

Міністерство освіти і науки України

Запорізький національний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні

(назва факультету)

Кафедра металургійних технологій, екології та техногенної безпеки

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

рівень вищої освіти перший бакалаврський рівень
(перший (бакалаврський) рівень)

на тему Розробка технології листового штампування автомобільного заводу деталі «краништейн обертання спинки переднього сидіння» з виготовленням на пресі Paust

Виконав: студент 4 курсу, групи 6.1360-омт

Вербін Б.С.
(ПІБ) (підпис)

спеціальності

136 Металургія
(шифр і назва)

спеціалізація

(шифр і назва)
освітньо-професійна програма
Обробка металів тиском
(шифр і назва)

Керівник Явтушенко А.В.
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент Проценко В.М.
(прізвище та ініціали) (підпис)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра металургійних технологій, екології та техногенної безпеки

Рівень вищої освіти перший бакалаврський рівень
другий (магістерський) рівень

Спеціальність 136 металургія
(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма обробка металів тиском
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МТЕТБ

Юрій БСЛОКОНЬ

« 12 » 02 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ) СТУДЕНТУ

Вербін Богдан Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) «Розробка технології листового штампування автомобільного заводу деталі «краништейн обертання спинки переднього сидіння» з виготовленням на пресі Raust»

керівник роботи (проєкту) Явтушенко Анна Володимирівна к.т.н, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 26.12.2023 року № 2215-с

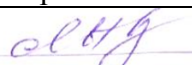
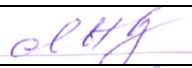
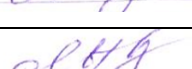
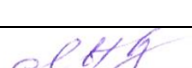
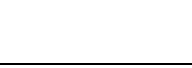
2. Строк подання студентом роботи (проєкта) 16.06. 2024

3. Вихідні дані до роботи (проєкта) Креслення деталі згідно ДСТУ

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Реферат. Вступ. Загальна характеристика цеху;, Технологічна частина, Конструкторська частина Охорона праці та техногенна безпека, Висновки. Перелік джерел посилань.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Креслення, презентаційний матеріал 13 слайдах (на 13 сторінках)

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
		завдання прийняв
<i>Загальна характеристика та призначення цеху</i>	<i>Явтушенко А.В. к.т.н. доцент</i>	
<i>Технологічна частина</i>	<i>Явтушенко А.В. к.т.н. доцент</i>	
<i>Конструкторська частина</i>	<i>Явтушенко А.В. к.т.н. доцент</i>	
<i>Організаційно-технологічні розрахунки по цеху</i>	<i>Явтушенко А.В. к.т.н. доцент</i>	
<i>Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>Явтушенко А.В. к.т.н. доцент</i>	
Нормоконтроль	<i>Белоконь Ю.О. завідувач кафедри</i>	

7. Дата видачі завдання 12.02.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Вступ</i>	<i>15-20.04.2024</i>	
2	<i>Реферат</i>	<i>21-12.05.2024</i>	
3	<i>Загальна характеристика та призначення цеху</i>	<i>13-26.05.2024</i>	
3	<i>Технологічна частина</i>	<i>27-02.06.2024</i>	
4	<i>Конструкторська частина</i> <i>Організаційно-технологічні розрахунки по цеху</i>	<i>03-09.06.2024</i>	
5	<i>Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>10-16.06.2024</i>	
6	<i>Висновки</i>	<i>16.06.2024</i>	

Студент Вербін Б. С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)  Явтушенко А.В.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи містить 121 с., 21 рисуноків, 11 таблиці, 21 літературне джерело.

Об'єкт дослідження – листоштампувальний цех автомобільного заводу.

Мета роботи – розробка технології листової штамповки для деталі "Кронштейн обертання спинки переднього сидіння" листоштампувального цеху автомобільного заводу, автоматизація технологічного процесу.

Метод розрахунків – стандартні методики розрахунків в штампувальному виробництві.

У даній кваліфікаційній роботі був розроблений технологічний процес для деталі "Кронштейн обертання спинки переднього сидіння". Цей технологічний процес повністю автоматизовано. Всі операції робляться на пресі Paust 320.

У розділі охорони праці і оцінки техногенних обставин були визначені шкідливі чинники виробництва і вказані шляхи поліпшення умов праці.

Рекомендації по впровадженню – результати роботи рекомендується застосувати на автомобільних заводах, в цехах холодного штампування.

Ключові слова: ХОЛОДНЕ ШТАМПУВАННЯ, ДЕФОРМАЦІЯ, СТРИЧКА, ПРИТИСК, ШТАМП, ЗАКРИТА ВИСОТА, ПУАНСОН, МАТРИЦЯ, ШТАМПУЄМОСТЬ, КВМ, ОПЕРАЦІЯ, РОЗКРІЙ, ЗУСИЛЛЯ, НОЖИЦІ, ПРЕС.

REFERENCE

The explanatory note to the qualification work contains 121 pages, 21 figures, 11 tables, 26 references.

The object of research is a sheet metal stamping shop of an automobile plant.

Purpose - to develop a sheet metal stamping technology for the part "Front seat backrest rotation bracket" of the automobile plant's sheet metal stamping shop, and to automate the technological process.

Calculation method - standard calculation methods in stamping production.

In this qualification work, a technological process was developed for the part "Front seat backrest rotation bracket". This technological process is fully automated. All operations are performed on a Paust 320 press.

In the section on labour protection and assessment of technogenic circumstances, harmful production factors were identified and ways to improve working conditions were indicated.

Recommendations for implementation - it is recommended to apply the results of the work at automotive plants, in cold stamping shops.

Keywords: COLD STAMPING, DEFORMATION, TAPE, CLAMPING, STAMP, CLOSED HEIGHT, PUNCH, DIE, STAMPABILITY, SQM, OPERATION, CUTTING, FORCE, SCISSORS, PRESS.

ЗМІСТ

Реферат	4
Вступ	8
1. Загальна характеристика та призначення цеху	10
1.1. Річна виробнича програма	10
1.2. Тип виробництва, склад цеху, загальна характеристика технологічного процесу	15
2. Технологічна частина	18
2.1. Розробка креслень штамповок та технологічних умов на їх виготовлення	18
2.2. Розробка технологічних процесів штампування	19
2.2.1. Переходи штампування та розрахунки за їх конструюванням	22
2.2.2. Розкрій початкового матеріалу	27
2.2.3. Розрахунок зусиль деформування	28
2.2.4. Конструювання штампового оснащення	33
2.2.5. Розрахунок трудомісткості виготовлення штамповки	37
2.2.6. Організація робочого місця штампувальника	37
3. Конструкторська частина	39
3.1. Призначення пресу	40
3.2. Синтез та аналіз головного виконавчого механізму	41
3.2.1. Синтез кривошипно-повзунного механізму	42
3.2.2. Кінематичний аналіз кривошипно-повзунного механізму	44
3.2.3. Статика кривошипно-повзунного механізму	47
3.3. Енергетика пресу	50
3.3.1. Витрати енергії в приводі кривошипного пресу	50
3.3.2. Визначення потужності двигуна і моменту інерції маховика	55
3.3.3. Момент інерції маховика	56
3.4. Розрахунок допустимих зусиль на повзунові	58
3.5. Допустиме зусилля по міцності головного вала	61

	7
3.6. Зусилля, що допускається міцністю зубчастих передач	64
3.6.1. Мінімальний момент, що крутить	65
3.6.2. Перевірка за припустимою пластичною деформацією зубів колеса	66
3.6.3. Перевірка зубів колеса на вигин за міцністю на втому	67
3.7. Розрахунок системи включення	70
3.7.1. Визначення середнього радіусу тертя	72
3.7.2. Розрахунок пружин гальма	72
3.8. Технічна характеристика пресу Paust 320	73
3.9. Техніка безпеки при роботі на ковальсько-пресовій машині	74
4. Механізація і автоматизація технологічних процесів	75
5. Організаційно-технологічні розрахунки по цеху	81
5.1. Вибір типів та розрахунок кількості виробничого обладнання	81
5.1.1. Листоштампувальний цех	81
5.2. Підйомно-транспортне обладнання загальноцехового призначення	92
5.3. Розрахунок кількості основних та допоміжних матеріалів	94
5.4. Розробка компоновального плану цеху	97
6. Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	101
6.1. Заходи з забезпечення безпеки	102
6.2. Заходи з забезпечення виробничої санітарії і гігієни праці	104
6.3. Заходи по забезпеченню пожежної безпеки	108
6.4. Заходи по забезпеченню безпеки в надзвичайних ситуаціях	110
Перелік посилань	113
Додатки	115

ВСТУП

Листове штампування є одним із високо економічних і перспективних видів обробки металів тиском. Холодне штампування являє собою процес виготовлення найрізноманітніших за призначенням різноманітних за призначенням, формою і розмірами деталей у холодному стані. Широкий розвиток холодного штампування пояснюється цілою низкою його переваг. До основних з них належать: можливість отримання досить міцних і жорстких і одночасно легких за масою конструкцій за невеликої витрати матеріалу; взаємозамінність одержуваних холодним листовим штампуванням деталей внаслідок їхньої великої точності; велика продуктивність і низька вартість деталей; можливість застосування некваліфікованої робочої сили; порівняно невеликі втрати матеріалу при правильній побудові технологічного процесу і розкрою матеріалу; сприятливі умови для автоматизації умов штампування аж до створення автоматичних ліній і ділянок. За останні роки значно зросла продуктивність праці внаслідок повної або часткової механізації і результаті повної або часткової механізації та автоматизації процесів листового штампування, а також прогресивних і швидкісних методів штампування. Широке застосування в автомобілебудуванні отримали багатопозиційні прес-автомати і автоматичні лінії для листового штампування. Перспективним шляхом протистояння настільки жорстким вимогам конкурентного розвитку автомобілебудування може слугувати комплексна автоматизація, що охоплює всі етапи життєвого циклу виробу. Важливою складовою розв'язання проблеми, що розглядається, є комплексне управління процесом забезпечення точності. Автоматизація являє собою двоєдине завдання, яке передбачає "нарощування" не тільки "фізичних", а й "інтелектуальних" можливостей людини. Автоматизація "інтелектуальних" здібностей фахівців становить одну з центральних ланок у ланцюзі нарощування інтелектуального потенціалу, як однієї з основних передумов розвитку промисловості. Незважаючи на високий рівень зазначеного потенціалу, в умовах швидкої міграції фахівців у

невиробничі сфери його падіння може призвести до незворотних наслідків. Звідси, дедалі більшою мірою виникає проблема, збереження накопиченої інформації в різних базах даних і реалізації алгоритмів створення якісної продукції на основі сучасної обчислювальної техніки та програмного забезпечення. В контексті розглянутої проблеми це означає пошук шляхів збереження і розвитку знань у справі забезпечення необхідної точності виробів.

1. ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ПРИЗНАЧЕННЯ ЦЕХУ

1.1. Річна виробнича програма

В даній кваліфікаційній роботі розглянуто листоштампувальний цех автомобільного. Тематика деталей, що виготовляються в цеху листового штампування залежить від виду продукції, що випускається підприємством, до складу якого входить цей цех.

Цех листового штампування, що проектується входить до складу автомобільного заводу. Завод має можливість виготовляти всі без виключення деталі кузова Ланос з продуктивністю понад 160 тисяч комплектів за рік і готовий до постановки в пресове виробництво штампів будь-якої моделі автомобіля А, В, С, Е-класу. У виробництві знаходились всі деталі кузовів Славути, Таврії-пікап, Ланос Т-100, Т-150, Ланос-хетчбек. У пресовому виробництві може випускатися повний перелік деталей кузова автомобіля.

Пресове виробництво складається з трьох цехів – крупного, середнього та дрібного штампування. У процесі виготовлення деталей автомобілів задіяне найсучасніше обладнання: автоматичні лінії розкрою «AIDA», багатопозиційні прес-автомати «FAGOR», «Hitachi Zosen», «Erfurt», «Ravne». Для завантаження, передавання та відвантаження деталей застосовано автоматичні лінії.

До складу цеху входять виробничі відділення, цехові служби, склади і побутові приміщення.

До виробничих відділень відносяться: заготівельні відділення, відділення основного виробництва.

До допоміжних відділень відносяться: штампо-ремонтна майстерня, ремонтно-технічне відділення.

Ці відділення забезпечують ремонт штампів, пристосувань та іншого оснащення, а також ремонт устаткування.

До складу цеху також входить склад металу, склад штампів, склад готових виробів, комори.

Операції листового штампування розділяються на дві групи: розділові і формозмінюючі. Операції першої і другої групи поєднуються, в результаті цього створюються складні операції і комбіноване штампування.

Автоматизація і механізація пресів листового штампування забезпечують збільшення продуктивності пресового устаткування, підвищення продуктивності праці, зниження вартості продукції, поліпшення умов праці і запобігання травматизму. Устаткування пресу автоматичними пристроями підвищує його продуктивність на 10 ÷ 15%. Вартість штампу, в який вбудовані автоматизуючі пристрої, підвищується приблизно на 50%.

Основним інструментом в цехах листового штампування є штампи. Залежно від зусиль і конструкції пресів, на яких їх встановлюють, штампи діляться на групи:

- особливо дрібні;
- дрібні;
- середні;
- великі;
- спеціальні.

Разом з основними матеріалами в цеху використовуються і допоміжні матеріали:

- для ремонту устаткування, оснащення, штампів;
- для чищення, промивання, наладки устаткування;
- для мастила при штампуванні.

Таблиця 1.1 – Річна виробнича програма цеху холодного листового штампування

Назва штамповок	Матеріал (позначення за ДЕСТ)	Маса штамповки, кг	Кількість штамповок на комплект	Кількість штамповок на річну програму			Маса штамповок на річну програму		
				Основну	Запчастини	Усього до виготовлення	Основну	Запчастини	Усього до виготовлення
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кронштейн блок-фари	Рулон $\frac{1,2 \text{ ГОСТ } 19904-90}{\text{K260В ДСТУ } 2834-94}$ (ГОСТ 16523-97)	0,06	2	22000	2200	24200	1320	132	1452
Кронштейн приводу перемикачів	Рулон $\frac{2,0 \text{ ГОСТ } 19904-90}{\text{K260В ДСТУ } 2834-94}$ (ГОСТ 16523-97)	0,25	1	16000	1600	17600	4000	400	4400

Продовження таблиці 1.1

Назва штамповок	Матеріал (позначення за ДЕСТ)	Маса штамповки, кг	Кількість штамповок на комплект	Кількість штамповок на річну програму			Маса штамповок на річну програму		
				Основну	Запчастини	Усього до ВИГОТОВЛЕННЯ	Основну	Запчастини	Усього до ВИГОТОВЛЕННЯ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Різьбова пробка амортизатору (90 063 898)	Лист $\frac{3,9 \text{ ГОСТ } 19903-74}{\text{К260В ДСТУ } 2834-94}$ (ГОСТ 16523-97)	0,01	4	24000	2400	26400	240	24	264
Посилювач	Лист $\frac{1,5 \text{ ГОСТ } 19904-90}{\text{К260В ДСТУ } 2834-94}$ (ГОСТ 16523-97)	0,04	1	29000	2900	31900	1160	116	1276
Кронштейн роз'єму	Рулон $\frac{1,2 \text{ ГОСТ } 19904-90}{08\text{Ю ГОСТ } 9045-93}$	0,09	4	36000	3600	39600	3240	324	3564
Кронштейн обертання спінки переднього сидіння	Рулон $\frac{2,0 \text{ ГОСТ } 19904-90}{08\text{Ю ГОСТ } 9045-93}$	0,15	2	20000	2000	22000	3000	300	3300

Продовження таблиці 1.1

Назва штамповок	Матеріал (позначення за ДЕСТ)	Маса штамповки, кг	Кількість штамповок на комплект	Кількість штамповок на річну програму			Маса штамповок на річну програму		
				Основну	Запчастини	Усього до виготовлення	Основну	Запчастини	Усього до виготовлення
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кронштейн (96 216 611)	Рулон $\frac{1,2 \text{ ГОСТ } 19904-90}{08Ю \text{ ГОСТ } 9045-93}$	0,2	2	18000	1800	19800	3600	360	3960
Кронштейн кріплення нейтралізатора	Рулон $\frac{2,5 \text{ ГОСТ } 19904-90}{К260В \text{ ДСТУ } 2834-94}$ (ГОСТ 16523-97)	0,17	2	13000	1300	14300	2210	221	2431
Кронштейн приводу перемикачів перелач	Рулон $\frac{2,0 \text{ ГОСТ } 19904-90}{К260В \text{ ДСТУ } 2834-94}$ (ГОСТ 16523-97)	0,55	1	9000	900	9900	4950	495	5445
Усього				187000	18700	205700	23720	2372	26092

1.2. Тип виробництва, склад цеху, загальна характеристика технологічного процесу

Характер деталей, що виготовляються в цеху листового штампування залежить від виду продукції, що випускається підприємством, до складу якого входить цей цех.

