад;

Проміжний склад [34] призначений для міжопераційного нагромадження вузлів і деталей і його площа визначається за формулою 6.4.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_3 = \frac{140 \cdot 1}{260 \cdot 1,4 \cdot 0,3} = 1,28 \text{ м}^2.$$

Приймаємо $F_3 = 10 \text{ м}^2$.

– відділення для приготування і роздачі охолоджуючих рідин, склад масел;

Площа цього відділення визначається за рекомендаціями в залежності від кількості верстатів і приймається рівною 60 м^2 .

– відділення для збирання і переробки стружки;

Площа цього відділення визначається аналогічно до попереднього і приймається рівною 90 м^2 .

– інструментально-роздавальна комора;

Згідно рекомендацій [34] норми для розрахунку площі цього відділення залежать від кількості верстатів механічного відділення. Приймаємо площу рівною 50 м^2 .

Площа службово-побутових приміщень приймається рівною 25...30% площі цеху. Приймаємо площу рівною 25%, а отже – 987 м^2 .

Площа ділянки для виготовлення фланця АЛАЯ 753.182.014 залежить від [34] розмірів та маси верстатів і приймається для легких верстатів в межах $14...18 \text{ м}^2$, для середніх – $18...22 \text{ м}^2$, для важких – $22...30 \text{ м}^2$.

Таблиця 6.2 – Площа ділянки для виготовлення фланця АЛАЯ 753.182.014

Обладнання (верстат)	Модель	Габарити, мм	Тип	Прийнята питома площа, м^2
1	2	3	4	5
Вертикально-фрезерний напівавтомат	ЛГ-27	2510×2660	середній	19
Вертикально-фрезерний напівавтомат	ЛГ-27	2510×2660	середній	19

Арк.

ДР 18-34.00.00

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Закінчення таблиці 6.2

1	2	3	4	5
Токарний горизонтальний шестишпindelний напівавтомат	1Б240П-6К	6170×1750	середній	22
Агрегатний верстат	2ХА246	2500×3100		21
Слюсарний верстак	—	1500×1000	—	6
Промивочна машина	—	1500×1000	—	6
Контрольний стіл	—	2000×1000	—	6
Місця склад. заг. і дет.	—	—	—	19
Загальна площа дільниці механічної обробки				118

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

7.1. Визначення економічної ефективності прийнятих в проекті рішень

Організаційно-економічна частина дипломної роботи передбачає розрахунок кількості основного технологічного обладнання та кількісного складу працюючих в цеху на основі даних, отриманих в технологічній частині, визначення розмірів всіх грошових затрат на будівництво, оснащення цеху (дільниці) та його експлуатацію. Розрахунки, які виконують за загальновідомою методикою, дозволяють зробити висновки про технічну доцільність і економічну ефективність розробок. При цьому визначають: величину капітальних вкладень; втрати виробництва; собівартість одиниці продукції; величину нормованих оборотних засобів; техніко-економічні показники цеху. Усі розрахунки проводимо за загально відомою методикою [35].

Вихідними даними для розрахунку є: річна програма випуску; тип виробництва; кількість операцій механічної обробки; характеристика операцій: штучний час, потужність, вартість і категорія ремонтної складності обладнання, розряд робіт; маса деталі, вид заготовки, вартість матеріалу та відходів; ціни на електроенергію, воду, пару, стиснене повітря.

Результати розрахунків представлено в додатку А.

Характеристику варіантів технологічного процесу і склад технологічного обладнання оформляють у вигляді таблиць А.1, А.2.

Розрахункову кількість робочих місць визначають за формулою:

$$C_p = T / t_B \quad (7.1)$$

де T – трудомісткість механічної обробки;

					<i>ДР 18-34.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Голдіна</i>				ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>							
<i>Консульт</i>						ТНТУ каф. ТМ гр. МТд -2		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>								

t_B – такт випуску, визначений в технологічній частині.

Отримане розрахункове значення округляють до найближчого більшого цілого і на основі цих даних визначають коефіцієнт завантаження обладнання.

Кількість основних виробничих робітників визначають за формулою:

$$P_c = \frac{C_n \cdot \Phi_o \cdot k_3}{\Phi_{op} \cdot k_6}, \quad (7.2)$$

де C_n – прийнята кількість обладнання;

k_3 – коефіцієнт завантаження обладнання;

Φ_o – дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

Φ_{op} – дійсний річний фонд часу роботи робітників;

k_6 – коефіцієнт багатостатного обслуговування.

Результати розрахунків представлені в таблиці А.3

Розрахунок капітальних витрат на основні виробничі фонди виконують за групами:

- а) будівлі виробничого, допоміжного і адміністративно-побутового призначення;
- б) споруди і передавальні пристрої;
- в) обладнання (виробниче, допоміжне, енергетичне, піднімально-транспортне і контрольно-вимірювальне);
- г) цінні інструменти і пристрої;
- д) виробничий і господарський інвентар.

Витрати на будівлі визначають за вартістю 1 м² площі з врахуванням усіх комунікацій: вентиляції, опалювання, водопроводу і каналізації. Вартість будівель виробничого, допоміжного та адміністративно-побутового призначення розраховують за питомою вартістю 1 м³ об'єму будівлі або 1 м² площі.

Внутрішню виробничу площу цеху (дільниці, лінії) визначають за питомою площею (м²), яка припадає на одиницю обладнання і приймають за

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

даними розрахунків, виконаних в проектній частині.

Питому вартість м² площі будівель виробничого призначення приймають за даними базових підприємств.

Площу допоміжних приміщень та адміністративно-побутових приміщень та висоту промислової будівлі приймають за даними розрахунків, які виконані в проектній частині.

Вартість споруд і передавальних пристроїв приймають укрупнено в розмірі 5...7% від вартості будівель.

Вартість виробничого обладнання визначається згідно виконаних раніше розрахунків. Вартість силових машин і обладнання, з врахуванням витрат на їх транспортування, монтаж і налагодження приймають за даними базового підприємства.

Вартість піднімально-транспортних засобів при укрупнених розрахунках може бути прийнята в розмірі 10...15% від вартості технологічного (виробничого) обладнання або за даними базового підприємства.

Витрати на контрольно-вимірювальне обладнання приймають в межах 2...5% від вартості виробничого обладнання. Витрати на інструмент і пристрої приймають: в масовому виробництві 25...30% від вартості виробничого обладнання; в серійному виробництві – 15...20% і в одиничному виробництві – 6...15% від вартості вказаного обладнання. З цієї суми в основні виробничі фонди включають 55...60%, а інші 40...45% витрат призначені для придбання малоцінного інструменту (пристроїв) і включають в статтю «Зношення малоцінного інструменту» витрат на утримання та експлуатацію обладнання.