Основні типи виробничих структур можна описати як:

- одиничне або проектне виробництво;
- серійне виробництво характеризується виготовленням обмеженої номенклатури продукції партіями (серіями), що повторюються через певні проміжки часу. Залежно від розміру серії розрізняють дрібносерійне, середньосерійне і багатосерійне виробництва. Особливості організації серійного виробництва полягають в тому, що вдається спеціалізувати робочі місця для виконання декількох подібних технологічних операцій, разом з універсальним застосовувати спеціальне устаткування і технологічне оснащення, широко застосовувати працю робітників середньої кваліфікації, ефективно використати устаткування і виробничі площі, понизити, в порівнянні з одиничним виробництвом, витрати на заробітну плату. Серійне виробництво характерне для випуску продукції типу, що встановився:

- серійне і дрібносерійне виробництво;
- масове виробництво.

Масове виробництво характеризується вузькою номенклатурою і великим обсягом випуску виробів, що безперервно виготовляються або ремонтіваних впродовж тривалого часу. Коефіцієнт закріплення операцій відповідно до ДЕСТ 3.1108-74 для масового виробництва рівний або менше одиниці. Таким чином на кожному робочому місці закріплюється виконання однієї операції, що постійно повторюється.

При цьому використовується спеціальне високопродуктивне устаткування, яке розставляється за потоковим принципом (тобто по ходу ТП) і у багатьох випадках зв'язується транспортуючими пристроями і конвеєрами з

постами проміжного автоматичного контролю, а також проміжними складами-накопичувачами заготівель, забезпеченими автоматичними перевантажувачами (роботами-маніпуляторами). Останні забезпечують зміну заготівель на окремих робочих місцях і пунктах контролю.

Використовуються високопродуктивні багатошпіндельні автомати і напівавтомати, складні верстати з ЧПУ і оброблювальні центри. Широко застосовуються автоматичні лінії і автоматизовані виробничі системи, керовані ЕОМ.

Цех, що проектується належить до масового виробництва з річним випуском 187 тисяч комплектів штамповок автомобілів.

При розробці компонування цеху розглядається питання про взаємне розташування цеху і встановлюються основні розміри будівлі. Передбачається таке розташування в цеху ділянок, допоміжних служб і складів, яке забезпечує максимальну прямолінійність основних технологічних і вантажних потоків.

Розташування складу металу і заготівельного відділення до штампувального відділення забезпечують мінімальну кількість перевалок і найменшу протяжність потоків заготівель. Склади штампів, засобів механізації і контрольних пристосувань, розміщених в зоні, максимально наближені до відділення штампування. Усі ремонтні служби і відділення знаходяться поряд із складом штампів і складом готової продукції. Службово-побутові приміщення знаходяться у кінці прольоту цеху з протилежного боку від складу металу.

Входи і виходи службово-побутових приміщень не потрапляють на місця жвавих транспортних магістралей усередині цеху, і користування цими виходами (входами) не зв'язане з небезпекою небезпечних випадків від наїзду цехового транспорту. Заготівельне відділення розміщене в поперечних прольотах яких будуть розташовані штампувальні ділянки. Це забезпечує широкий фронт для подання заготівель із заготівельного відділення на усі штампувальні ділянки.

Розташування пресів залежить від ряду чинників: об'єму і типу виробництва, номенклатури і габаритів деталей, прийнятої потоковості технологічного процесу, міри автоматизації і механізації, характеру використовуваного матеріалу та ін.

Розташування устаткування в заготівельному відділенні: ножиці гільйотин знаходяться в зоні обслуговування кран-балки.

У проектованому цеху устаткування розташоване таким чином, що можна виділити 2 ділянки, за цими ділянками розташований склад готових деталей.

Будівля, в якій розташований цех, будується із залізобетону: каркас залізобетонний, виконаний у вигляді рам, що складаються із заземлених внизу колон і шарнірно пов'язаних з ними балок. Виробнича будівля одноповерхова.

Підвісні електромостові крани займають усю ширину прольотів. Крани вантажопідйомністю 10-30 тон.

Усі преса встановлюються на залізобетонний фундамент. Кріплення устаткування здійснюється за допомогою анкерних болтів.

Технологічний процес листового штампування розробляємо по етапах аналізу технологічності деталі, визначення форми і розміру заготівлі, проектування переходів штампування, розрахунок технологічних зусиль, вибір типу устаткування, проектування штампу, визначення трудомісткості виготовлення деталі і завантаження устаткування.

Початковими даними для проектування є креслення деталей з вказівкою матеріалу, технологічних вимог і програми випуску.

В цій кваліфікаційній роботі представлена деталь – кронштейн обертання спинки переднього сидіння.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Розробка креслень штамповок та технологічних умов на їх виготовлення

Листове штампування – процес отримання з листової заготівлі (смуги, стрічки) виробів плоскої і просторової форми без зняття. Установка штампу стружки і значної зміни товщини матеріалу. В основному, листове штампування здійснюється в холодному стані, але іноді для зниження зусиль і збільшення міри деформації застосовується повний або місцевий нагрів.

Властивості і конструктивні елементи, які забезпечують найбільш просте і економічне виготовлення деталей при дотриманні технічних експлуатаційних вимог до них називаються технологічністю. Основними показниками технологічності листових холодноштамповочних деталей є:

- найменша витрата матеріалу;
- найменша кількість і низька трудомісткість операцій;
- відсутність подальшої механічної обробки;
- невелика кількість необхідного устаткування і виробничих площ;
- найменша кількість оснащення при скороченні витрат і термінів підготовки виробництва;
- збільшення продуктивності окремих операцій і цеху в цілому;
- найменша собівартість штампованих деталей.

Розкрій листового металу несе за собою втрату металу у вигляді обрізків і невживаних відходів, для зменшення втрати в цьому дипломному проєкті було враховано якнайповніше використання матеріалу, при різанні великих заготівель був застосований комбінований розкрій, при різанні на ножицях рекомендується застосовувати спеціальні пристрої, що полегшують налаштування і підвищують точність різки.

Механічні властивості матеріалу повинні відповідати не лише вимогам міцності і жорсткості виробу, але також процесу формозміни і характеру

пластичних деформацій. Необхідно враховувати можливість застосування для формозмінних операцій пластичнішого, хоча й менш міцного метала, так як в процесі холодного штампування відбувається його наклепування, що значно збільшує характеристики міцності матеріалу.

При розрахунку на міцність не слід збільшувати товщину листового матеріалу, враховуючи зміцнення його в процесі холодної деформації і досить високу жорсткість штампованих деталей. Необхідно прагнути до створення легких і полегшених конструкцій деталей, застосовуючи для збільшення жорсткості штампування ребер жорсткості, відбортовку, загинання фланців, загортання кромки і тому подібне, а також заміну важких стандартних прокатних профілів найбільш легкими – гнутими або свертними профілями і листового металу (рис. 2.1).

Конфігурація деталі або її розгортки повинна забезпечувати найвигідне використання листового матеріалу, даючи можливість застосувати маловідхідний або безвідходний розкрій. Для отримання безвідходного розкрою не слід штучно збільшувати розміри і площу заготівлі. Якщо відхід неминучий, то бажано надати йому конфігурацію, що відповідає іншій деталі, або використати його повторно. Необхідно уніфікувати і зменшити асортимент вживаних марок листового металу і товщини.

Слід дотримуватися кратності розмірів великих штучних заготівель розмірам листа, інакше відходи збільшуються.

Загальним результатом показника технологічності є найменша собівартість штампуючих деталей.

2.2. Розробка технологічних процесів штампування

В якості типової деталі проектуемого цеху вибираємо деталь «Кронштейн обертання спинки переднього сидіння», яка подана на рис.2.1.

Подана деталь простої форми, пола, товщина стінки 2 мм, матеріал сталь 08Ю. Враховуючи ці фактори та механічні властивості матеріалу, приходжу до

висновку, що вони відповідають вимогам такої штамповочної операції, як витяжка без стоншення.

Більшість деталей, які отримуються методом холодного тиску, в листовій штамповці можуть бути виготовлені декількома способами. При цьому необхідні операції для штамповки заданої деталі можуть проводитися на відповідних окремих штампах (диференційний спосіб штамповки) або на сумісних або на послідовних штампах (концентрований спосіб штамповки).

Виходячи з того, що в основі виготовлення деталі є операція «витяжка», слід врахувати основні технологічні вимоги до деталі, отриманої витяжкою:

- уникати досить складних та несиметричних форм деталей, що витягаються;

- радіуси закруглення повинні бути по можливості більше $r \geq (2...4)S$. Для даної деталі $r = 2...4$. По основним кількісним та якісним показникам (коефіцієнт використання матеріалу, кількість операцій й обладнання, трудомісткість виготовлення, складність обладнання, стійкість робочого інструменту і інше), отриманим у результаті подальших розрахунків, виконаю порівняння запропонованих варіантів виготовлення. Результуючим показником є собівартість, а не трудомісткість виготовлюваної деталі.

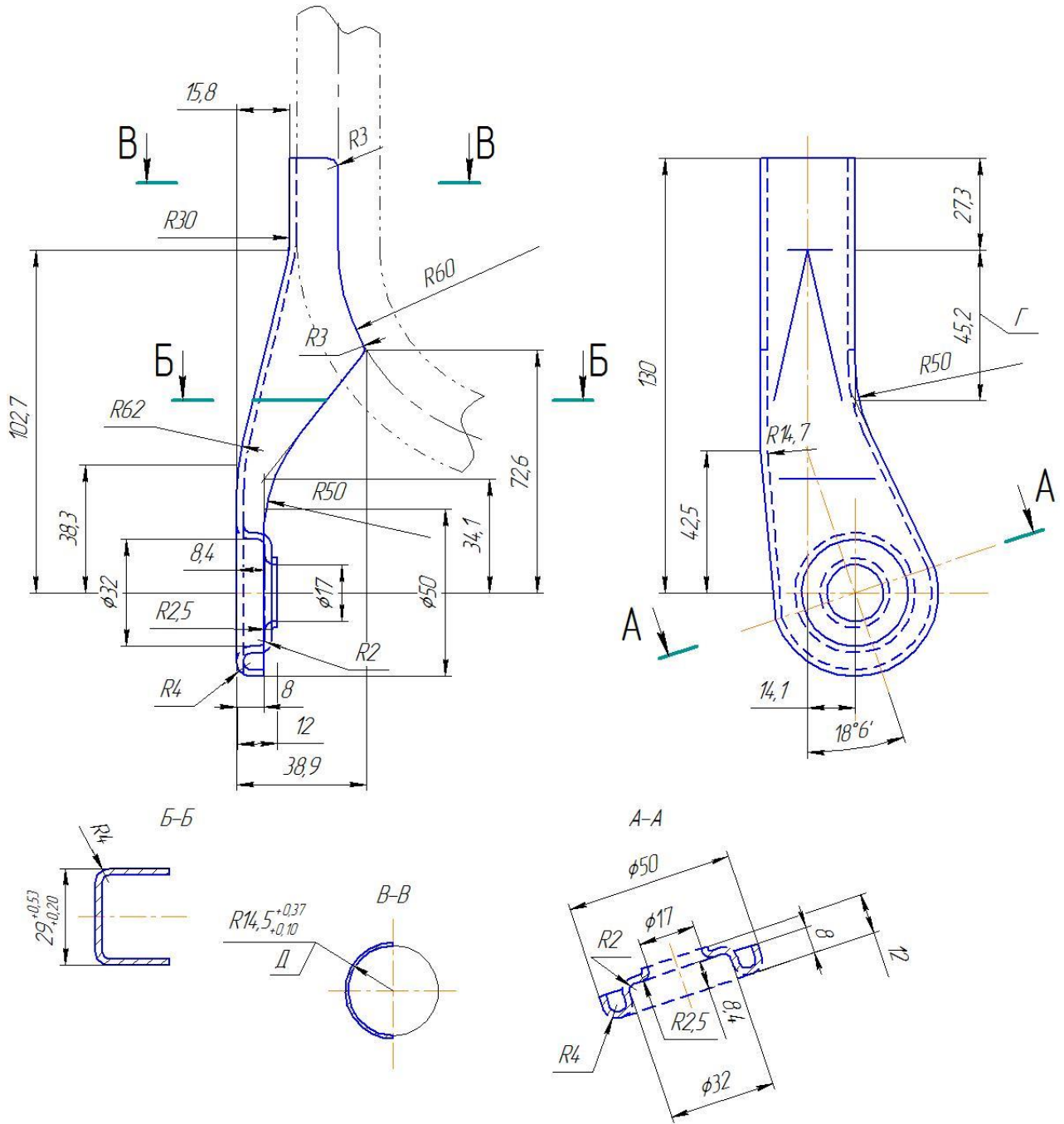


Рисунок 2.1 – Кронштейн обертання спинки переднього сидіння

Виходячи з форми, розмірів та річної програми випуску деталі, можливо зробити висновок про те, що єдино доцільним є варіант витяжки деталі з плоскої заготовки. У якості заготовки можливо використовувати рулон. В даному випадку, буде оправдано застосування штампового автомату. Операцій витяжки повинно бути декілька.

Для виготовлення деталей витяжкою застосовують листовий матеріал, який має високі пластичні властивості: маловуглецеву якісну та конструкційну леговану сталь, алюміній та деякі його сплави, мідь, латунь та інші метали.

Витяжка здійснюється за допомогою спеціальних штамів, робочими органами яких є: матриця зі округленою робочою кромкою, радіусом, пуансоном та якщо це буде потрібно прижимним кільцем. Між пуансоном та матрицею є певний проміжок, в який пуансон втягує заготовку. При витяжці зовнішня сила, яка передається пуансоном, приложена до донної частини витягуємої деталі, крайова ж її частина остається вільною, не нагружаємою зовнішніми силами.

2.2.1. Переходи штампування та розрахунки за їх конструюванням

Запропоновані варіанти виготовлення деталі:

Базовий варіант:

- розріз листа на стрічку;
- вирубка заготовки із стрічки;
- витяжка 1;
- витяжка 2;
- витяжка 3;
- обрізка;
- пробивка;
- відбортовка;
- розрізка.

Проектний варіант:

- вирубка заготовки з рулону;

- витяжка 1;
- витяжка 2;
- витяжка 3;
- обрізка та пробивка;
- відбортовка;
- розрізка.

Є три методи розрахунку: аналітичний, графічний та графоаналітичний. Усі вони прийнятні для любого виду штампового виробництва. Однак, перевагу слід віддати першому методу, так як найбільш доступному та універсальному для технолога й конструктора. До безперечної його переваги відноситься можливість використання сучасної обчислювальної техніки. Він же відрізняється більш високою точністю.

Аналітичний метод заснований на дотриманні рівності поверхонь штампуючої деталі та заготовки.