Вартість виробничого і господарського інвентарю становить 1...2% від вартості виробничого обладнання.

Розрахунок амортизаційних відрахувань проводять за кожною групою основних виробничих фондів шляхом множення їх балансової вартості на норму амортизації. Норми амортизації за групами основних фондів встановлені чинним законодавством.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Результати розрахунку капітальних витрат за варіантами зводять в табл. А.4.

Річний фонд прямої зарплати основних виробничих робітників при відрядній системі оплати праці визначають за формулою:

$$\Phi_{н.в.} = C_1 \cdot K_c \cdot T_{ум} \cdot N_{в.}, \quad (7.3)$$

де C_1 – годинна тарифна ставка робітника 1-го розряду відповідної професії, грн.;

$T_{ум}$ – сумарна трудомісткість оброблення одного виробу (деталі) за всіма технологічними операціями процесу, нормо-годин.

Річний фонд основної зарплати виробничих робітників-відрядників визначають за формулою:

$$\Phi_{о.в.} = \Phi_{н.в.} + D_{в.}, \quad (7.4)$$

де $D_{в.}$ – сумарні річні доплати до прямої заробітної плати робітників-відрядників (грн.), які орієнтовно приймають 30...35% від тарифного заробітку (прямої зарплати).

Річний фонд прямої зарплати робітників-погодинників (допоміжних робітників) визначають на основі дійсного (ефективного) фонду робочого часу одного робітника і прийнятої кількості робітників:

$$\Phi_{н.п.} = P \cdot C_1 \cdot K_{сд} \cdot \Phi_{еф.}, \quad (7.5)$$

де P – середня чисельність допоміжних робітників, чол.

Річний фонд основної зарплати робітників-погодинників визначають за формулою:

$$\Phi_{о.п.} = \Phi_{н.п.} + D_{п.}, \quad (7.6)$$

де $D_{п.}$ – сумарні річні доплати до прямої заробітної плати робітників-

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

погодинників, грн., які орієнтовно приймають в розмірі 25...30% від тарифного заробітку.

Річний фонд заробітної плати робітників кожної з категорій визначають за формулою:

$$\Phi_{zn} = \Phi_o + \Phi_{dod}, \quad (7.7)$$

де Φ_o – річний фонд основної заробітної плати робітників за категоріями;

Φ_{dod} – додаткова заробітна плата за категоріями робітників, грн.

До складу додаткової заробітної плати входять оплати чергових і додаткових відпусток, учбових відпусток, оплата часу виконання державних і суспільних обов'язків та інше. Величину додаткової заробітної плати можна визначити у відсотках від основного фонду заробітної плати. Орієнтовно для основних і допоміжних робітників вона становить 3...10% від основної заробітної плати.

Річний фонд заробітної плати інженерно-технічних працівників (ІТП), службовців і молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) визначають згідно посадових окладів:

$$\Phi_{zn,k} = O \cdot P_k \cdot 12, \quad (7.8)$$

де O – місячний оклад працівника відповідної категорії;

P_k – кількість працівників певної категорії, чол.

Посадові оклади ІТП, службовців і МОП включають в себе основну і додаткову заробітну плату.

Витрати на виробництво продукції крім річного фонду заробітної плати включають ще й соціальні нарахування. Нормативи нарахувань на заробітну плату приймають згідно норм чинного законодавства.

Результати розрахунку річного фонду заробітної плати та нарахувань зводять в таблицю А.5.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на кожен вид сировини і матеріалу розраховують на основі норм їх витрат на одиницю продукції, річної програми випуску даної продукції та відповідних цін за формулою:

$$B_m = H_m \cdot N_{\text{зст}} \cdot C_m, \quad (7.9)$$

де H_m – норма витрат певного виду сировини або матеріалу на одиницю продукції (кг);

C_m – ціна одиниці сировини чи матеріалу, грн.

Із визначеної загальної вартості сировини і матеріалів вираховують вартість повернутих відходів, які підлягають реалізації. До одержаного результату слід додати транспортно-заготівельні витрати, що дорівнюють 6...10% від вартості сировини і матеріалів.

Потребу в допоміжних матеріалах визначають, виходячи з встановлених норм їх витрат на один верстат або одного робітника в процентному відношенні від вартості основних матеріалів (1.5...2%).

Результати розрахунку витрат на сировину і матеріали оформляють у вигляді таблиці А.6.

Витрати на електроенергію для технологічних потреб розраховують на основі часу роботи обладнання та загальної встановленої потужності споживачів:

$$B_{\text{ем}} = \frac{P_{\text{вст}} \cdot \Phi_{\text{д.о.}} \cdot K_{\text{ч}} \cdot K_{\text{п}}}{\eta_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{м}}} \cdot C_e, \quad (7.10)$$

де $P_{\text{вст}}$ – сумарна встановлена на ділянці потужність електрообладнання, кВт;

$K_{\text{ч}}$ – коефіцієнт, який враховує завантаження електроприводів по часу (0,4...0,7);

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт, який враховує завантаження електроприводів за потужністю (0,5...0,8);

$\eta_{\text{д}}$ – коефіцієнт корисної дії електродвигунів (0,9...0,96);

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

η_m – коефіцієнт, який враховує втрати в електромережах (0.86...09);

C_e – ціна однієї кВт/год. електроенергії, грн.

Витрати на освітлення визначають, виходячи з розміру площі, які освітлюється, питомих норм витрат електроенергії на освітлення одного м² і тривалості освітлення:

$$B_{eo} = \frac{1.05 \cdot H_{ve} \cdot T_{ocv} \cdot S_m \cdot C_e}{1000} \quad (7.11)$$

де 1.05 – коефіцієнт, який враховує контрольне освітлення;

H_{ve} – питомі витрати електроенергії на освітлення м² площі (13...16Вт/год.);

T_{ocv} – тривалість освітлювального періоду за рік в годинах;

S_m – розмір площі, яка освітлюється, м².

Вода в цеху витрачається на виробничі і побутові потреби. Середні витрати води для приготування ЗОР становлять 14...18 м³ за рік на один верстат при двозмінній роботі. Витрати води в миючих машинах становлять 0.15...0.5 м³ на 1 тону деталей, що промиваються.

Розрахунок витрат води на побутові потреби проводять на основі таких норм: для господарсько-побутових потреб – 25л на кожного працюючого в зміну; для душових – 40л гарячої води на кожного, хто користується душем. Вартість 1 м³ холодної і гарячої води приймають згідно діючих тарифів.

Усереднені витрати пари приймають на рівні: а) на сушіння 1т деталей в сушильних камерах періодичної дії – 80...100 кг/год., в конвеєрних – 45...75 кг/год.; б) для нагрівання води в миючих машинах – 60...90 кг/год. на 1 т деталей.

Витрати на опалення приміщень визначають згідно з питомими нормами витрат та тривалістю опалювального сезону.

Усереднені питомі норми витрат стиснутого повітря при укрупнених розрахунках можна прийняти для пневматичних патронів – 1.5...2 м³/год., для пневматичних підйомників – 3,5 м³/год., для пневматичних пристосувань –

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

0,9 м³/год.

Вартість кошторису цехових витрат викликана необхідністю розрахунку проектної цехової собівартості одиниці продукції. В залежності від характеру утворення затрат, цехові витрати поділяють на дві групи: а) витрати на утримання та експлуатацію обладнання; б) загальноцехові витрати. Кошторис цехових витрат оформляють у вигляді таблиці А.7.

Загальновиробничі витрати включають: витрати на управління виробництвом; витрати на утримання і експлуатацію обладнання; витрати на вдосконалення технології та організації виробництва; витрати на обслуговування виробничого процесу; витрати на охорону праці, техніку безпеки і охорону навколишнього середовища; інші витрати: витрати від браку, оплата простоїв тощо.

До адміністративних витрат належать загальногосподарські витрати, які спрямовані на обслуговування та управління підприємством: загальні корпоративні витрати; витрати на службові відрядження і утримання апарату управління підприємством та іншого загальногосподарського персоналу; витрати на утримання основних засобів, інших матеріальних необоротних активів загальногосподарського використання (страхування майна, амортизація, ремонт, опалення, освітлення, водопостачання, охорона); винагороди за юридичні, аудиторські і т.п. послуги; витрати на зв'язок; амортизація нематеріальних активів загальногосподарського використання; витрати на врегулювання суперечок в судових органах та інші витрати загальногосподарського призначення.

Адміністративні витрати допускається приймати в розмірах 50...60 % від суми основної і додаткової заробітної плати основних робітників.

Позавиробничі витрати включають витрати на збут продукції та інші операційні витрати (оплату торгово-збутової та рекламної діяльності, фінансування науково-дослідних робіт, створення фонду освоєння нових виробів та ін) та примаються в розмірі 3...6.5 % від виробничої собівартості.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Собівартість річного випуску та одиниці продукції визначають на основі проведених вище розрахунків. Для річного випуску складається кошторис за елементами витрат (таблиця А.8), а для визначення собівартості одиниці продукції розрахунок проводять за статтями калькуляції (таблиця А.9).

Калькуляцію собівартості одиниці продукції оформляють у вигляді табл. А.10.

Основним показником, який характеризує економічну ефективність виробництва і ступінь використання всіх ресурсів підприємства, є прибуток, який визначається шляхом зменшення суми скоригованого валового доходу за звітний період на суму валових витрат та амортизаційних відрахувань.

Прибуток визначають за спрощеною методикою як різницю між доходами та витратами підприємства за рік:

$$П = Д - В, \quad (7.12)$$

де $Д$ – дохід від реалізації продукції, грн.;

$В$ – витрати підприємства на виготовлення і реалізацію продукції, грн.

За умови, що підприємство реалізувало всю випущену за рік продукцію, дохід визначають за формулою:

$$Д = Ц - К, \quad (7.13)$$

де $Ц$ – ціна одиниці продукції, грн.

$$Ц = (1.1 \dots 1.15) - C_{од.min}, \quad (7.14)$$

де $C_{од.min}$ – менша з двох повних собівартостей (базова або проектна) одиниці продукції.

Витрати підприємства на виготовлення та реалізацію продукції визначають за формулою:

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B = C_{од} - K, \quad (7.15)$$

де $C_{од}$ – повна собівартість одиниці продукції, грн.

Рентабельність виробництва P_e (в %):

$$P_e = \frac{\Pi}{\Phi_{e.ос} + H_{ос}} \cdot 100\%, \quad (7.16)$$

де Π – прибуток підприємства до виплати податків, грн.;

$\Phi_{e.ос}$ – середньорічна вартість основних фондів, грн.;

$H_{ос}$ – середньорічна вартість нормованих оборотних, грн.

Рентабельність продукції $P_{прод}$ (в %):

$$P_{пр} = \frac{\Pi_{од}}{C_{од}} \cdot 100\%, \quad (7.17)$$

де $\Pi_{од}$ – прибуток, отриманий від реалізації одиниці продукції, грн.

Величина приведеної річної економії – економічний ефект на програму визначається за формулою:

$$E = (C_1 - C_2) \cdot N, \quad (7.18)$$

де C_1 , C_2 – собівартості деталей, виготовлених за базовим і проектним варіантами технологічних процесів.

$$E = (25,43 - 14,32) \cdot 160000 = 1777600 \text{ грн.}$$

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

8.1. Планування робіт з охорони праці та контроль за їх безпекою

Робота з охорони праці здійснюється у відповідності з перспективним і поточним планами створення безпечних і нешкідливих умов праці, в яких визначені задачі підприємству в цілому і окремим структурним підрозділам, а також керівникам і спеціалістам.

Планування робіт здійснюється на основі:

- заходів, які забезпечують досягнення встановлених нормативів безпеки праці, гігієни праці та виробничого середовища;
- заходів, передбачених колективним договором;
- заходів по усуненню недоліків, виявлених при розслідуванні нещасних випадків, професійних захворювань і аварій.