Для поданої деталі розраховую заготовку шляхом розбиття її на більш прості частини (див. рис. 2.2).

$$L_1 = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 \quad (2.1)$$

$$l_1 = 8 - 4 = 4 \text{ мм}$$

$$l_2 = 1,57 \cdot (r + x \cdot s) = 1,57 \cdot (3 + 0,44 \cdot 2) = 6,09 \text{ мм}$$

де $x = 0,44$; s – товщина заготовки.

$$l_3 = \frac{50}{2} - \frac{32}{2} - 4 - 4 = 1 \text{ мм}$$

$$l_4 = l_2 = 6,09 \text{ мм}$$

$$l_5 = 8,4 - 4 - 2 = 2,4 \text{ мм}$$

$$l_6 = 1,57 \cdot (r + x \cdot s) = 1,57 \cdot (3 + 0,44 \cdot 2) = 6,09 \text{ мм}$$

де $x = 0,44$; s – товщина заготовки.

$$l_7 = \frac{32 - 2 - 2}{2} = 14 \text{ мм}$$

$$L_1 = 37,5 \text{ мм}$$

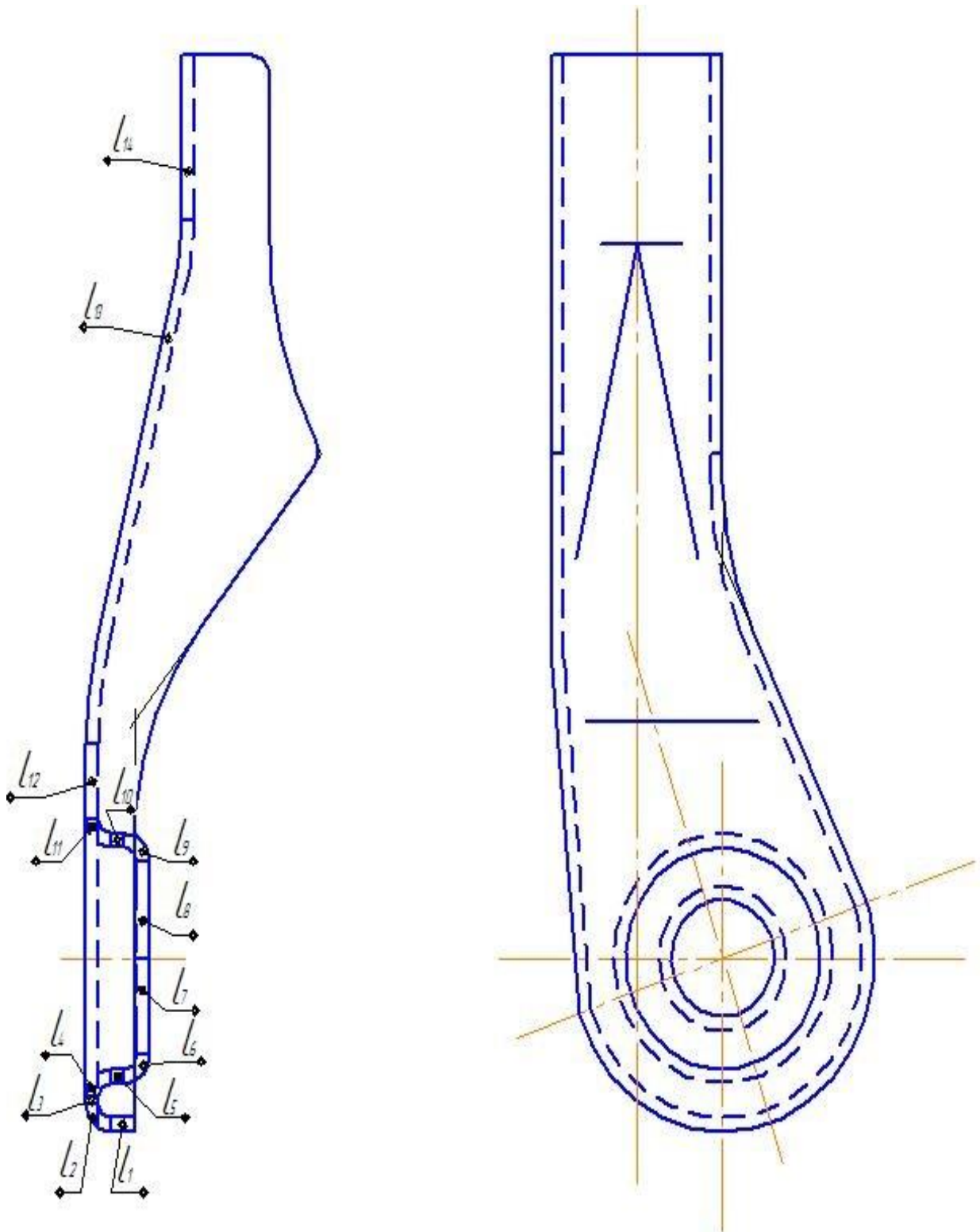


Рисунок 2.2 – Розбиття деталі на більш прості частини

$$L_2 = l_8 + l_9 + l_{10} + l_{11}$$

$$L_2 = 6,09 + 2,4 + 6,09 + 14 = 28,58 \text{ мм}$$

$$l_{12} = 38,3 - \left(\frac{32 - 4 - 4}{2} \right) = 18,3 \text{ мм}$$

$$l_{13} = \sqrt{64,4^2 + 15,8^2} = 60,82 \text{ мм}$$

$$l_{14} = 130 - 102,7 = 27,3 \text{ мм}$$

$$L_3 = 37,5 + 28,58 + 18,3 + 60,82 + 27,3 = 172,5 \text{ мм}$$

$$l_{\text{перемички}} = 10 \text{ мм}$$

$$L_{\text{загальна}} = 172,5 \cdot 2 + 10 = 355 \text{ мм}$$

Довжина заготовки дорівнює 355 мм.

Знаходжу ширину заготовки:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{15,8}{64,4}$$

$$\alpha = 13,78$$

$$\sin 13,78 = \frac{x}{34,3}$$

$$x = 8,17 \text{ мм}$$

$$l_{\text{ш.1}} = 38,9 - 8,17 = 30,73 \text{ мм}$$

$$l_{\text{ширини}} = 21 + 1,57 \cdot (3 + 0,44 \cdot 2) \cdot 2 + (30,73 - 4) \cdot 2 = 84,64 \text{ мм}$$

До $l_{\text{ширини}}$ додаю припуск на вирубку та отримую ширину заготовки, яка дорівнює 97,6 мм [31].

Величина припуску на підріз краю при витяжці без стоншення може бути різним у залежності від роду та товщини матеріалу, форми та висоти виробу, а також суттєво змінюватись від відносної висоти $k_{\text{ц}} = h/d$.

Для відношення h/d , яке змінюється від 0,5 до 4,0 та при висоті від 10 до 300 мм, припуск складає 2-12 мм.

Припуск на обрізку краю при відносній висоті деталі:

$$\frac{H}{d} = \frac{12}{50} = 0,24 \text{ мм}$$

Згідно довідникових даних приймаю 5 мм [31].

Витяжку проектуємо без прижиму заготовки, оскільки $h/d < 1$, а відносна товщина $S/D_{\text{заг.}}$ мала.

$$n-1 \approx \frac{\ln d_n - \ln (m_1 \cdot D)}{\ln m_2} \quad (2.3)$$

$$n-1 \approx \frac{\ln 36 - \ln (0,72 \cdot 75)}{\ln 0,78} = 1,63 \approx 2$$

$$n = 3$$

При відносній товщині заготовки $S/D_{\text{заг.}} = 2/75 = 0,03$ та достатньо великому радіусі округлення дна деталі $r_6 \geq 2S$ допустимі коефіцієнти витяжки (по переходам) $m_1 = 0,72$; $m_2 = 0,78$; $m_3 = 0,85$ оскільки при цьому отримуємо діаметр, який потрібен [28].

Відповідно зовнішні діаметри напівфабрикатів по операціям витяжки будуть дорівнювати:

$$d_1 = 0,72 \cdot 75 = 54 \text{ мм}$$

$$d_2 = 0,78 \cdot 54 = 42 \text{ мм}$$

$$d_3 = 0,85 \cdot 42 = 36 \text{ мм}$$

Визначаю висоти напівфабрикатів по операціям витяжки за формулами:

$$H_1 = 0,25 \left(\frac{D_{\text{заг.}}}{m_1} - \frac{d_{\text{фн.}}^2}{d_1} + 3,44 \cdot r_1 \right) \quad (2.4)$$

$$H_2 = 0,25 \left(\frac{D_{\text{заг.}}}{m_1 \cdot m_2} - \frac{d_{\text{фн.}}^2}{d_2} + 3,44 \cdot r_2 \right) \quad (2.5)$$

$$H_3 = 0,25 \left(\frac{D_{\text{заг.}}}{m_1 \cdot m_2 \cdot m_3} - \frac{d_{\text{фн.}}^2}{d_3} + 3,44 \cdot r_3 \right) \quad (2.6)$$

$$H_1 = 0,25 \left(\frac{75}{0,72} - \frac{55^2}{54} + 3,44 \cdot 2 \right) = 4,4 \text{ мм}$$

$$H_2 = 0,25 \left(\frac{75}{0,72 \cdot 0,78} - \frac{55^2}{42} + 3,44 \cdot 2 \right) = 6,4 \text{ мм}$$

$$H_3 = 0,25 \left(\frac{75}{0,72 \cdot 0,78 \cdot 0,85} - \frac{55^2}{36} + 3,44 \cdot 2 \right) = 8,4 \text{ мм}$$

Отримані розрахункові данні потрібні для визначення висоти пуансонів, а також для вибору преса по величині ходу.

2.2.2. Розкрій початкового матеріалу

Економія металу і зменшення відходів в холодному штампуванні має дуже важливе значення, особливо у багатосерійному виробництві і в масовому, оскільки при великих масштабах виробництва навіть незначна економія металу на одному виробі дає у результаті велику економію.

Економія металу в холодному штампуванні досягається шляхом:

- 1) найбільш доцільного розкрою листів на штучні заготівлі або смуги з найменшими відходами;
- 2) найбільш економічного розкрою смуг і розташування вирізованих деталей на смузі;
- 3) зменшення втрат металу на перемички;
- 4) застосування безвідходного і маловідхідного розкрою;
- 5) підвищення точності розрахунку розмірів заготівель і зменшення припусків на обрізання;
- 6) використання відходів для виготовлення інших деталей;
- 7) попередження браку штампованих деталей, а також зниження норми втрат при наладці і установці штампів та ін.

Розкрій характеризується коефіцієнтом використання матеріалу (КВМ).

Рулон 2x370x29900

Розрахунок розкрою рулонного матеріалу (див. рис. 2.3).

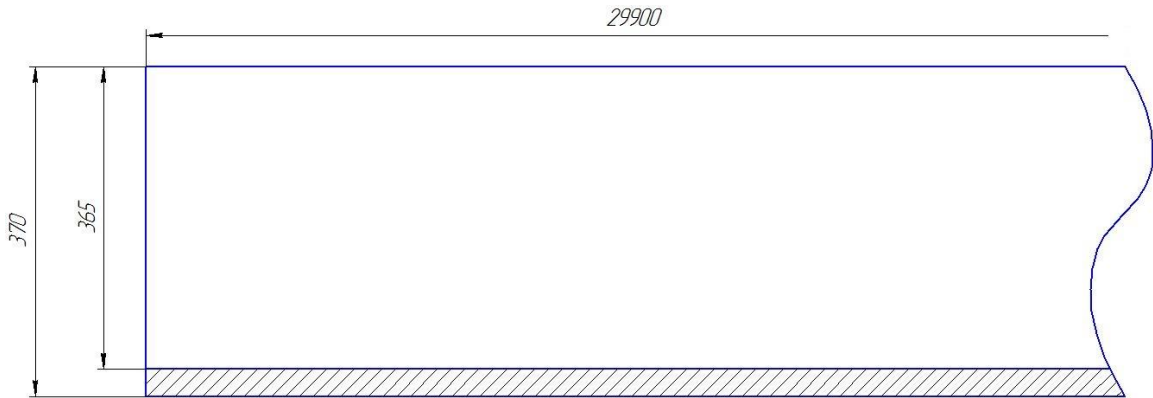


Рисунок 2.3 – Розкрій рулонного матеріалу

$$n_1 = \frac{B}{B_0} = \frac{370}{365} = 1,01 \approx 1$$

$$n_2 = \frac{L}{L_0} = \frac{29900}{97,6 + 2} = 300,20 \approx 300$$

$$КВМ = \frac{F_{дем} \cdot n_1 \cdot n_2}{B \cdot L} \quad (2.7)$$

$$F_{дем} = 355 \cdot 97,6 = 34648 \text{ мм}^2$$

$$КВМ = \frac{34648 \cdot 1 \cdot 300}{370 \cdot 29900} = 0,940$$

Згідно розрахункових даних з рулону 2x370x29900 КВМ становить 94%.

2.2.3. Розрахунок зусиль деформування

Базовий варіант:

Розрахунок операцій та переходів.

1). Визначаю зусилля розрізу листа на стрічку

$$P = \frac{0,5 \cdot S^2 \cdot \sigma_{CP}}{tg\varphi}$$

$$\varphi = 2 \div 5^0$$

$$\sigma_{CP} = 250 \text{ Н / мм}^2$$

$$P = \frac{0,5 \cdot 2^2 \cdot 250}{tg3} = 9540,6 \text{ Н} = 9,5 \text{ кН} \quad (2.8)$$

2). Визначаю зусилля вирубки заготовки із стрічки

$$P_{вир} = F_{заг} \cdot S \cdot \sigma_{ср} \cdot K \quad (2.9)$$

де $F_{заг}$ – площа заготовки, що вирубається;

S – товщина заготовки, що вирубається;

$\sigma_{ср}$ – опір зрізу;

$K = 1,25$

$$P_{вир} = 34648 \cdot 2 \cdot 250 \cdot 1,25 = 21655 \text{ кН.}$$

3). Визначаю зусилля витяжки 1

$$P_{вум1} = \pi \cdot d_1 \cdot S \cdot \sigma_{в} \cdot K_{вт} \quad (2.10)$$

де d_1 – діаметр заготовки при першій витяжці;

S – товщина заготовки;

$\sigma_{в}$ – опір міцності штампуемого матеріалу при розтягуванні;

$K_{вт}$ – коефіцієнт, який залежить від коефіцієнта витяжки. $K_{вт} = 0,55$ при $m_1 = 0,72$.

$$P_{вум1} = 3,14 \cdot 54 \cdot 2 \cdot 300 \cdot 0,55 = 55954,8 = 56 \text{ кН}$$

4). Визначаю зусилля витяжки 2

$$P_{вум2} = \pi \cdot d_2 \cdot S \cdot \sigma_{в} \cdot K_{вт} \quad (2.11)$$

де d_2 – діаметр заготовки при другій витяжці;

S – товщина заготовки;

$\sigma_{в}$ – опір міцності штампуемого матеріалу при розтягуванні;

$K_{вт}$ – коефіцієнт, який залежить від коефіцієнта витяжки. $K_{вт} = 0,45$ при $m_2 = 0,78$.

$$P_{вум2} = 3,14 \cdot 42 \cdot 2 \cdot 300 \cdot 0,45 = 35607,6 = 36 \text{ кН}$$

5). Визначаю зусилля витяжки 3

$$P_{вум3} = \pi \cdot d_3 \cdot S \cdot \sigma_{в} \cdot K_{вт} \quad (2.12)$$

де d_3 – діаметр заготовки при третій витяжці;

S – товщина заготовки;

$\sigma_{в}$ – опір міцності штампуемого матеріалу при розтягуванні;

$K_{вт}$ – коефіцієнт, який залежить від коефіцієнта витяжки. $K_{вт} = 0,37$ при $m_3 = 0,85$.

$$P_{вмз} = 3,14 \cdot 36 \cdot 2 \cdot 300 \cdot 0,37 = 25094,9 = 25 \text{кН}$$

б). Визначаю зусилля обрізки

$$P_{обр} = L \cdot S \cdot \sigma_{ср} \cdot K \quad (2.13)$$

де $L = 744$ мм;

S – товщина деталі, що обрізується;

$\sigma_{ср}$ – опір зрізу;

$K = 1,25$

$$P_{обр} = 744 \cdot 2 \cdot 250 \cdot 1,25 = 465000 = 465 \text{кН.}$$

7). Визначаю зусилля пробивки

$$P_{проб} = L_{отв.} \cdot 2 \cdot S \cdot \sigma_{ср} \cdot K \quad (2.14)$$

де $L_{отв.} = 44,9$ мм;

S – товщина матеріалу, що пробивається;

$\sigma_{ср}$ – опір зрізу;

$K = 1,25$

$$P_{проб} = 44,9 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 250 \cdot 1,25 = 56127,5 = 56 \text{кН.}$$

8). Визначаю зусилля відбортовки

$$P_{відборт} = 1,25 \cdot L \cdot S \cdot \sigma_{в} \cdot K \quad (2.15)$$

де $L = 744$ мм;

S – товщина деталі;

$\sigma_{в}$ – опір міцності штампуємого матеріалу при відбортовці;

$K = 0,25$

$$P_{відборт} = 1,25 \cdot 744 \cdot 2 \cdot 300 \cdot 0,25 = 139500 = 140 \text{кН}$$

9). Визначаю зусилля розрізки

$$P_{розр.} = L_{перем.} \cdot S \cdot \sigma_{ср} \quad (2.16)$$

де $L_{перем.} = 26$ мм;

S – товщина матеріалу;

$\sigma_{ср}$ – опір зрізу;

$$P_{розр.} = 26 \cdot 2 \cdot 250 = 13000 = 13кН$$

Проектний варіант:

Розрахунок операцій та переходів.