Планування організаційно-технічних заходів з охорони праці - одна з провідних функцій управління охорони праці. Перед плануванням обов'язково визначається фактичний стан охорони праці і його прогнозування на майбутнє. Планування робіт по охороні праці буває перспективним (на тривалий відрізок часу), поточним (на рік) і оперативним (квартал, місяць, декаду). До перспективних планів належить комплексний план покращення умов праці і санітарно-оздоровчих заходів, що передбачає створення, відповідно до нормативних актів з охорони праці, умов праці, пов'язаних з перспективними змінами підприємства. Таке планування, як правило, розраховане на термін від 2 до 5 років. Реалізація цих планів забезпечується через річні плани номенклатурних заходів з охорони праці, які вносяться до угоди, що є невід'ємною частиною колективного договору. Поточні плани передбачають реалізацію заходів із покращення умов праці, створення кращих побутових і

					<i>ДР 18-34.00.00</i>				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>					
<i>Розроб.</i>	<i>Голдіна</i>				ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ				
<i>Консульт.</i>				<i>Літ.</i>				<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Консульт.</i>									
<i>Н. контр.</i>				ТНТУ каф. ТМ					
<i>Затв.</i>				гр. МТд -2					

соціальних умов на виробництві. Ці плани обов'язково забезпечуються фінансуванням згідно з розробленими кошторисами. Питання охорони праці можуть віддзеркалюватися в інших поточних планах, які підприємства та організації можуть складати на вимогу трудових колективів: план соціального розвитку колективу; наукової організації праці; механізації важких і ручних робіт; охорони праці жінок; підготовки підприємства до робіт в осінньо-зимовий період; підвищення культури виробництва та ін. Оперативні плани складаються для швидкого виправлення виявлених в процесі державного, відомчого і громадського контролю недоліків в стані охорони праці, а також для ліквідації наслідків аварій або стихійного лиха.

Контроль за станом охорони праці включає:

- оцінку рівня небезпечних виробничих факторів (НВФ) і шкідливих виробничих факторів (ШВФ) на робочих місцях;
- виявлення порушення вимог законів і нормативних актів з охорони праці;
- перевірку усунення раніше виявлених порушень;
- перевірку виконання працівником обов'язків з охорони праці;
- перевірку виконання планів робіт з охорони праці;
- перевірку забезпечення працівників ЗІЗ і ЗКЗ.

Види контролю:

- зі сторони органів державного нагляду;
- зі сторони служби з охорони праці;
- оперативний контроль керівниками і іншими посадовими особами підприємства;
- громадський контроль;
- комісія підприємства, уповноваженою працівниками особою з питань охорони праці.

Оцінка стану охорони праці і результатів профілактичної роботи здійснюється за прийнятими на підприємстві показниками. Як джерело вихідної

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інформації використовуються: акти про нещасні випадки, звіти про виробничий травматизм; матеріали атестації робочих місць, паспорта санітарно-гігієнічного стану умов праці; журнали оперативного контролю за станом охорони праці структурного підрозділу, акти і приписи перевірок стану охорони праці.

Узагальнені дані про стан охорони праці і результатів профілактичної роботи підготовлюються службою охорони праці і підлягають обов'язковому розгляду і аналізу на всіх рівнях управління підприємства.

Стимулювання роботи з охорони праці, направлене на підвищення зацікавленості працівників у забезпеченні безпечних умов праці, здійснюється відповідно Положенню, існуючому на підприємстві, в якому визначені конкретні показники, умови, види і форми заохочення за активну участь і ініціативу в реалізації заходів з підвищення безпеки праці і за роботу без порушень правил безпеки, а також заходи впливу на порушників.

8.2. Можливі аварійні ситуації на машинобудівному підприємстві

Аварія - небезпечна подія техногенного характеру, що спричинила загибель людей або створює на об'єкті чи окремій території загрозу життю та здоров'ю людей і призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи завдає шкоди довкіллю.

Результатами великих виробничих аварій можуть бути пожежі, вибухи, руйнування і обвали будівель, загазованість і зараженість ядовитими речовинами і іншими небезпечними явищами, внаслідок яких можливі різні ураження людей. Виробничі аварії виникають досить часто, що пояснюється розвитком промисловості, великим науково-технічним прогресом і швидкістю у зв'язку з цією зміною технології виробництва.

Виробничі аварії можуть бути досить різними. Їх характер визначається причинами виникнення, масштабами і собівартістю виробництва.

Причинами виникнення аварій є:

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- недоліки проектування підприємств, недотримання техніки безпеки, а також відсутність постійного контролю за станом виробництва і особливо при використанні легкозаймистих і вибухонебезпечних речовин;

- виникнення аварій на сусідніх підприємствах чи на енергетичних і газових мережах;

- стихійні лиха, які викликають аварії;

- виникнення аварій внаслідок невідомих науці явищ, які проявляються на підприємствах, які використовують різні хімічні речовини.

Аварії мають різні наслідки, які залежать від характеру виробництва. Найбільш типовими проявами аварій можуть бути:

- вибухи, які призводять до руйнувань промислових будівель;

- інтенсивні пожежі;

- отруєння людей ядовитими рідинами і газами;

- ураження людей електричним струмом;

- затоплення підприємств разом з людьми, які знаходяться там;

- зараження місцевості сильнодіючими ядовитими і радіоактивними речовинами.

Ліквідація надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру - проведення комплексу заходів, які включають аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи, що здійснюються у разі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру і спрямовані на припинення дії небезпечних факторів, рятування життя та збереження здоров'я людей, а також на локалізацію зон надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру.

Роботу потрібно починати зразу, щоб не дати можливості аварії розростися до катастрофічних розмірів. Чим швидше почнуться рятувальні роботи, тим більше людей вдається врятувати.

Послідовність виконання ліквідацій аварій залежить від характеру руйнувань будівель і споруд, аварій комунікаційних, енергетичних і

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

технологічних мереж і степені радіаційного і хімічного зараження території об'єкту, пожеж і інших умов, які впливають на дії формувань.

Дуже важливо забезпечувати загальний порядок, що дає можливість вільному прибуттю формувань цивільної оборони (ЦО) до місця аварії. Служба формування охорони загального порядку повинна приступити до виконання своїх обов'язків в першу чергу.

Проводяться роботи розчищення проїзду до зруйнованих захисних споруд, пошкоджених і зруйнованих будівель, де можуть знаходитися люди, а також у місцях аварій, які перешкоджають чи ускладнюють проведення рятувальних робіт.

Дуже важливі дії аварійно-технічних формувань, які зразу відключають ще не пошкоджені енергетичні і комунікаційно-технічні мережі і локалізують аварії.

Рятувальні формування ЦО повинні як можна швидше приступити до виконання роботи із рятування людей, діючи разом з формуваннями ЦО медичної служби.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

9 ЕКОЛОГІЯ

9.1. Забруднення довкілля ділянки виготовлення фланця АЛАЯ 753.182.014

Верстати, що використовуються в технологічному процесі виготовлення кришки фланця АЛАЯ 753.182.014, здійснюють певний шкідливий вплив на навколишнє середовище. При проектуванні цей вплив потрібно проаналізувати та прийняти всі необхідні заходи для його мінімізації.

Значну шкоду довкіллю приносять викиди масла, які відбуваються під час проведення планових ремонтів у процесі експлуатації верстатів та під час аварій. Викиди масла відбуваються також безпосередньо на підстанціях у трансформаторах, на гідростанції, яка забезпечує подачу води під тиском до системи охолодження. Крім цього, під час роботи верстатів відбуваються чималі викиди розпиленого масла з пневматичних систем, що несе негативний вплив не тільки на оточуюче середовище, але й на організм людини.

Забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами є одним з найбільш небезпечних забруднень екосистеми, що приносять величезну шкоду рослинному і тваринному світу. В кінцевому результаті нафтопродукти стічними водами потрапляють у водойми. Масло, що міститься у стічних водах, частково плаває на поверхні, а частково емульговане. Розчинність мінеральних масел в воді дуже мала і практично нею можна знехтувати. Кількість в стоках плаваючого масла коливається від кількох міліграмів до сотень грам на літр води і залежить від організації технологічного процесу, стану обладнання і трубопроводів, загальної культури виробництва і т. д. Основна частина такого масла видаляється з води за допомогою відстійників та нафтовловлювачів.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>			
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Голдіна</i>				ЕКОЛОГІЯ	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>							
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Зав. каф.</i>								
						<i>ТНТУ каф. ТМ гр. МТд-2</i>		

волокна, штукатурки пінистої або зернистої структури тощо. У приміщеннях великого об'єму ефективні звукопоглинаючі бар'єри і об'ємні поглиначі (куби, конуси тощо), які підвішують над шумними агрегатами для зниження рівня шуму на 5-12 дБ. Застосування звукопоглинаючих матеріалів у комплексі із заміною устаткування в окремих випадках знижує рівень шуму до нормативного (ткацькі цехи).

У боротьбі з аеродинамічним шумом (вихлопи і всмоктування повітря пневматичними інструментами, компресорами, вентиляторами тощо) застосовують глушники різної конструкції, які поглинають шум вихлопу або всмоктування повітря, газів і парів. Вибір типу глушника залежить від рівня і спектрального складу шуму. Для гасіння високочастотного шуму застосовують активні глушники, в основу яких покладено принцип звукової енергії, для гасіння низькочастотного шуму — реактивні глушники, що працюють як акустичний фільтр. Якщо немає змоги забезпечити дотримання вимог технічного характеру, важливого значення набувають організаційно-профілактичні заходи — застосування індивідуальних засобів захисту органів слуху.

Засоби індивідуального захисту від шуму — протишуми — використовують тоді, коли технічні засоби не забезпечують його зниження до безпечного рівня. Тип засобу протишуму вибирають за рівнем і спектром шуму. Застосовують десятки варіантів вкладишів (втулки, тампони тощо), навушники і шоломи для ізоляції зовнішнього слухового ходу від шуму різного спектрального складу. До протишумових вкладишів, які вставляють у слуховий хід, належать заглушки у вигляді тампонів, гумові ковпачки, циліндри із спеціального пінопласту, пластичні вкладиші (виготовлені індивідуально за формою слухового ходу), а також вкладиші одноразового використання. Ефективними вважаються вкладиші із суміші волокон органічної бактерицидної вати і ультратонких полімерних волокон — беруши.

Зручними щодо експлуатації і гігієни є протишумові навушники.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Протишумові шоломи — громіздкі й дорогі, їх використовують при дуже високих рівнях шуму в комбінації з навушниками і протишумовими костюмами. Використання засобів протишуму дає змогу уникнути не тільки зниження слуху, а й порушення функцій нервової системи.

Зменшення тривалості контакту з шумом, застосування раціонального режиму праці та відпочинку, періодичного короткочасного відпочинку від шуму протягом робочого дня, суміщення професій в умовах шуму і його відсутності значно знижують негативний вплив шуму. Для профілактики несприятливого впливу імпульсного шуму рекомендується заповнювати паузи між імпульсами рівним фоновим шумом. При цьому різниця між рівнями фону та імпульсного шуму не повинна перевищувати 20 дБ. З метою підготовки працівника до чергового імпульсу шуму використовують світлові застережні сигнали.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі проведено аналіз стану питання щодо дослідження процесів формоутворення профільних гвинтових заготовок. В результаті теоретичного аналізу встановлено, що при товщині $H = 1$ мм і ширині $B=10$ мм стрічки сила навивання профільної гвинтової заготовки у вигляді кривої равлик Паскаля знаходиться в межах $P = 668 - 702$ Н, а крутний момент, який необхідно прикласти для обертання оправки у вигляді кривої равлик Паскаля знаходиться в межах $M_0 = 25,5 - 28,5$ Н·м. Сила навивання профільної гвинтової заготовки у вигляді кривої равлик Паскаля набуває максимального значення на частині оправки із найменшим радіусом кривизни, тобто при кутах повороту 2,1 та 4,2 радіан, найменші значення досягається при 3,14 радіан, коли радіус гнуття є найбільшим. Крутний момент навивання профільної гвинтової заготовки у вигляді кривої равлик Паскаля набуває максимального значення при куті повороту 6,28 радіан, найменші значення досягається при 3,14 радіан, коли радіус гнуття є найбільшим. Ці параметри повторюються із періодом 2π .

Під час експериментальних досліджень встановлено, що із збільшенням товщини стрічки h та ширини стрічки B сила формоутворення профільної гвинтової заготовки із Ст 3 під час навивання на оправку у вигляді кривої равлик Паскаля збільшується, при цьому збільшення середнього радіуса l оправки для навивання призводить до зменшення сили формоутворення профільної гвинтової заготовки.

Максимальне значення сили формоутворення профільної гвинтової заготовки із Ст 3 під час навивання на оправку у вигляді кривої равлик

					<i>ДР 18-34.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Голдіна</i>				ВИСНОВКИ	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>							
<i>Реценз.</i>						ТНТУ, каф ТМ гр. МТд-2		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>								

Паскаля становить 6450 Н, а мінімальне – 684 Н. Збільшення товщини стрічки h від 1 мм до 2 мм призводить до зростання сили формоутворення профільної гвинтової заготовки в 2 рази. Збільшення ширини стрічки B від 10 мм до 20 мм призводить до збільшення сили формоутворення профільної гвинтової заготовки в 4,34 рази, а середнього радіуса l оправки для навивання від 40 до 80 мм зменшує сили формоутворення профільної гвинтової заготовки в 1,08 рази. В загальному сила формоутворення профільної гвинтової заготовки залежить від її необхідних конструктивних параметрів.