1). Визначаю зусилля вирубки заготовки з рулону

$$P_{вир} = F_{заг} \cdot S \cdot \sigma_{CP} \cdot K \quad (2.17)$$

де $F_{заг}$ – площа заготовки, що вирубається;

S – товщина заготовки, що вирубається;

σ_{CP} – опір зрізу;

$K = 1,25$

$$P_{вир} = 34648 \cdot 2 \cdot 250 \cdot 1,25 = 21655 \text{ кН.}$$

2). Визначаю зусилля витяжки 1

$$P_{вум1} = \pi \cdot d_1 \cdot S \cdot \sigma_{\epsilon} \cdot K_{вт} \quad (2.18)$$

де d_1 – діаметр заготовки при першій витяжці;

S – товщина заготовки;

σ_{ϵ} – опір міцності штампуемого матеріалу при розтягуванні;

$K_{вт}$ – коефіцієнт, який залежить від коефіцієнта витяжки. $K_{вт} = 0,55$ при $m_1 = 0,72$.

$$P_{вум1} = 3,14 \cdot 54 \cdot 2 \cdot 300 \cdot 0,55 = 55954,8 = 56кН$$

3). Визначаю зусилля витяжки 2

$$P_{вум2} = \pi \cdot d_2 \cdot S \cdot \sigma_{\epsilon} \cdot K_{вт} \quad (2.19)$$

де d_2 – діаметр заготовки при другій витяжці;

S – товщина заготовки;

σ_{ϵ} – опір міцності штампуемого матеріалу при розтягуванні;

$K_{вт}$ – коефіцієнт, який залежить від коефіцієнта витяжки. $K_{вт} = 0,45$ при $m_2 = 0,78$.

$$P_{вум2} = 3,14 \cdot 42 \cdot 2 \cdot 300 \cdot 0,45 = 35607,6 = 36кН$$

4). Визначаю зусилля витяжки 3

$$P_{вум3} = \pi \cdot d_3 \cdot S \cdot \sigma_{\epsilon} \cdot K_{вт} \quad (2.20)$$

де d_3 – діаметр заготовки при третій витяжці;

S – товщина заготовки;

σ_B – опір міцності штампуємого матеріалу при розтягуванні;

K_{BT} – коефіцієнт, який залежить від коефіцієнта витяжки. $K_{BT} = 0,37$ при $m_3 = 0,85$.

$$P_{вит3} = 3,14 \cdot 36 \cdot 2 \cdot 300 \cdot 0,37 = 25094,9 = 25 \text{кН}$$

5). Визначаю зусилля обрізки та пробивки

$$P_{загальне} = P_{обр} + P_{проб} \quad (2.21)$$

$$P_{обр} = L \cdot S \cdot \sigma_{CP} \cdot K \quad (2.22)$$

$$P_{обр} = 744 \cdot 2 \cdot 250 \cdot 1,25 = 465000 = 465 \text{кН.}$$

$$P_{проб} = L_{отв.} \cdot 2 \cdot S \cdot \sigma_{CP} \cdot K \quad (2.23)$$

$$P_{проб} = 44,9 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 250 \cdot 1,25 = 56127,5 = 56 \text{кН.}$$

де $L = 744$ мм;

$L_{отв.} = 44,9$ мм;

S – товщина матеріалу, що пробивається;

σ_{CP} – опір зрізу;

$K = 1,25$

$$P_{загальне} = 465 + 56 = 521 \text{кН}$$

6). Визначаю зусилля відбортовки

$$P_{відборт} = 1,25 \cdot L \cdot S \cdot \sigma_s \cdot K \quad (2.24)$$

де $L = 744$ мм;

S – товщина деталі;

σ_B – опір міцності штампуємого матеріалу при відбортовці;

$K = 0,25$

$$P_{відборт} = 1,25 \cdot 744 \cdot 2 \cdot 300 \cdot 0,25 = 139500 = 14 \text{кН}$$

7). Визначаю зусилля розрізки

$$P_{розр.} = L_{перем.} \cdot S \cdot \sigma_{CP} \quad (2.25)$$

де $L_{перем.} = 26$ мм;

S – товщина матеріалу;

$\sigma_{\text{ср}}$ – опір зрізу;

$$P_{\text{розр.}} = 26 \cdot 2 \cdot 250 = 13000 = 13 \text{кН}$$

2.2.4 Конструювання штампового оснащення

Штампи для холодного листового штампування є складною конструкцією, що складається з великої кількості деталей різноманітного технологічного і конструктивного призначення. Виходячи з умов роботи і різного характеру сполучення, ці деталі вимагають різної точності виготовлення.

Найбільш точного виготовлення вимагають робочі деталі вирубних штампів – пуансони і матриці, а також направляючі колонки і втулки прецизійних штампів. Шорсткість поверхні деталей штампів визначається призначенням деталі і вимогами, що пред'являються до неї. Відповідно до цього для виготовлення деталі застосовуються ті або інші способи механічної обробки. Шорсткість поверхні оцінюється в класах і параметрах.

Проміжок між матрицею і пуансоном визначається у відсотком співвідношенні від товщини матеріалу або за правилами: при вирубванні зовнішнього контуру проміжок береться за рахунок зменшення розмірів пуансона, розмір матриці приймають рівним найменшому граничному розміру деталі; при пробивці отворів проміжок утворюється за рахунок збільшення розмірів матриці, розмір пуансона береться рівним найбільшому граничному розміру отвору.

Визначення виконавчих розмірів робочих частин (пуансон і матриця).

Форма матриці визначається формою та розмірами штампуємої деталі. Розміри матриці уточнюються з урахуванням потрібних величин перемичок між отворами, конкретного розміщення робочої зони та отворів й таке інше.

Орієнтовний вибір діаметрів гвинтів та штифтів здійснюється по таблиці 18 [31]. Число гвинтів визначають за умови, що відстань між двома

найближчими гвинтами не повинно перевищувати 90 мм. Однак в окремих випадках виникає необхідність деякого відхилення від наведених даних.

Число штифтів визначають за умови, що кожен самостійний елемент штамп, який повинен бути нерухомим відносно матриці та сама матриця (або кожна її окрема частина) повинні фіксуватися двома штифтами.

Зовнішній розмір матриці приймають у залежності від форми деталі в яку вписується її робоча зона, й уточнюють в залежності від розміщення отворів, форми штампуючого елемента й таке інше.

Габаритні розміри матриці для вирубку необхідного контуру визначають наступним чином [28]:

$$B = b + (2,5 \div 4,0) \cdot H_m \quad (2.26)$$

де b – розмір шпампуємої деталі, мм;

B – розмір матриці, мм;

H_m – товщина матриці, мм.

$$I. H_m = S + K_m \cdot \sqrt{a+b} + 7 = 2 + 0,5 \cdot \sqrt{355 + 97,6} + 7 = 19,64 \text{ мм}$$

$$K_m = 0,5 \text{ [31]}$$

$$II. H_m = \sqrt[3]{100 \cdot P} = \sqrt[3]{100 \cdot (465 + 56)} = 37,35 \text{ мм}$$

З двох варіантів приймаю найбільше значення та округлюю його до 40мм.

Зовнішній розмір матриці приймаю по таблиці 21 [31]. Для $d_m = 400$ мм треба прийняти $D_m = 1000$ мм.

По таблиці 18 [31] вибираю розмір та кількість гвинтів та штифтів. У даному випадку гвинтів з різьбленням $M 6$ мм. Матрицю слід фіксувати штифтами діаметром 6 мм.

Виходячи з даних таблиці 21 [31], визначаю розміщення отворів для гвинтів та штифтів.

Точна взаємна фіксація робочих деталей можлива тільки при належному їх кріпленні. Основними деталями, що кріпляться є гостовані гвинти та циліндричні штифти. Робота штампа пов'язана з динамічними навантаженнями, тому необхідно застосовувати гвинти з більш міцними

головками. Найчастіше використовують в штампах гвинти з внутрішнім шестигранником, голівки яких, на відміну від зовнішніх шестигранників, легко заглиблюються в скріплювані деталі. Значно рідше використовують гвинти із зовнішнім шестигранником. Для основного кріплення не слід застосовувати гвинти з шліцами, оскільки при згортанні деталей вони не забезпечують достатнього натягу в з'єднанні. Крім того, первинна прямокутна форма шліців на голівках гвинтів зберігається недовго, що утрудняє їх застосування.

Штифти служать для взаємної фіксації деталей штампу, їх виготовляють по 2-у класу точності. Штифти сполучаються з отворами по глухій посадці. На відміну від гвинта, що сприймає навантаження уздовж осі, штифт може утримувати деталі від зміщення тільки в напрямі, перпендикулярному його осі. Таким чином, він працює на зім'яття, вигин і зріз.

По формулі $[\sigma_p] \geq \frac{0,4 \cdot P}{F}$ перевіряю матрицю на розрив в небезпечному розрізі

$$\sigma_p = \frac{0,4 \cdot 521000}{34648} = 6,01 \text{ МПа} < [\sigma_p] \quad (2.27)$$

де $[\sigma_p] = 1200 \text{ МПа}$

Розрахунок пуансона на міцність:

Пуансон слід перевіряти на зім'яття опірною поверхнею головки пуансону поверхні плити та на зім'яття та продовжній згиб самого пуансону у найменшому перерізі.

Перевіряю напругу на зім'яття $\sigma_{см}$ (МПа) поверхні головки пуансону по формулі

$$\sigma_{см} = \frac{P}{F_{гол}} < [\sigma_{см}] \quad (2.28)$$

де $F_{гол} = 8662 \text{ мм}^2$ – площа поверхні головки пуансону;

P – технологічне зусилля, яке сприймає пуансон.

$$\sigma_{см} = 300 \div 400 \text{ МПа}$$

Якщо $\sigma_{см} > 100 \text{ МПа}$, то пуансон слід упирати головкою в стальну закалену підкладну плиту.

$$\sigma_{см} = \frac{521000}{8662} = 601,5 \text{ МПа}$$

Допустиме $[\sigma_{см}] = 1600 \text{ МПа}$.

Перевіряю на зім'яття, з урахуванням продольного згибу у наступній послідовності: с початку визначаю коефіцієнт φ зниження допустимого напруження $\sigma_{стиск.}$, яке залежить від умов гнучкості пуансону та ураховує можливу втрату стійкості пуансону (його продольний згиб). Для пуансонів не круглого перерізу μ визначається за формулою:

$$\mu = \frac{0,7 \cdot h_n \cdot \sqrt{F_{раб}}}{\sqrt{I}} \quad (2.29)$$

де $F_{раб}$ - площа перерізу робочої частини пуансону, мм^2 ;

I – найменший осьовий момент інерції поперечного перерізу робочої частини пуансону, мм^4 .

$$\mu = \frac{0,7 \cdot 85 \cdot \sqrt{34648}}{\sqrt{17324000}} = 2,7$$

Виходячи з даних, що при μ до 4, $\varphi = 1,0$

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{\varphi \cdot F_{к}} \quad (2.30)$$

$$\sigma_{сж} = \frac{521000}{1 \cdot 34648} = 15,04 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{сж} = 15,04 \text{ МПа} < [\sigma_{сж}]$$

$$l_{\max} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{4 \cdot n \cdot P}} \quad (2.31)$$

де E – модуль пружності;

I – момент інерції;

$n = 2 \div 3$

$$l_{\max} = \sqrt{\frac{3,14^2 \cdot 2,2 \cdot 10^4 \cdot 17324000}{4 \cdot 2 \cdot 521000}} = 341 \text{ мм}$$

Виходячи з отриманих даних беру приблизне значення $l_{\max} = 340$ мм.

2.2.5. Розрахунок трудомісткості виготовлення штамповки

Проектний варіант.

Розмір рулону 2x370x29900 мм.

Шаг просування рулону – 99,6 мм.

Номінальне число ходів – 32 х/хв.

Кількість деталей з рулону – 300 комплектів.

Обладнання – прес-автомат листоштампувальний багатопозиційний Paust 320.

- 1). Взяти рулон та піднести його до штампу – 3,000 хв.
- 2). Включити хід пресу – 0,030 хв.
- 3). Штампувати – 0,08 хв.
- 4). Зупинити повзун у крайньому верхньому положенні – 0,500 хв.
- 5). Видалити відходи в слизах крючком – 0,030 хв.

$$T_{шт} = \frac{t_{зп}}{n_{др}} + t_{ох} \quad (2.32)$$

$$T_{шт} = \frac{3}{300} + \frac{300}{32 \cdot 60} = 0,17 \text{ хв}$$

$T_{шт}$ в базовому варіанті дорівнює 0,21 хв.

Аналіз трудомісткості виготовлення деталі показує, що штампування із рулону по проектному варіанту дозволяє зменшити трудомісткість на 19,05%.

2.2.6. Організація робочого місця штампувальника

У організацію робочого місця штампувальника входить:

- 1) правильне і найбільш зручне планування робочого місця, включаючи способи і місце укладання заготовлі, готових деталей і відходів;
- 2) необхідна підготовка матеріалів, напівфабрикатів;
- 3) забезпечення робочого місця і робітника додатковими інструментами;
- 4) утримання в робочому стані пресів і штампів, утримання в порядку і чистому виді робочого місця.

Планування і організація робочого місця залежать від виду і розмірів заготовлі, міри механізації робіт і способу подання заготовель, способу зняття деталей, типу пресу, його потужності, розмірів деталей, які штампуються.

Поєднана операція вирубання і витягу робиться на кривошипному пресі, робота ведеться сидячи, механізм включення - муфта фрикційна, пусковий пристрій - педаль ножна (рис. 2.4). Деталь виймається за допомогою спеціальних щипців.

Дії штампувальника:

- 1) подати рулон в штамп;
- 2) включити хід пресу;
- 3) штампувати;
- 4) вийняти деталь з штамп;
- 5) видалити відхід в слиз.

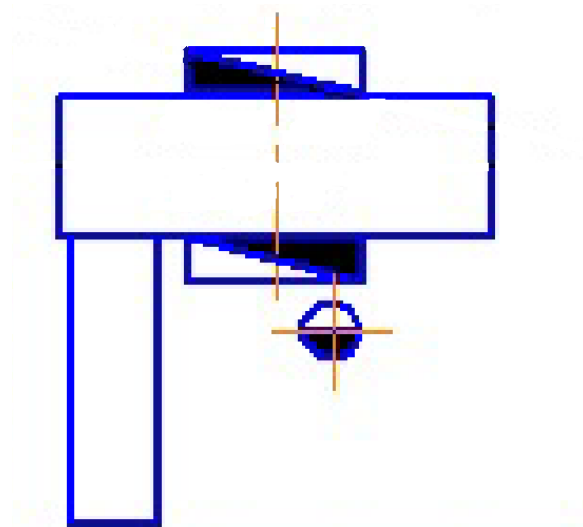


Рисунок 2.4 – Схема робочого місця штампувальника

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

Кривошипні преси займають провідне місце в загальному парку ковальсько-штампувального устаткування машинобудівних підприємств. В процесі виробничої діяльності виникають завдання створення нових видів машин, модернізації існуючого устаткування, аналіз причин поломок і аварій пресів, пошук напрямів їх вдосконалення і підвищення їх продуктивності і ефективності.

Кривошипні преси відносяться до численної групи ковальсько-штампувального устаткування – механічних пресів, які, у свою чергу, є технологічними машинами, призначеними для виготовлення виробів методами штампування.

Кривошипним пресом називають ковальсько-штампувальну машину (КШМ), в якій як головний виконавчий механізм використовується кривошипно-повзунний механізм. В якості вхідної ланки виконавчого механізму, що перетворює обертальний рух приводу в заданий (найчастіше в прямолінійне зворотно-поступальне) рух робочого органу (повзуна), використовується кривошипний, колінний або ексцентриковий вали, що мають з повзуном жорсткий кінематичний зв'язок через важільні механізми.

У кривошипних пресах заготівля деформується за рахунок силової дії – зусилля, що замикається через виконавчий механізм і стіл пресу на станину. Прес є досить складною технічною системою, що містить декілька десятків вузлів різного призначення.

У цій дипломній роботі пропонується розробка конструкції кривошипного пресу Paust 320.