Вдосконалено існуючий технологічний процес виготовлення фланця АЛІАЯ 753.182.014.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кухарський О. М., Куцак І. В. Методичний посібник до курсового проекту по курсу “Технологія машинобудування”. Тернопіль, 2001. 58 с.
2. Классификатор ЕСКД. Иллюстрированный определитель деталей. Классы 71,72,73,74,75,76 (в отдельных книгах). М.: Издательство стандартов, 1986. 235 с.
3. Орлова П. Н., Скороходова Е. А. Краткий справочник металлиста. М.: Машиностроение, 1986. 456 с.
4. Боженко Л. І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні. Київ: НМК ВО, 1990. 264 с.
5. Дьячков В. Б. Специальные металлорежущие станки общемашиностроительного применения: справочник. М.: Машиностроение, 1983. 328 с.
6. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. М. : Машиностроение, 1985. Т. 2. 496 с.
7. Кухарський, О. М., Кузьмін М. І. Визначення припусків табличним методом. Тернопіль : Видавництво ТДТУ, 2004. 135 с.
8. Паливода Ю. Є., Кухарський О. М. Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом, Тернопіль, 2003. 81 с.
9. Косилова А.Г., Мещеряков Р. К. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. М. : Машиностроение, 1985. Т. 1. 1986. 656 с.
10. Барановский Ю. В. Режимы резания металлов. М.: Машиностроение, 1972. 258 с.
11. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.
12. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск: Вышэйшая школа, 1975. 288 с.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>					
<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ					
<i>Розроб.</i>	<i>Голдіна</i>							<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>									
<i>Реценз.</i>										
<i>Н. контр.</i>								<i>ТНТУ, каф. ТМ</i>		
<i>Затв.</i>								<i>гр. МТд-2</i>		

13. Итин А. М., Родичев Ю. Я. Наладка и эксплуатация токарных многошпиндельных полуавтоматов. М. : Машиностроение, 1977. 136 с.

14. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1966. 650 с.

15. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. М.: Машиностроение, 1965. 461 с.

16. Кухарський О. М. Методичні вказівки на тему “Проектування калібра-пробки, калібра-скоби” для виконання конструкторської частини дипломного проекту. Тернопіль, 2005.

17. Жидецький В. Ц., Джигирей В. Ц., Мельников О. В. Основи охорони праці : навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 350 с.

18. Жидецький В. Ц. Практикум із охорони праці : навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 349 с.

19. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б. Технологія оброблення валів : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 198 с.

20. Егоров М. Е. Основы проектирования машиностроительных заводов. М.: Высш. школа, 1969. 480 с.

21. Руденко П. А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. К.: Вища шк., 1991. 247 с.

22. Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. М. : Наука, 1981. 720 с.

23. Зубцов М. Е. Листовая штамповка. Л. : Машиностроение, 1980. 432 с.

24. Гевко И. Кучвара И., Дячун А., Гупка А. Исследование силовых параметров формообразования профильных винтовых элементов // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. Lublin - Rzeszow, 2015. Vol. 17, No 7. P. 111-116.

25. Гевко Б. М. Технология изготовления спиралей шнеков. – Львов : Вища школа, 1986. 128 с.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

26. Душинський В. В. Основи наукових досліджень. Теорія і практикум з програмним забезпеченням. К. : НТУУ “КПІ”, 1998. 408 с.

27. Ляшук О.Л. Технологічне забезпечення виготовлення деталей типу тіл обертання з профільного прокату: дис. канд. тех. наук: 05.02.08. Тернопільський державний технічний університет ім.І. Пулюя. Тернопіль, 2006. 274 с.

28. Пилипець М.І. Науково-технологічні основи виробництва навивних заготовок деталей машин: дис.. д-ра техн. наук: 05.02.08. Нац. Ун-т «Львівська політехніка». Львів, 2002. 445 с.

29. Васильків В.В. Розвиток науково-прикладних основ розроблення технологій виробництва гвинтових і шнекових заготовок з використанням уніфікації: дисертація доктора технічних наук за спеціальність 05.02.08 – технологія машинобудування. Тернопільський національний технічний університет. Тернопіль, 2015. 600 с.

30. Кучвара І.М. Технологічне забезпечення виготовлення деталей еліпсних гвинтових робочих органів машин: дис. канд. тех. наук: 05.02.08. Тернопільський державний технічний університет ім.І. Пулюя. Тернопіль, 2016. 205 с.

31. Капаціла Ю.Б., Комар Р.В., Дячун А.Є. Механоскладальні дільниці та цехи. Методичні вказівки до практичних та самостійних занять студентів всіх форм навчання напряму підготовки 6.050502 «Інженерна механіка» та спеціальності 131 «Прикладна механіка». Тернопіль, 2016. 40 с.

32. Дячун А. Є. Методичний посібник з виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія обробки типових деталей та складання машин» / А. Є. Дячун, Ю. Б. Капаціла, Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 75 с.

33. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань: навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 277 с.

34. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В. Проектування машинобудівних виробництв : методичні вказівки до курсової роботи для студентів всіх форм навчання

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спеціальності 131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія». Тернопіль : ТНТУ, 2017. 40 с.

35. Пилипець М. І., Данильченко Л. М., Ткаченко І. Г. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Організація виробництва». Тернопіль : ТНТУ, 2018. 60 с.

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ ДО ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Таблиця А.1 - Характеристика варіантів технологічного процесу

№ п/п	Програма запуску, шт	Тшт, хв	Тр/місткість на деталь, н-год	Тр/місткість на програму, н-год	Розряд робітника
1	2	3	4	5	6
Базовий варіант					
005	168421	0.88	0,015	2526,315	3
010	168421	0.76	0,013	2189,473	3
015	168421	8.2	0,137	23073,677	3
020	168421	1.38	0,023	3873,683	3
025	168421	0.53	0,009	1515,789	3
030	168421	0.58	0,01	1684,21	3
035	168421	0.5	0,008	1347,368	3
040	168421	0.54	0,009	1515,789	3
045	168421	0.36	0,006	1010,526	3
050	168421	0.55	0,009	1515,789	3
055	168421	0.56	0,009	1515,789	3
060	168421	0.87	0,014	2357,894	3
Сума		15,71	0,262	44126,302	
Проектний варіант					
005	168421	0.483	0,008	1347,368	3
010	168421	0.322	0,005	842,105	3
015	168421	0.46	0,008	1347,368	3
020	168421	0.93	0,016	2694,736	3
Сума		2,195	0,037	6231,577	3