Прес повинен по ГОСТ 8260-78 мати такі параметри:

- номінальне зусилля - 2,5 МН;
- закрыта висота - 570 мм;
- хід повзуна - 420 мм;
- номінальне число ходів в хвилину - 20-32;

- робота пластичної деформації за один хід - 40000 Дж;
- максимальна глибина витяжки - 125 мм;
- довжина ходу бокового повзуна - 80 мм;
- величина регулювання штампоутримувачів та бокового повзуна - 63мм.

3.1. Призначення пресу

Призначений для виконання різних операцій холодного штампування листового металу. Склад пресу: составна станина пресу, виготовлена сварною конструкцією, окремі частини якої з'єднуються за допомогою попередньо натягнутих сталевих стяжних болтів; головний привід з безступінчатим регулюванням числа оборотів; привід головного повзуна за допомогою двох шатунів; привід бокового повзуна за допомогою одного шатуна; регульовані направляючі планки головного та бокового повзуна зі змінними пластиковими накладками на обох повзунах; комплектний привід, який складається з електродвигуна, оперення вала електродвигуна, оперення вала маховика; шевронні шестерні на швидкохідних ступенях приводу; електропневматичний управляємий фрикційний вузол однодискової муфти та гальма; регульований пневматичний урівноважувач головного повзуна з урівноважуючим баком; комплектний головний повзун, який складається з електромоторного механізму регулювання кожного штампоутримувача; приладу, який показує величину регулювання штампоутримувача; комплектний боковий повзун, який складається з електромоторного механізму регулювання бокового повзуна; пристрою, який показує величину регулювання бокового повзуна; контрольний пристрій для попередження транспортування двох прилиплих разом заготовель; дві горизонтальні грейферні штанги без захватів, з механічним приводом від головного приводу або від головного повзуна; електрично контрольований запобіжник від перенавантаження переднього переміщення грейферних захватів; електрично контрольований пристрій для перевірки правильності положення заготовки на кожній робочій позиції;

рукоятка з розподільним клапаном для розсування грейферних захватів (пневматично); пристрій циркуляційного автоматичного комбінованого змащування з витратомірами на головних містах змащування та фільтруючого пристрою на маслобаці; пневматичне гальмо маховика; показник положення кривошипа.

Кривошипний прес зображено на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Прес-автомат Paust 320

3.2. Синтез та аналіз головного виконавчого механізму

Виходячи із завдання на проектування, технічного завдання відповідно до технологічного призначення пресу розроблена його структурна схема, яка

припускає визначення типу головного виконавчого механізму, конструкції станини і основних вузлів пресу, структуру приводу і так далі. Вимоги до механізмів, які повинні задовольнятися, різноманітні і пов'язані з різними аспектами функціонування машини: призначення механізмів, траєкторії руху ланок, особливості експлуатації, технологія виготовлення і технологічне призначення машини і так далі. Часто ці вимоги суперечливі, тому за основу зазвичай приймають одне з них, а інші намагаються задовольнити у міру зниження пріоритету важливості.

При синтезі виконавчих механізмів кривошипних пресів завдання спрощується тим, що багаторічна практика, особливості технологічних процесів визначили основні структурні схеми механізмів, які раціонально використати в якості головних виконавчих механізмів. Як правило, для кожного типу механічних пресів структурна схема виконавчого механізму визначена досить однозначно. Для універсальних пресів додатковими умовами є вимоги зниження габаритів механізмів і зменшення динамічних явищ під час холостих і робочих переміщень робочих органів.

У більшості кривошипних пресів головний виконавчий механізм (далі – ГВМ) виконується у вигляді кривошипно-повзунного механізму.

Синтез виконавчого механізму пресу припускає визначення необхідних геометричних параметрів механізму, що задовольняють певні вимоги, в першу чергу відповідність технічних параметрів пресу технологічним вимогам, що пред'являються до конкретного пресу. Для універсальних кривошипних пресів додатковою умовою синтезу є забезпечення найменших габаритів механізму.

Основними завданнями кінематичного аналізу виконавчого механізму пресу є:

- визначення положень ланок, включаючи і визначення траєкторій окремих точок ланок;
- визначення швидкостей і прискорень.

3.2.1. Синтез кривошипно-повзунного механізму

Розрізняють два різновиди кривошипно-шатунових механізмів – механізми типу, що підсумовує, для яких в крайньому нижньому положенні $OB \leq R + L$, і диференціального, для яких $OB \leq L - R$. Інакше кажучи, в сумарних механізмах шатун піддається в процесі деформації стискуванню, а в диференціальних механізмах – розтягуванню. Останні механізми не тотожні механізмам з нижнім приводом, які можуть бути і сумарного типу. Термін "верхній" і "нижній" характеризує розташування приводу механізму відносно штампового простору у вертикальних пресах.

З іншого боку кривошипно-шатунові механізми застосовують в двох модифікаціях – дезаксіальні і аксіальні (рис. 3.2), які можна розглядати як окремий випадок першого.

Початковим значенням для синтезу механізму є максимальна (номінальна) величина ходу повзуна S_m , що задається відповідним стандартом на параметри пресу, або визначається на підставі технологічних вимог, якщо стандартом вона не обмовляється.

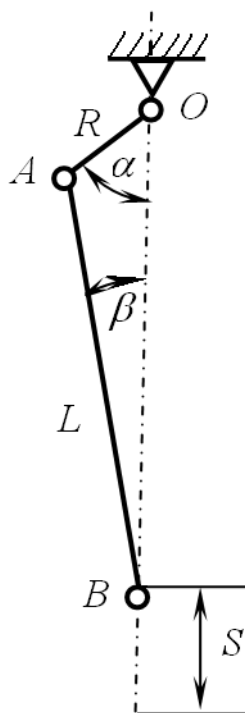


Рисунок 3.2 – Схема аксіального кривошипно-повзунного механізму

Для аксіального механізму радіус кривошипа дорівнює половині ходу повзуна:

$$R = S_n / 2 \quad (3.1)$$

$$R = 420 / 2 = 210 \text{ мм}$$

При виборі значення коефіцієнта шатуна λ слід керуватися наступними міркуваннями. Збільшення значення коефіцієнта λ призводить до збільшення прискорення повзуна i , отже, збільшенню динамічних сил. При цьому погіршуються силові умови роботи механізму: збільшується сила, діюча по шатуну, тиск на напрямні і момент, що крутить, на кривошипному валу. Проте при збільшенні коефіцієнта λ знижується загальна довжина механізму, тобто габарит пресу у напрямі осі руху повзуна.

$\lambda = R / L$ – коефіцієнт шатуна

$$L' = \frac{R}{\lambda}; \quad L' = \frac{210}{0,08} = 2625 \text{ мм}$$

$$L = 2630 \text{ мм}$$

$$\lambda = \frac{210}{2630} = 0,08$$

3.2.2. Кінематичний аналіз кривошипно-повзунного механізму

Переміщення, швидкість і прискорення повзуна аксіального механізму визначаються по формулах:

$$S = R \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos 2\alpha) + \varepsilon \sin \alpha \right] \quad (3.2)$$

$$V = \omega R \left(\sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha + \varepsilon \cos \alpha \right) \quad (3.3)$$

$$J = \omega^2 R (\cos \alpha + \lambda \cos 2\alpha - \varepsilon \sin \alpha) \quad (3.4)$$

де ω – кутова швидкість головного валу

$$\omega = \frac{\pi * n_n}{30} \quad (3.5)$$

$$\omega = \frac{3,14 * 32}{30} = 3,35 \text{ c}^{-1}$$

n_n – номінальне число ходів повзуна в хвилину, що задається стандартом;

α – кут повороту кривошипа, вимірюваний від крайнього нижнього положення повзуна проти руху кривошипа.

Для аксіального механізму коефіцієнт $\varepsilon = 0$. Для диференціальних кривошипно-шатунних механізмів в приведених формулах слід змінити знаки перед коефіцієнтами λ і ε на зворотні. Для аксіального механізму крайні верхнє і нижнє положення повзуна досягаються при вугіллі повороту валу α рівному 0 або 180°, а максимальний хід повзуна складає 2R. Розрахунок кінематичних параметрів ГВМу роблю в діапазоні зміни кута α повороту головного валу від 0 до 90° з кроком 5°.

Приводжу таблицю значень S, V и J та представляю графіки $S = f(\alpha)$, $V = f(\alpha)$ та $J = f(\alpha)$.

Таблиця 3.1 – Значення S, V та J

угол α	S, мм	V, мм/с	J, мм/с ²
0	0	0	2545,263
5	0,862911697	66,200174902	2533,430759
10	3,443665803	131,785995601	2498,088779
15	7,718247077	196,148915808	2439,70055
20	13,64716294	258,699213885	2359,025579
25	21,17565552	318,868429006	2257,108126
30	30,23480267	376,120735282	2135,250877
35	40,74604769	429,974674444	1994,940587
40	52,60110095	479,912640381	1838,098578
45	65,7078641	525,590534181	1666,452476
50	79,94314186	566,622709226	1482,144419
55	95,18523711	602,715995199	1287,28062
60	111,3004632	633,619618880	1084,087702
65	128,1490832	659,142970658	874,8148651
70	145,586978	679,155782686	661,6938148

75	163,4852992	693,598813595	446,6867126
80	181,6798784	702,436465426	232,0815677
85	200,0335152	705,709430627	19,72810596
90	218,4007714	703,499793267	-188,5466567
95	236,6258545	695,943839019	-390,9324972
100	254,6068607	683,192927616	-586,3446494
105	272,1901574	665,457829635	-773,2529591
110	289,2488763	642,974983722	-950,5505033
115	305,6258865	616,073932821	-1116,947295
120	321,3008551	584,877056142	-1272,639897
125	336,1430758	549,687409111	-1416,779063
130	349,9257028	511,166525075	-1547,716114
135	362,6931959	469,306879707	-1666,463333
140	374,33989	424,489097404	-1772,615721
145	384,7857356	377,066632933	-1866,034886
150	393,9659331	327,376487579	-1946,719934
155	401,8248993	275,755661341	-2014,728088
160	408,3162832	222,539690753	-2070,153496
165	413,4174809	167,878789896	-2113,229934
170	417,0609123	112,575267777	-2143,736541
175	419,2642528	56,444508901	-2162,0796
180	420	0	-2168,187

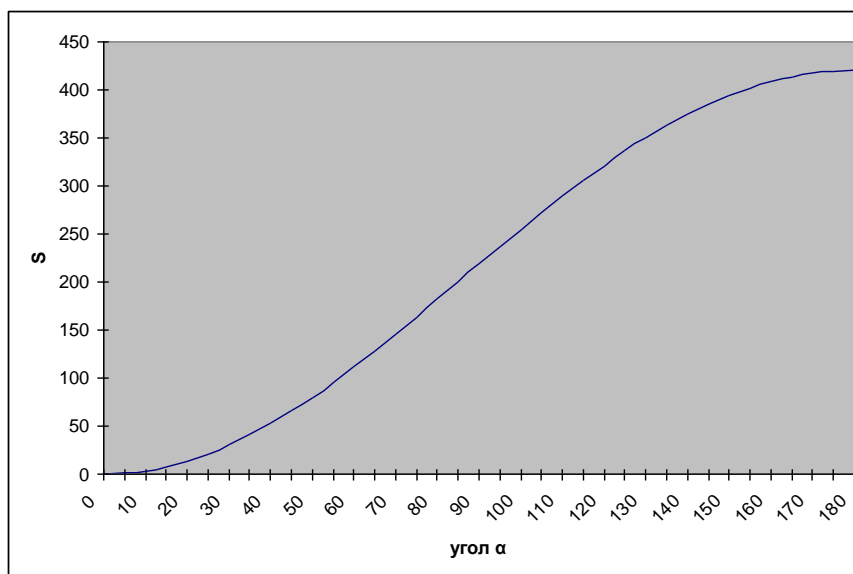
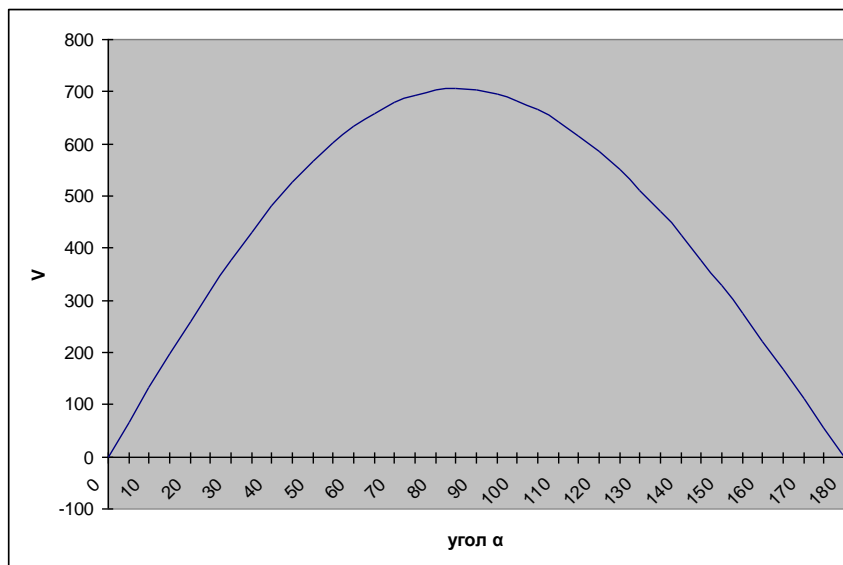
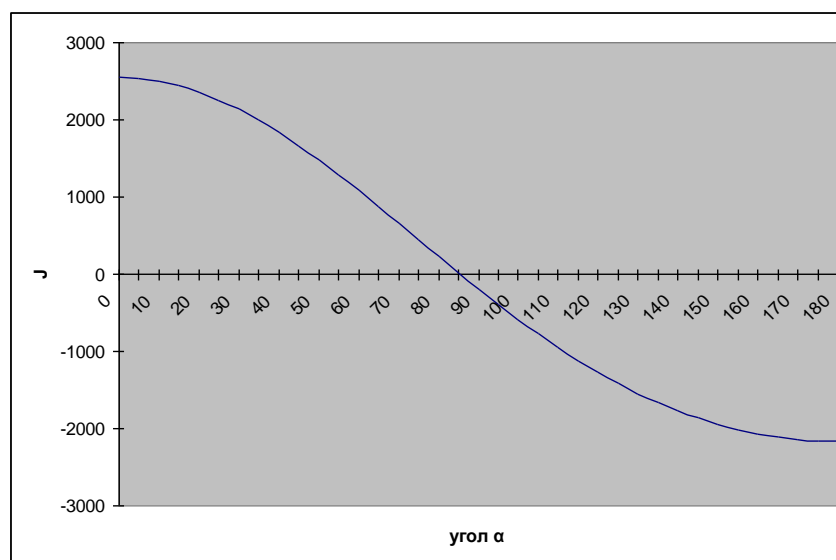


Рисунок 3.3 – Графік $S = f(\alpha)$

Рисунок 3.4 – Графік $V = f(\alpha)$ Рисунок 3.5 – Графік $J = f(\alpha)$

3.2.3. Статика кривошипно-повзунного механізму

Преси є відносно тихохідними машинами, в яких сили інерції незначні і, окрім окремих завдань розрахунку, ними можна нехтувати. У такому разі ГВМ пресу аналізується статичними методами. При цьому визначаються значення зусиль, діючих уздовж лінії шатуна, реакції в опорах головного валу, сили, діючі на напрямні повзуна, сили з боку зубчастої і клиноременної передач і інші силові чинники.

Основне завдання статичного розрахунку пресу полягає в розрахунку залежності приведенного плеча m_k від кута повороту кривошипного валу α , що

дозволяє розрахувати момент, що крутить, на головному валу залежно від зусилля на повзунові.

$$M_{кр} = P_D * m_k \quad (3.6)$$

Для кривошипно-повзунного механізму залежність для приведенного плеча m_k представляю у вигляді суми двох величин m_k^u та m_k^μ

$$m_k = m_k^u + m_k^\mu \quad (3.7)$$

де m_k^u – ідеальне приведенне плече:

$$m_k^u = R * \left(\sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha \right) \quad (3.8)$$

m_k^μ – приріст приведенного плеча, обумовлений тертям в кінематичних парах, називається плечем тертя:

$$m_k^\mu = \mu \left[(1 + \lambda)r_A + \lambda r_B + r_O \right] \quad (3.9)$$

μ – коефіцієнт тертя в шарнірах головного виконавчого механізму;

r_A , r_B , r_O – відповідно радіуси корінних опор, великий та малий голівки шатуна. $r_A = 140\text{мм}$, $r_B = 90\text{мм}$, $r_O = 90\text{мм}$. [34].