					<i>ДР 18-34.00.00</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Голдіна</i>				<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>						
<i>Реценз.</i>					ДОДАТОК А <i>ТНТУ каф. ТМ</i> <i>гр. МТд -2</i>		
<i>Н. контр.</i>							
<i>Затв.</i>							

Таблиця А.2 - Склад технологічного обладнання

№ п/п	Кількість місць	Потужність електро- двигуна 1-го верстага, кВт	Потужність електро- двигунів всіх верстагів,	Вартість 1-го верстага, грн	Вартість всіх верстагів, грн	Витрати на перевезення і монтаж, грн	Сума всіх витрат, грн	Категорія ремонтної складності
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Базовий варіант								
005	1	7,5	7,5	55000	55000	4400	59400	20
010	1	7,5	7,5	55000	55000	4400	59400	20
015	1	10	10	60000	60000	4800	64800	20
020	1	4.3	4,3	40000	40000	3200	43200	20
025	1	4.3	4,3	40000	40000	3200	43200	20
030	1	4.3	4,3	40000	40000	3200	43200	20
035	1	4.0	4	35000	35000	2800	37800	20
040	1	4.0	4	35000	35000	2800	37800	20
045	1	4.0	4	35000	35000	2800	37800	20
050	1	4.0	4	35000	35000	2800	37800	20
055	1	4.0	4	35000	35000	2800	37800	20
060	1	4.0	4	35000	35000	2800	37800	20
Сума	12		61,9		500000	40000	540000	20
Проектний варіант								
005	1	7,5	7,5	70000	70000	5600	75600	20
010	1	7,5	7,5	70000	70000	5600	75600	20
015	1	15	15	400000	400000	32000	432000	20
020	1	4.0	4	400000	400000	32000	432000	20
Сума	4		34		940000	75200	1015200	20

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-34.00.00

Арк.

Таблиця А.3 - Зведена відомість складу працюючих

№ п/п	Категорія працюючих	Кількість	Процентне відношення
1	2	3	4
Базовий варіант			
1	Виробничі робітники	13	-
2	Допоміжні робітники	6	42
3	Молодший обслуговуючий персонал	1	2-3
4	Інженерно-технічні працівники	3	10-13
5	Лічильно-конторський персонал	1	4-5
Всього		24	
Проектний варіант			
1	Виробничі робітники	5	-
2	Допоміжні робітники	3	42
3	Молодший обслуговуючий персонал	1	2-3
4	Інженерно-технічні працівники	1	10-13
5	Лічильно-конторський персонал	1	4-5
Всього		11	

Таблиця А.4 - Капітальні витрати по основних фондах

№ п/п	Назва основних фондів	Вартість, тис. грн	Норма амортизації	Сума амортизації, тис. грн	Питома вага в заготовках
1	2	3	4	5	6
Базовий варіант					
1	Будівлі:				
	а) виробничі приміщення	216,4	1,03	1648	0,01
	б) допоміжні приміщення	75,74	0,36	576	0

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-34.00.00

Арк.

Закінчення таблиці А.4

1	2	3	4	5	6
	в) адмін.-побутові	92,4	0,44	704	0
	ВСЬОГО:	384,54		2928	0,01
2	Споруди і передаючі пр.	19,227	0,09	144	0
3	Обладнання:				
	а) виробниче	540	2,57	4112	0,03
	б) енергетичне	4,6425	0,02	32	0
	в) транспортне	54	0,26	416	0
	г) контр.-вимірювальне	27	0,13	208	0
	ВСЬОГО:	625,6425		4768	0,03
4	Інструмент і пристрої	64,8	60	38880	0,24
5	Виробн. і госп. інвентар	5,4	24	1296	0,01
	ВСЬОГО:	1099,6095		48016	0,29
Проектний варіант					
1	Будівлі:				
	а) виробничі приміщення	75,6	0,36	576	0
	б) допоміжні приміщення	26,46	0,13	208	0
	в) адмін.-побутові	42,35	0,2	320	0
	ВСЬОГО:	144,41		1104	0
2	Споруди і передаючі пр.	7,2205	0,03	48	0
3	Обладнання:				
	а) виробниче	1015,2	4,82	7712	0,05
	б) енергетичне	2,55	0,01	16	0
	в) транспортне	101,52	0,48	768	0
	г) контр.-вимірювальне	50,76	0,24	384	0
	ВСЬОГО:	1170,03		8880	0,05
4	Інструмент і пристрої	121,824	60	73094,4	0,46
5	Виробн. і госп. інвентар	10,152	24	2436,48	0,02
	ВСЬОГО:	1453,6365		85562,88	0,53

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця А.5 - Зведена відомість річного фонду зарплати

Категорії працюючих	Основна зарплата, тис. грн	Доплата, тис. грн	Всього фонд основної зарплати,	Додаткова зарплата, тис. грн	Річний фонд зарплати, тис. грн	Нарахування на зарплату, тис. грн	Всього витрати на зарплату, тис. грн	Середньо-місячна зарплата одного
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Базовий варіант								
Робітники:								
- основні	340,44	102,132	442,572	20,4264	463	129,3672	592,3672	7967,95
- допоміжні	83,73	20,9325	104,6625	5,0238	109,69	31,8174	141,5074	5523,47
ІТП	46,09	11,5225	57,6125	2,7654	60,38	17,5142	77,8942	7677,22
ЛКП	13,95	3,4875	17,4375	0,837	18,27	5,301	23,571	5522,5
МОП	13,95	3,4875	17,4375	0,837	18,27	5,301	23,571	5522,5
ВСЬОГО:	498,16	141,562	639,722	29,8896	669,61	189,3008	858,9108	
Проектний варіант								
Робітники:								
- основні	41,14	12,342	53,482	2,4684	55,95	15,6332	71,5832	7932,5
- допоміжні	36,21	9,0525	45,2625	2,1726	47,44	13,7598	61,1998	5417,78
ІТП	13,29	3,3225	16,6125	0,7974	17,41	5,0502	22,4602	7450,83
ЛКП	12,07	3,0175	15,0875	0,7242	15,81	4,5866	20,3966	5417,5
МОП	12,07	3,0175	15,0875	0,7242	15,81	4,5866	20,3966	5417,5
ВСЬОГО:	114,78	30,752	145,532	6,8868	152,42	43,6164	196,0364	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-34.00.00

Арк.