При розрахунку виведення пресу з розпору при будь-якому мастилі приймається $\mu = 0,08 \dots 0,12$.

При спрощених розрахунках коефіцієнт тертя μ приймається рівним $0,03 \dots 0,04$ для рідкого мастила і $0,05 \dots 0,06$ для густого мастила [34].

Приймаю $\mu = 0,04$.

Якщо при подальших розрахунках відбувається зміна розмірів валу (зміна радіусів опор), статичний розрахунок ГВМу повторюється для нових початкових даних.

Дані, отримані в результаті розрахунків, зводжу в таблицю 3.2 і оформляю на рис. 3.6.

Таблиця 3.2 – Статика пресу

α	m_k^u	m_k^μ	m_k
0	0	9,936	9,936

5	19,76124624		29,697
10	39,33910316		49,275
15	58,55191517		68,488
20	77,22364594		87,160
25	95,18460567		105,121
30	112,2748464		122,211
35	128,3506491		138,287
40	143,2575046		153,194
45	156,8926968		166,829
50	169,1411072		179,077
55	179,9152224		189,851
60	189,1401847		199,076
65	196,7590957		206,695
70	202,7330695		212,669
75	207,044422		216,980
80	209,682527		219,619
85	210,6595315		220,596
90	209,9999383		219,936
95	207,7444296		217,680
100	203,9381873		213,874
105	198,6441282		208,580
110	191,932831		201,869
115	183,9026665		193,839
120	174,590166		184,526
125	164,0857938		174,022
130	152,5870224		162,523
135	140,0916059		150,028
140	126,7131634		136,649
145	112,5572039		122,493
150	97,72432465		107,660
155	82,31512279		92,251
160	66,42975843		76,366
165	50,11307161		60,049
170	33,60455755		43,541
175	16,84910713		26,785
180	0		9,936

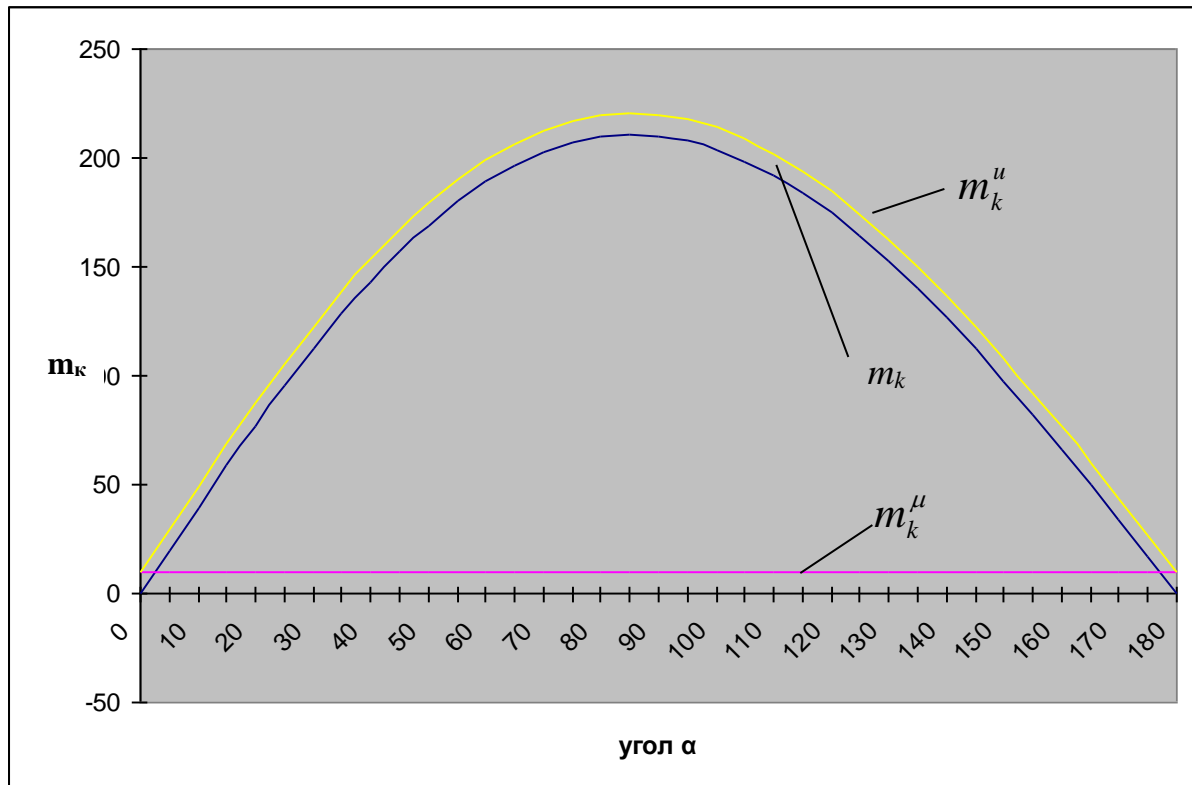


Рисунок 3.6 – Графік залежності

3.3. Енергетика пресу

Основне завдання енергетичних розрахунків кривошипного пресу полягає у визначенні витрати енергії на здійснення одного технологічного циклу, розрахунку необхідної потужності електродвигуна, необхідного моменту інерції маховика і визначенні коефіцієнтів корисної дії пресу.

3.3.1. Витрати енергії в приводі кривошипного пресу

Баланс енергії в приводі кривошипного пресу за один технологічний цикл $A_{ц}$ складається з роботи A_x на холосте переміщення механізмів пресу і роботи A_p на здійснення робочого ходу

$$A_{ц} = A_x + A_p \quad (3.10)$$

де A_x - витрати енергії при холостому ході;

A_p - витрати енергії при робочому ході.

$$A_x = k_x * P_H * S_H \quad (3.11)$$

де k_x – коефіцієнт, який приймається по даним таблиці 4.1 [34] у залежності від типу пресу.

$k_x = 0,02 \dots 0,05$. Приймаю $k_x = 0,05$.

$$A_x = k_x * P_H * S_H \quad (3.12)$$

$$A_x = 0,05 * 2,5 * 10^3 * 420 = 52,5 \text{ кДж}$$

Енергія в період робочого ходу витрачається на пластичну деформацію металу A_d , на тертя в зчленуваннях ГВМу $A_{тр}$ і на пружну деформацію системи прес-штамп A_y

$$A_p = A_d + A_{тр} + A_y \quad (3.13)$$

Роботу пластичної деформації для конкретних умов деформації визначаю методами теорії обробки металів тиском. Більшість кривошипних пресів, як і інших технологічних машин, призначена для виготовлення деякої групи однотипних виробів. Тому енергетичні розрахунки для них виконую для цієї типової технологічної операції – витяжка, що являється узагальнювальною з енергетичного боку.

У такому разі роботу пластичної деформації приблизно визначаю по формулі:

$$A_d = k_p * P_m * h_p \quad (3.14)$$

де k_p – коефіцієнт повноти графіку, $k_p = 0,785$;

P_m – максимальне зусилля деформування, $P_m = 0,3 * P_H = 0,75 \text{ МН}$;

h_p – база деформування, яка являє собою величину робочого ходу повзуна.

$$h_p = 0,35 * S_H = 0,35 * 420 = 147 \text{ мм}$$

$$A_d = 0,785 * 0,75 * 10^3 * 147 = 86,55 \text{ кДж}$$

Визначити дві інші складові роботи робочого ходу аналітичними методами неможливо, тому приймаю наступну методику розрахунку роботи робочого ходу.

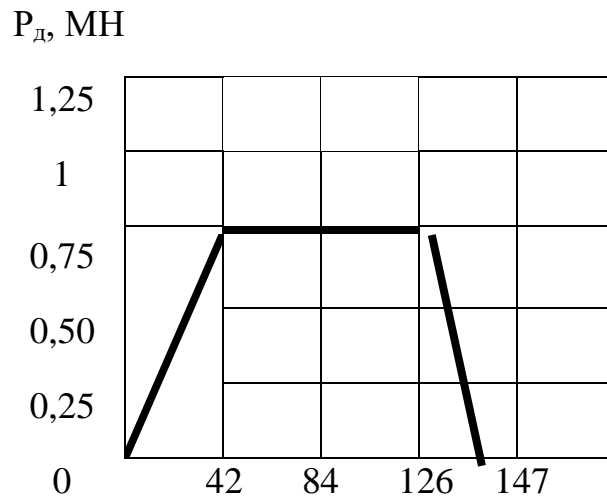


Рисунок 3.7 – Типовий графік зусилля деформації для листового штампування (витяг на пресі простої дії)

Задаючи графік типової технологічної операції з урахуванням пружної деформації пресу в період робочого ходу, визначаю графік залежності моменту, що крутить, на головному валу. Площа цього графіку пропорційна роботі робочого ходу.

Розрахунок A_p веду графо-аналітичним способом в наступній послідовності:

Жорсткість пресу.

Пружна податливість системи прес-штамп змінює форму графіку зусиль деформації, при чому, чим нижче жорсткість системи, тим зміни будуть сильніші. Змінений графік зусиль деформації, що враховує пружну деформацію системи, називають графіком навантаження.

Жорсткість пресу C (МН/мм) визначаю по емпіричній залежності:

Розрахую жорсткість пресу зусиллям $P_H = 2,5$ МН.

$$C = K \sqrt{P_H} \quad (3.15)$$

де K – коефіцієнт пропорційності, який приймається у залежності від типу преса згідно [34]. $K = 0,8 \dots 1,1$.

$$C = 0,8 * \sqrt{2,5} = 1,26 \text{ МН / м}$$

Графік пружної деформації будує в координатах зусилля P_D – пружна деформація Δl . Приймаю лінійну залежність пружної деформації від зусилля

деформації. Максимальне значення пружної деформації при номінальному зусиллі визначаю по формулі:

$$l_{\max} = \frac{P_n}{C} = \frac{2,5}{1,26} = 1,98 \text{ мм}$$

що явно мало в порівнянні з $\Delta h_{\max} = 147 \text{ мм}$, тому пружною деформацією можна нехтувати.

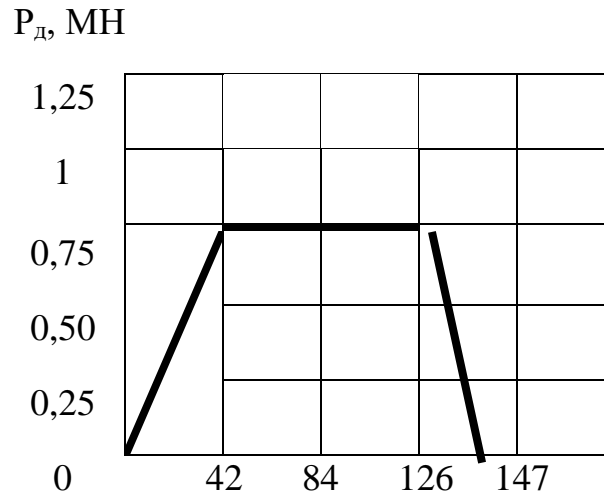


Рисунок 3.8 – Графік зусилля деформації

Використовуючи раніше вичислені значення приведенного плеча моменту, що крутить, для декількох значень положення валу в межах робочого кута α_p визначаю величину моменту, що крутить, на головному валу $M_k = P_D \cdot m_k$.

Для визначення α при заданому S використовую формулу:

$$\alpha \approx \sqrt{\frac{2S}{R(1+\lambda)}} \quad (3.16)$$

Таблиця 3.3 – Енергетика пресу

S	α	P, МН	m_k , мм	$M_{кр}$, МН*мм
0	0	0	9,936	0
42	35	0,75	137,874	103,406

84	49	0,75	177,479	133,109
126	60	0,75	199,737	149,803
147	65	0	207,012	0

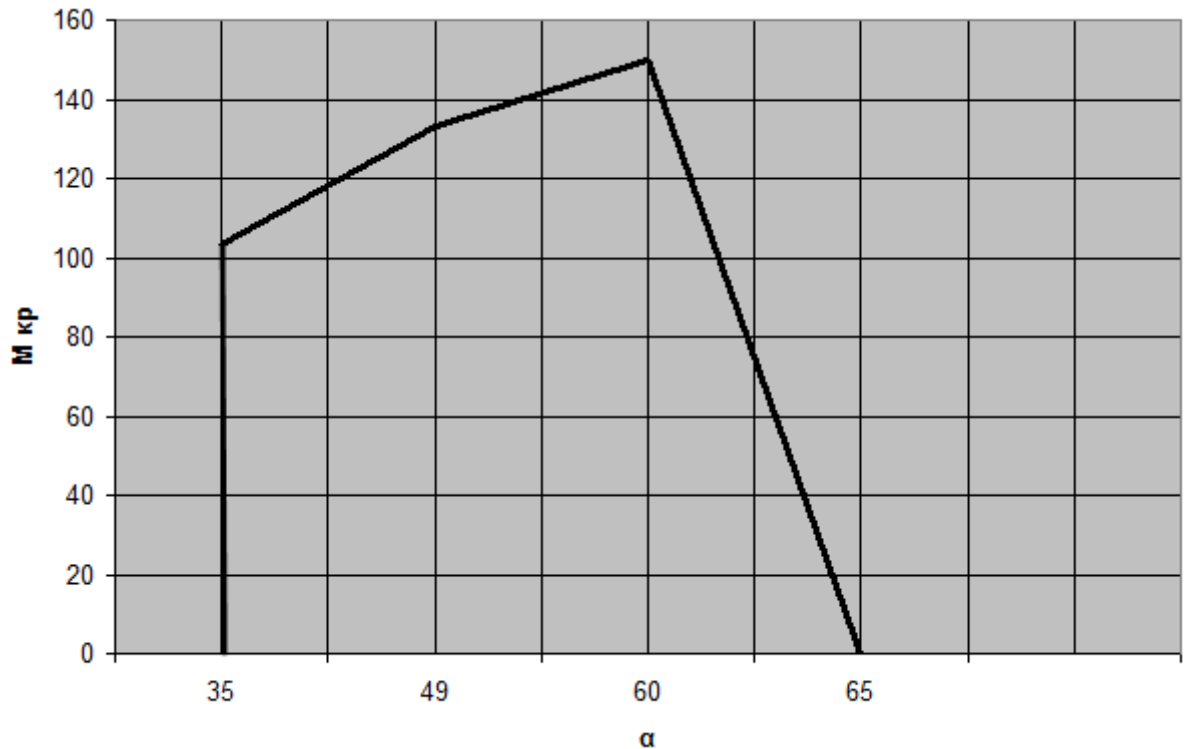


Рисунок 3.9 – Графік моменту, що крутить $M_{кр} = f(\alpha)$

Визначаю величину витрат енергії під час робочого ходу:

$$A_p = F_{M_{кр}} \cdot \mu_{M_{кр}} \cdot \mu_{\alpha}, \text{ кДж} \quad (3.17)$$

где $F_{M_{кр}} = 3586,131 \text{ мм}^2$ - площа графика, ограничена кривой $M_{кр}$:

$\mu_{M_{кр}} = 1 \text{ МНмм} / \text{мм}$ - масштаб крутящего момента;

$\mu_{\alpha} = 0,02 \text{ рад.} / \text{мм}$ - масштаб углов поворота главного вала.

$$A_p = 3586,131 * 2,5 * 0,02 = 179,31 \text{ кДж}$$

$$A_{ц} = A_x + A_p \quad (3.18)$$

$$A_{ц} = 52,5 + 179,31 = 231,81 \text{ кДж}$$

Визначаю ККД циклу та робочого ходу:

$$\eta_p = \frac{A_d}{A_p} * 100\% = \frac{86,55}{179,31} * 100\% = 48,27\%$$

$$\eta_u = \frac{A_d}{A_u} * 100\% = \frac{86,55}{231,81} * 100\% = 37,34\%$$

3.3.2. Визначення потужності двигуна і моменту інерції маховика

Вирішальним чинником при виборі системи електроприводу пресу є економічна доцільність у поєднанні з технічними вимогами. Пікове зростання навантаження в період робочого ходу обумовлює використання в приводі кривошипних пресів маховичного приводу. В період робочого ходу велика частина роботи виконується за рахунок кінетичної енергії маховика, швидкість обертання якого зменшується. У інші періоди циклу кутова швидкість маховика відновлюється.

Потужність двигуна у такому разі визначаю виходячи з середньої роботи за цикл. При цьому чим більше число ходів пресу і менше величина витрати енергії на холосте переміщення механізмів пресу, тим більшим має бути запас потужності.

Час технологічного циклу визначаю по формулі:

$$t_{mц} = \frac{60}{p_u * n_n}, c \quad (3.19)$$

де $p_u = 0,5$ - коефіцієнт використання ходів пресу;

$n_n = 32 \text{ ход}/\text{мин}$ - частота ходів повзуна;

$$t_{mц} = \frac{60}{0,5 * 32} = 3,75 c$$

Роблю вибір параметрів електродвигуна.

Для цього розраховую середню потужність за цикл:

$$N_{cp} = \frac{K_o * A_u}{t_{mц}}, кВт \quad (3.20)$$

де $K_o = 1,20$ - коефіцієнт запасу;

$A_u = 231,81 \text{ кДж}$ - затрати енергії за цикл.

$$N_{cp} = \frac{1,20 \cdot 231,81}{3,75} = 74,18 \text{ кВт}$$

Вибираю електродвигун по каталогу:

- тип 4А280М8У3;
- номінальна потужність = 75 кВт;
- кількість обертів = 735 об/хв.

3.3.3. Момент інерції маховика

Заздалегідь розраховую наступні величини:

- коефіцієнт форми графіку навантаження:

$$k_\phi = 1 - \frac{\alpha_p}{360} \quad (3.21)$$

$$k_\phi = 1 - \frac{1,134464014}{360} = 0,996849$$

- коефіцієнт нерівномірності ходу маховика:

$$j = 2 \cdot k \cdot \varepsilon \cdot (S_n + S_p) = 2 \cdot 1,20 \cdot 0,82 \cdot (0,02 + 0,02) = 0,07872$$

де $k = 1,20$ - коефіцієнт запасу;

$\varepsilon = 0,82$; ε - коефіцієнт, що враховує відносні втрати холостого ходу, визначається по рис. (11), стр.71 [34];

$S_n = 0,02$ - номінальне ковзання електродвигуна;

$S_p = 0,02$ - величина пружного ковзання ремінної передачі.

Робота маховика, доповнююча до загального рівня витрату енергії в період робочого ходу:

$$A_m = A_p - A_{др} \quad (3.22)$$

В період робочого ходу t_p робота двигуна, віднесена до валу ведучого кривошипу, складає

$$A_{др} = N_n t_p \eta_o, \quad (3.23)$$

$$A_{др} = 75000 * 0,00591 * 0,81 = 359 \text{ Дж}$$

де t_p – час робочого ходу $t_p = t_{дх} \alpha_p / 360 = 0,00591$

$$A_M = 179,31 * 10^3 - 359 = 178,951 \text{ кДж}$$

Значення ККД η_o та η_M залежать від типу та числа передач, розташованих між головним валом (для η_o) або валом муфти (для η_M) й електродвигуна

$$\eta_o = \eta_k \eta_z^{m_1}, \quad \eta_M = \eta_k \eta_z^{m_2}, \quad \text{згідно [34]}$$

$$\eta_o = 0,97(0,96 * 0,98)^3 = 0,81$$

де η_k – ККД клиноременної передачі, приймаю рівним 0,97;

η_z – ККД зубчатої передачі, $\eta_z = 0,98$ при використанні підшипників качення, та $\eta_z = 0,96$ при використанні підшипників ковзання;

m_1, m_2 – відповідно, загальне число ступенів зубчатого приводу та число ступенів від вала муфти до двигуна.

$$J_M = k_\phi * \frac{A_M}{j * \omega_M^2} \quad (3.24)$$

де J_M – момент інерції махових мас приводу пресу

A_M – робота маховика під час робочого ходу;

k_ϕ – коефіцієнт, що враховує форму графіку моменту сил опору на кривошипному валу, $k_\phi = 0,996849$

j – коефіцієнт нерівномірності ходу маховика, $j = 0,22$

ω_M – кутова швидкість маховика, $\omega_M = 2,6$

$$J_M = 0,996849 * \frac{178,951}{0,22 * 2,6^2} = 119,95 \text{ кг/м}^2$$

Після вибору розмірів маховика, що забезпечують необхідний момент інерції, слід перевірити максимальну лінійну швидкість обода, яка обмежується умовами міцності обода під дією відцентрових сил

$$V = \frac{\pi \cdot D_M \cdot n_M}{60} \leq [V] \quad (3.25)$$

$$V = \frac{3,14 * 0,894 * 420}{60} = 19,65 \text{ м/с}$$

де D_M – зовнішній діаметр обода маховика; $D_M = 0,894 \text{ м}$

n_M – номінальне число оборотів обода маховика; $n_M = 420 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$

Допустима швидкість [V] дорівнює 25 м/с для чавунних маховиків та 40 м/с – для сталених.

Чавунний маховик відповідає граничним значенням:

Потужність двигуна перевіряється по часу розгону маховика

$$t_p = \frac{1,2 * J_M * \omega_M^2}{N_n}, \quad c \quad (3.26)$$

$$t_{\text{раза}} = 8,36 \text{ с}$$

Для асинхронних двигунів з нормальним ковзанням часу розгону не повинно перевищувати 10 с. Отже умова виконується $t_{\text{расч}}$ не перевищує $t_{\text{доп}}$.

3.4. Розрахунок допустимих зусиль на повзунів

Головний виконавчий механізм пресу призначений для перетворення обертального руху приводу в зворотно-поступальний рух основного робочого органу пресу – повзуна. Головний виконавчий механізм пресу, основною частиною якого є повзун, повинен забезпечувати отримання точних за формою і розмірам виробів. Точність штампування визначається багатьма чинниками.

Повзун є основним робочим органом пресу, і до нього пред'являють ряд високих вимог. Конструкція і форма повзуна визначаються в першу чергу технологічним призначенням пресу і залежать від габаритних розмірів виробів, що виготовляються, і розподілу навантаження по робочій площині, що характеризується величиною максимального питомого зусилля деформації P_{max} .

Повзуни листоштампувальних двохкривошипних пресів, як правило, піддаються невисокому питомому зусиллю (менше 20 МПа). Вони виготовляються зазвичай зварними коробчатого типу. Силовий пояс повзуна проходить по периметру, посиленому подовжніми і поперечними ребрами.

Преси призначені для виготовлення виробів зі збільшеними габаритними розмірами в плані, тому для збільшення стійкості повзуна ГВМ включає два шатуни.

Задовільна робота повзуна забезпечується при визначеному відношенні довжини що направляють повзуна до їх ширини. У сучасних пресах це відношення складає:

- двохкривошипні преси - 0,4...0,5.

Габаритні розміри повзуна визначаються максимальними розмірами штампованих деталей і задаються в стандарті на основні параметри пресу.

Повзуни багатокривошипних пресів є здебільшого коробками. Їх розрахунок роблять так само як розрахунок балок на двох опорах. Для багатокривошипних пресів характерний нерівномірний розподіл зусилля із робочої площі повзуна і по шатунах, що враховують збільшенням розрахункового зусилля.

$$P_p = k_n P_n \quad (3.27)$$

де k_n – коефіцієнт нерівномірності навантаження, який дорівнює 1,2 – 1,3 для двокривошипних пресів.

$$P_p = 1,2 * 2,5 = 3 \text{ МН}$$

Усі коробчаті повзуни розраховують по дотичній напрузі в їх стінках, напрузі вигину в середньому вертикальному перерізі і напрузі стискування. Окрім цього визначають допустиму величину прогину. На рис. 3.3 показана розрахункова схема повзуна багатокривошипного пресу.

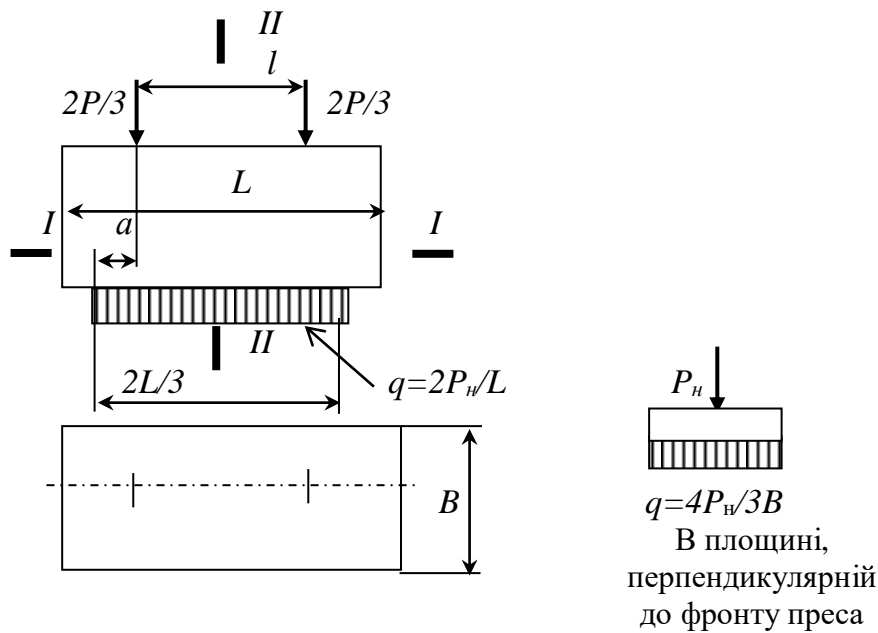


Рисунок 3.10 – Розрахункова схема повзуну багатокривошипного преса

В усіх випадках прийнятий рівномірний розподіл питомого зусилля $q = 2P_p/L$ на довжині $2/3 L$ уздовж лінії фронту преса і $q = 4P_p/3B$ на довжині B в площині, перпендикулярної фронту преса.

Напруга вигину в небезпечному перерізі (II - II)

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W} \quad (3.28)$$

де M_u – згинальний момент у небезпечному перерізі

$$M_u = P_p \frac{3l - L}{9} \quad (3.29)$$

W – момент опору вигину небезпечного переріза.

Напруга стиску в перетині I - I

$$\sigma_{сж} = \frac{P_p}{F_1} \quad (3.30)$$

де F_1 – площа поперечного переріза I-I.

Еквівалентна напруга

$$\sigma_\sigma = \sqrt{\sigma_u^2 + \sigma_{сж}^2 - \sigma_u \sigma_{сж}} \leq [\sigma] \quad (3.31)$$

Дотичне напруження в перетині II - II

$$\tau = \frac{P_p S}{2Jb} \leq [\tau] \quad (3.32)$$

де S – момент опору перетину;
 J – момент інерції перетину;
 b – ширина повзуна.

Напруги, що допускаються, приведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Механічні властивості матеріалів повзунів і шатунів

Матеріал	σ_T , МПа	σ_{-1} , МПа	Область застосування
Чавун:			
СЧ 25	160	100	Повзуни пресів для об'ємного штампування невеликого зусилля

Деформація повзуна в середині прольоту

$$y = \frac{5}{384} \cdot \frac{ql^4}{EJ} - \frac{1}{16} \cdot \frac{qa^2l^2}{EJ} + \frac{k_u M_u}{GF_{II}} \leq [y] \quad (3.33)$$

де G – модуль зрушення, для сталі $G = 0,9 \cdot 10^5$ МПа;
 a – довжина консолі, $a = 0,5(L-1)$;
 F_{II} – площа поперечного переріза II-II.
 Припустима величина прогину $[y]$ приймається $0,0003L$.

3.5. Допустиме зусилля по міцності головного вала

Усі преси залежно від технологічного призначення і конструктивного виконання ГВМу розділені на 18 типів (таблиця 5.5 [34]), яким відповідають 14 розрахункових схем ГВМу, представлених на рис. 5.8 – 5.21 [34].

Початкові розміри валу при перевірочному розрахунку визначаються по кресленнях пресів-аналогів, довідкових даних. При проектному розрахунку розміри визначаються в наступному порядку.

По емпіричних формулах залежно від номінального зусилля P_H (у МН) знаходять діаметр d_0 корінних опор валу (у мм)

- двоколінчатий вал:

$$P_H > 1,6 \text{ МН} \quad d_0 = 90\sqrt{P_H + 3} \quad (3.34)$$

$$d_0 = 90 * \sqrt{2,5 + 3} \approx 211 \text{ мм}$$

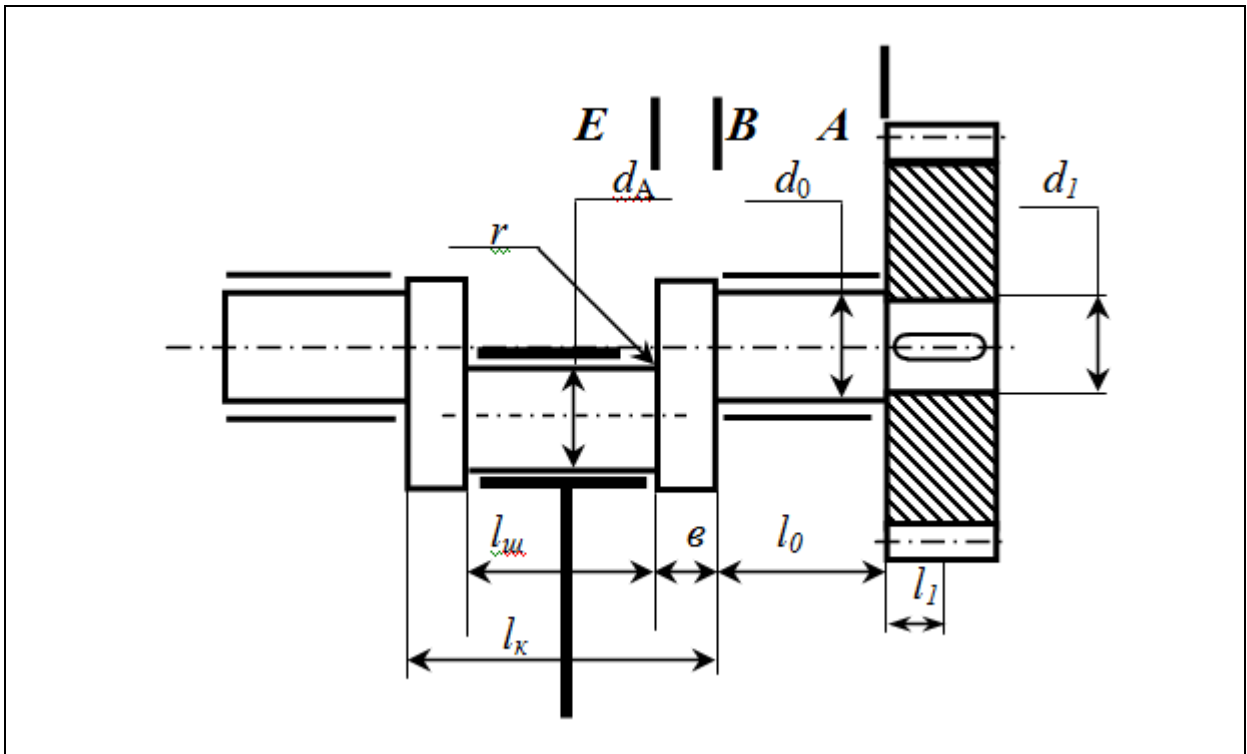


Рисунок 3.11 – Розрахункова схема

Перетин BB

при $S_H > d_0$

$$P_{\text{доп}} = \frac{0,2d_0^3\sigma_{-1u}}{nk_\sigma\sqrt{\Phi_\tau^B}(m_k + 0,17d_0)} \quad (3.35)$$

Параметри розрахункових формул вибираю наступним чином.

$d_0 = 211$ мм.

Межа витривалості матеріалу при симетричному знакозмінному циклі вигину σ_{-1u} вибирається з табл. 5.7 [34].

$\sigma_{-1u} = 280$ МПа

Коефіцієнт запасу міцності n приймаю по таблиці 5.8 [34].

$$n = 1,3$$

Якщо прес не оснащений запобіжниками від перевантаження по зусиллю, величину коефіцієнта необхідно збільшити на 20...25%.