Таблиця А.6 - Відомість витрат на матеріали

№ п/п	Матеріали	Розхід на деталь, кг	Річна витрата, т.	Вартість, грн.	Загальні тр. витрати, грн.	Загальна вартість відходів, грн.	Загальна вартість матеріалу, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8
Базовий варіант							
1	Основні матеріали	0,138	23,24	1208480	96678,4	5384,08	1299774,32
2	Допоміжні матеріали	0,002	0,41	21148,4	1691,87	94,22	22746,05
Проектний варіант							
1	Основні матеріали	0,138	23,24	1208480	96678,4	5384,08	1299774,32
2	Допоміжні матеріали	0,002	0,41	21148,4	1691,87	94,22	22746,05

Таблиця А.7 - Кошторис цехових витрат

№ з/п	Найменування статей витрат	Витрати, тис. грн. Базовий варіант	Витрати, тис. грн. Проектний варіант
1	2	3	4
	А. НА УТРИМАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЮ ОБЛАДНАННЯ		
1	Амортизація обладнання	4,77	8,88
2	Експлуатація обладнання		
	а) допоміжні матеріали	22,75	22,75
	б) електроенергія	0,04	0
	в) стиснуте повітря	0,026	0,009
	г) вода для виробничих потреб	1,249	0,436
	д) пара для виробничих потреб	3,846	3,846
	е) зарплата основна і додаткова	592,37	71,58

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-34.00.00

Арк.

Продовження таблиці А.7

1	2	3	4
3	Черговий ремонт		
	а) обладнання	27	50,76
	б) цінний інструмент	9,72	18,27
4	Внутрішні переміщення вантажів	2,7	5,08
5	Зношення малоцінного і швидкозношуваного інструменту	43,2	81,22
6	Інші витрати	13,18	24,77
	ВСЬОГО по розділу А:	720,851	287,601
	А. ЗАГАЛЬНОЦЕХОВІ ВИТРАТИ		
1	Утримання апарату управління цехом		
	а) ІТП	77,8942	22,4602
	б) службовці (ЛКП)	23,571	20,3966
2	Утримання решти цехового персоналу		
	а) МОП	23,571	20,3966
	б) доп.робітники, не вказанні в розд. А	84,9	36,72
3	Амортизація будівель та інвентаря	4,37	3,59
4	Утримання будівель, споруд та інвентаря		
	а) електроенергія для освітлення	119,89	41,88
	б) пара для опалення	75,162	26,258
	в) вода для побутових потреб	6,546	2,77225
	г) матеріальні та інші витрати	4,04	1,52
	д) інвентаря	5,4	10,15
5	Черговий ремонт будівель, споруд, інвентаря	12,28	4,85
6	Випробування, досліди та дослідження, раціоналізація і винахідництво	17,77	2,15
7	Охорона праці	47,39	5,73
8	Зношення малоцінного та швидкозношуваного інвентаря	2,16	4,06
9	Інші витрати	10,1	4,06

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-34.00.00

Арк.

Закінчення таблиці А.7

1	2	3	4
	ВСЬОГО по розділу Б:	515,04	206,99
	ВСЬОГО цехових (побічних) витрат	1235,891	494,591

Таблиця А.8 - Кошторис витрат на виробництво продукції

№ з/п	Найменування статей витрат	Базовий варіант сума, тис. грн.	Проектний варіант сума, тис. грн.
1	2	3	4
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з врахуванням відходів	1299,77	1299,77
2	Основна зарплата основних виробничих робітників	442,57	53,48
3	Додаткова зарплата основних виробничих робітників	20,43	2,47
4	Відрахування на соцстрах із зарплати основних виробничих робітників	129,37	15,63
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	720,85	287,6
6	Загальноцехові витрати	515,04	206,99
	Всього цехова собівартість	3128,03	1865,94
7	Загальнозаводські витрати	273,62	49,37
	Всього виробнича собівартість	3401,65	1915,31
8	Позавиробничі витрати	136,07	76,61
	Всього повна собівартість	3537,72	1991,92
9	Плановий прибуток	530,66	298,79
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	4068,38	2290,71

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця А.9 - Калькуляція собівартості одиниці продукції

№ з/п	Найменування статей витрат	Базовий варіант Сума, грн.	Проектний варіант Сума, грн.
1	2	3	4
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з вирахуванням відходів	8,12	8,12
2	Основна зарплата основних виробничих робітників	2,77	0,33
3	Додаткова зарплата основних виробничих робітників	0,13	0,02
4	Відрахування на соцстрах із зарплати основних виробничих робітників	0,81	0,1
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	4,51	1,8
6	Загальноцехові витрати	3,22	1,29
	Всього цехова собівартість	19,55	11,66
7	Загальнозаводські витрати	1,71	0,31
	Всього виробнича собівартість	21,26	11,97
8	Позавиробничі витрати	0,85	0,48
	Всього повна собівартість	22,11	12,45
9	Плановий прибуток	3,32	1,87
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	25,43	14,32

Таблиця А.10 - Калькуляція собівартості одиниці продукції

№ з/п	Нормативні показники	Одиниця виміру	Величина показника базового варіанту	Величина показника проектного варіанту
1	2	3	4	5
1	Річний випуск продукції:			
	а) в натуральному вираженні	шт.	160000	160000
	б) у вартісному вираженні	грн.	4068380	2290710
2	Капітальні затрати:			

					<i>ДР 18-34.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Закінчення таблиці А.10

1	2	3	4	5
	а) загальні	тис. грн.	1099,61	1453,64
	б) питомі	грн./шт.	6,87	9,09
	в) виробнича площа загальна	кв. м.	541	189
	г) кількість верстатів	шт.	12	4
	д) енергопотужність обладнання	кВт	61,9	34
3	Оборотні засоби, що нормуються	тис. грн.	261,16	345,24
4	Загальна чисельність працюючих	чол.	24	11
5	Річний фонд зарплати	тис. грн.	858,9108	196,0364
6	Середньомісячна зарплата:			
	а) виробничих робітників	грн.	7967,95	7932,5
	б) ІТР	грн.	7677,22	7450,83
7	Виріток на одного працюючого	грн./чол.	169515,75	208246,18
8	Випуск продукції:			
	а) на один грн. основних фондів	грн.	3894,57	1658,79
	б) на один квадратний метр площі	грн.	7520,11	12120,15
9	Завантаження верстатів	%	0,44	0,06
10	Собівартість деталі	грн.	25,43	14,32
11	Побічні витрати цеху	грн.	136070	76610
12	Рівень рентабельності виробу	%	15,02	15,02
13	Рівень рентабельності цеху	%	42,33	18,03

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-34.00.00

Арк.