Значення коефіцієнта матеріалу Φ_t визначаю по графіках, приведених на рис. 5.23 [34] залежно від розмірів шийки, матеріалу валу і співвідношення радіусу галтелі і діаметру шийки. При діаметрі більше 280 мм коефіцієнт Φ_t залишається незмінним. [34].

$$\Phi_\sigma = 0,12.$$

Для головних валів кривошипних пресів характерний несталий режим змінних навантажень. Прес тільки частина загального часу працює з максимальними навантаженнями, тому гранична сумарна напруга менше максимальної напруги. Таке зменшення напруги враховується коефіцієнтом еквівалентного навантаження k_3 . $k_3 = 0,8$.

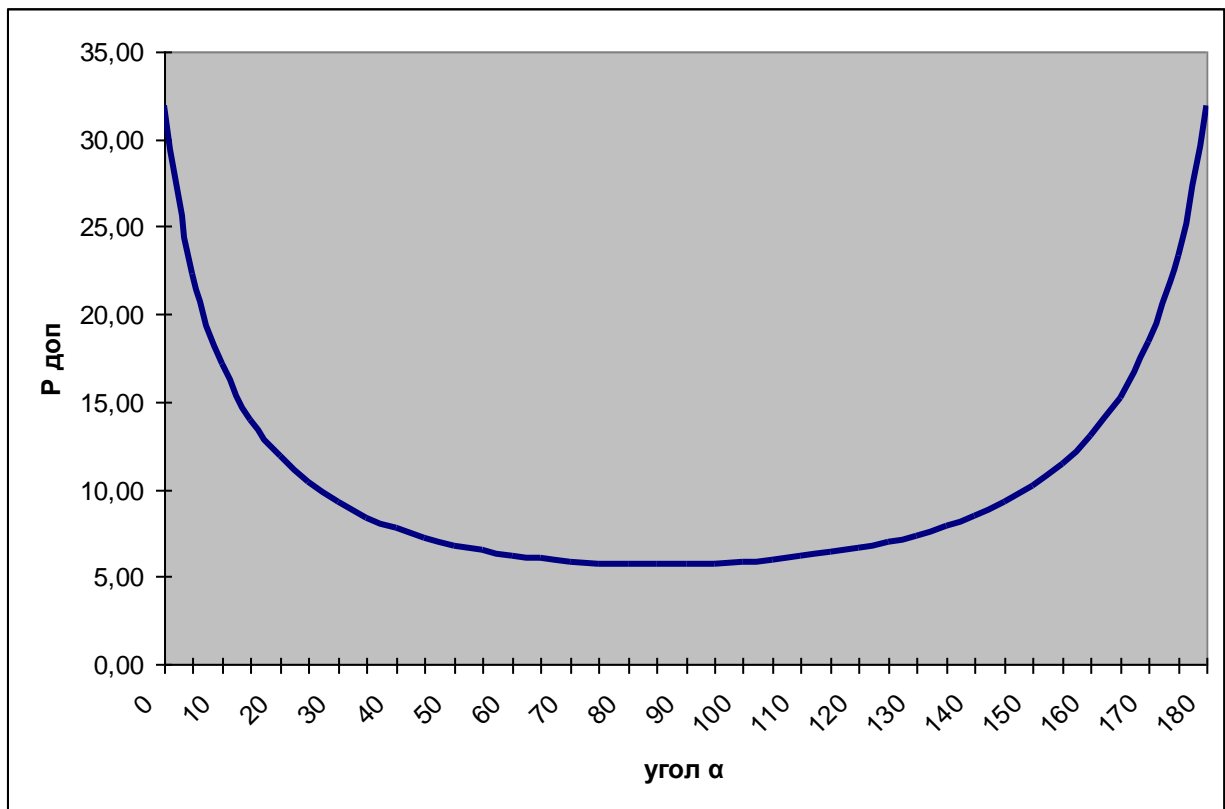
Перетин *ВВ*

Таблиця 3.5 – Розрахунки $P_{\text{доп}}$

α	$P_{\text{доп}}$, МН
0	31,88
5	22,27
10	17,15
15	13,99
20	11,87
25	10,36
30	9,24
35	8,38
40	7,72
45	7,20
50	6,79
55	6,47
60	6,22
65	6,02
70	5,88
75	5,77
80	5,72
85	5,69
90	5,71
95	5,76
100	5,85
105	5,97
110	6,14

Продовження таблиці 3.5

α	$P_{\text{доп}}, \text{ МН}$
115	6,36
120	6,63
125	6,96
130	7,36
135	7,85
140	8,46
145	9,22
150	10,17
155	11,40
160	13,01
165	15,22
170	18,39
175	23,31
180	31,88

Рисунок 3.12 – Графік залежності $P_{\text{доп}} = f(\alpha)$

3.6 Зусилля, що допускається міцністю зубчастих передач

Зусилля на повзуніві, що допускається міцністю зубчастої передачі визначаю по формулі:

$$P_{\text{д}}^{\text{зн}} = k_1 k_2 \frac{M_{\text{min}}}{m_k} \quad (3.36)$$

де k_1 – коефіцієнт нерівномірності вантаження. Для одностороннього приводу двохкривошипних пресів коефіцієнт $k_1 = 2,5$;
 k_2 – коефіцієнт типу приводу, для простого приводу $k_2 = 1$;
 M_{\min} – найменший крутний момент відносно осі головного вала, що допускається міцністю зубчатого колеса;
 m_k – приведені плече моменту, що крутить.

3.6.1. Мінімальний крутний момент

Мінімальний момент M_{\min} дорівнює найменшому моменту, що крутить, допускається міцністю одного або декількох зубчастих коліс приводу, приведений до головного валу. Для усіх зубчастих коліс приводу визначаються моменти, що крутять, допустимі за різними умовами їх міцності. Для коліс, розташованих не на головному валу, приведення моменту робиться по формулі

$$M_{\min} = \frac{M_{\min}^k}{\eta_3} i_3 \quad (3.36)$$

де M_{\min}^k – момент, що крутить, щодо власної осі, припустимий міцністю k -го колеса;
 i_3 – передатне відношення між віссю головного валу і віссю k -го колеса;
 η_3 – ккд передач між головним валом та віссю k -го колеса. $\eta_3 = 0,98$.

Мінімальний момент, що крутить, визначаю в результаті наступних двох перевірок:

- виходячи з допустимої пластичної деформації зубів колеса (контактна міцність при дії максимального навантаження) $M_{\text{п}}$;
- виходячи з усталостної міцності зубів колеса чи шестерні на вигин (для запобігання появі зламу зуба із-за втоми) $M_{\text{і}}$.

З усіх знайдених допустимих моментів, що крутять, для усіх коліс визначається найменший, який і є мінімальним моментом M_{\min} .

3.6.2. Перевірка за припустимою пластичною деформацією зубів колеса

Мінімальний момент, що крутить, визначають по формулі

$$M_{\pi} = \left(\frac{[\sigma_k]_{\max}}{CC_1 \cos \beta} \right)^2 \frac{z_k^2 m_n^2 b_k}{k_n (i \pm 1)} \quad (3.37)$$

де $[\sigma_k]_{\max}$ – нормальна контактна напруга, що допускається, з урахуванням деякої пластичної деформації. Для колеса або шестерні однієї пари вибирають найменше значення. $[\sigma_k]_{\max} = 1340$ МПа;

C – коефіцієнт, що враховує модуль пружності матеріалу зубчастого колеса і шестерні. $C = 214$;

C_1 – коефіцієнт, що враховує кут зачеплення. Для прямозубих некоригованих коліс $C_1 = 1$;

β – кут нахилу зуба колеса; для двох коліс на одному валу $\beta = 20^\circ$;

z_k – число зубів колеса. $z_k = 80$;

m_n – нормальний модуль зачеплення. $m_n = 20$ мм;

b_k – ширина колеса, $b_k = \psi * m_n$; Коефіцієнт $\psi = 10$ (табл. 6.4 [34]). $b_k = 200$ мм;

k_n – коефіцієнт навантаження при розрахунку по пластичних деформаціях поверхонь зубів, що допускаються. $k_n = k_{1n} k_2 k_4$;

k_{1n} – коефіцієнт перевантаження, $k_{1n} = M_{k\max} / M_{kном}$. Так як кривошипні преси забезпечуються запобіжними пристроями, розрахованими на 30% перевантаження, то значення $k_{1n} = 1,3$;

k_2 – коефіцієнт концентрації навантаження, що враховує нерівномірність розподілу навантаження по ширині колеса, що виникає внаслідок пружної деформації опор, валів, а також неточностей виготовлення $k_2 = 1$;

k_4 – коефіцієнт, що враховує динамічне навантаження в зачепленні із-за неточностей виготовлення (таблиця 6.6 [34]); Окружна швидкість V зачеплення визначається по формулі

$$V = \frac{\pi n_k m_n z_k}{60} = \frac{3,14 * 20 * 0,020 * 80}{60} = 1,7 \text{ м/с}$$

$$k_4 = 1,1.$$

$$M_n = \left(\frac{1340}{214 * 1 * \cos 20^\circ} \right)^2 * \frac{80^2 * 0,020^2 * 0,200}{1,43 * 4} = 21,07468 \text{ Нм}$$

3.6.3. Перевірка зубів колеса на вигин за міцністю на втому

Мінімальний момент, що крутить, визначається по формулі

$$M_n = \frac{y_k m_n^2 z_k b_k [\sigma_{-1n}] k_\varepsilon}{0,34 k_n (1 + \varphi) \Phi_\sigma [n_n] \cos \beta} \quad (3.38)$$

де y_k – коефіцієнт форми зуба, залежний від числа зубів, кута їх нахилу, коефіцієнта зміщення і типу передачі (вибираю по таблиці 6.8 [34]). $y_k = 0,2$;

$[\sigma_{-1n}]$ – межа втоми матеріалу колеса (МПа) при вигині і симетричному циклі, (вибираю по таблиці. 6.2 [34]). $[\sigma_{-1n}] = 280 \text{ МПа}$;

k_ε – коефіцієнт, що враховує міру перекриття, приймається рівним 1 для прямозубих передач;

φ – коефіцієнт, що враховує вантаження передачі моментом, зворотним по знаку робочому моменту, що передається муфтою (табл. 6.9 [34]). $\varphi = 0,15$;

Φ_σ – коефіцієнт враховує властивості матеріалу;

$$\Phi_\sigma = \Phi_{\sigma 0} + \psi_\sigma \quad (3.39)$$

$\Phi_{\sigma 0}$ – коефіцієнт, що враховує концентрацію напруги і масштабний чинник, (визначаю по таблиці 6.10 [34]). $\Phi_{\sigma 0} = 1,9$;

ψ_σ – коефіцієнт, залежний від співвідношення меж витривалості при симетричному і отнулевом циклах зміни напруги, (приймаю по таблиці 6.2 [34]). $\psi_\sigma = 0,1$;

$$\Phi_\sigma = 1,9 + 0,1 = 2$$

k_H – коефіцієнт навантаження при вигині, $k_H = 1$;

$[n_H]$ – коефіцієнт запасу міцності, відносно межі міцності при вигині при неперевсивному навантаженні, (приймаю по таблиці 6.11 [34]). $[n_H] = 2,2$.

$$M_H = \frac{0,2 * 0,020^2 * 80 * 0,2 * 280 * 10^6 * 1}{0,34 * 1 * (1 + 0,15) * 2 * 2,2 * \cos 20^0} = 0,510494 * 10^6 \text{ Нм}$$

$$P_{\partial}^{zn} = k_1 * k_2 * \frac{M_{\min}}{m_k} \quad (3.40)$$

де k_1 – коефіцієнт нерівномірності вантаження. $k_1 = 1$;

k_2 – коефіцієнт типу приводу, для простого приводу $k_2 = 1$;

M_{\min} – найменший момент, що крутить, відносно осі головного валу, що допускається міцністю зубчастого колеса. $M_{\min} = 0,510494 * 10^6 \text{ Нм}$;

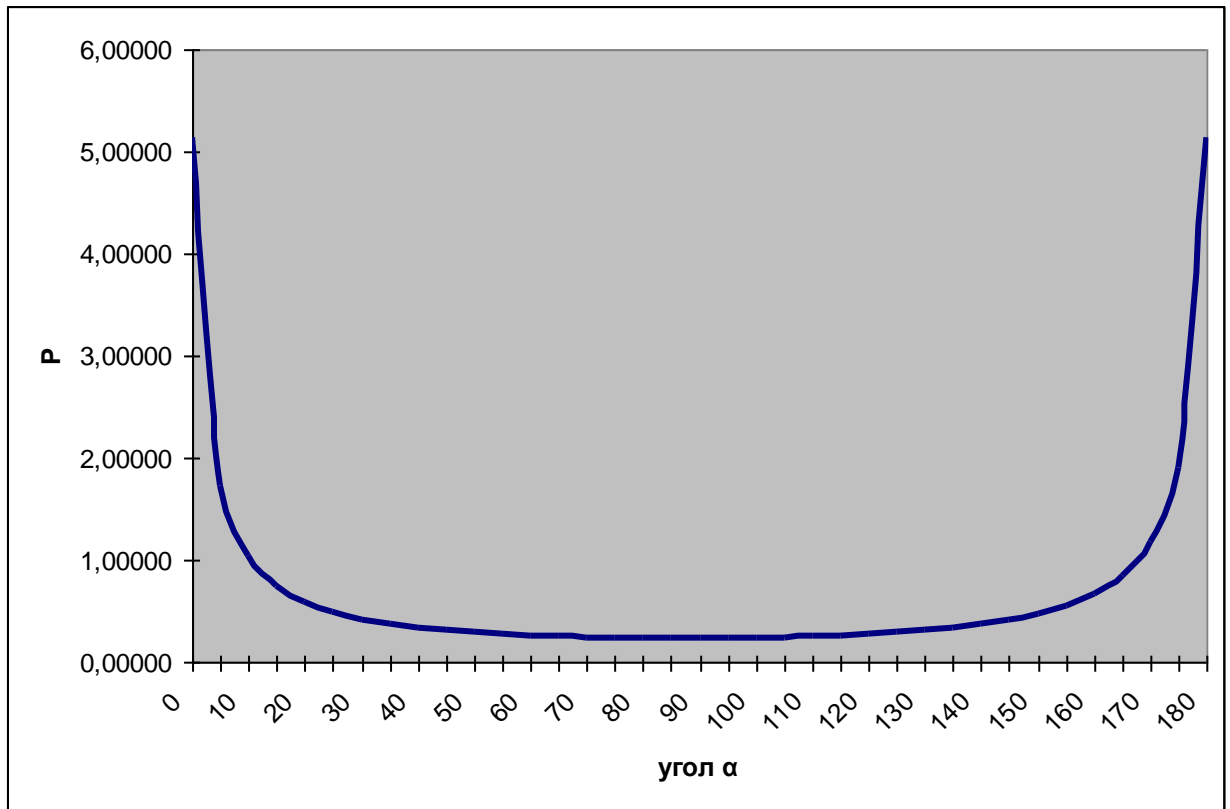
m_k – приведенне плече моменту, що крутить.

Таблиця 3.6 – Розрахунки P_{∂}^{zn}

Угол α	P_{∂}^{zn} , МН
0	5,13782
5	1,71899
10	1,03601
15	0,74538
20	0,58570
25	0,48563
30	0,41772
35	0,36916
40	0,33323
45	0,30600
50	0,28507
55	0,26889
60	0,25643
65	0,24698
70	0,24004
75	0,23527
80	0,23245
85	0,23142
90	0,23211
95	0,23452
100	0,23869
105	0,24475
110	0,25288

Продовження таблиці 3.6

Угол α	$P_{д}^{зп}$, МН
115	0,26336
120	0,27665
125	0,29335
130	0,31411
135	0,34027
140	0,37358
145	0,41675
150	0,47417
155	0,55337
160	0,66849
165	0,85013
170	1,17246
175	1,90589
180	5,13782

Рисунок 3.13 – Графік залежності $P_{д}^{зп} = f(\alpha)$

3.7. Розрахунок системи включення

Розрахунок муфт і гальм кривошипних пресів є важливою частиною розрахунків пресу, так як від правильності вибору параметрів системи включення залежать значною мірою як загальні параметри працездатності пресу, так і умови роботи багатьох вузлів і систем, раніше усього приводу.

Муфти і гальма пресів є дуже відповідальними вузлами від яких значною мірою залежить працездатність і ефективність роботи пресу. До них пред'являють високі вимоги, задоволення яких повинне забезпечуватися при виборі типу вузла. Основні вимоги наступні:

- надійність і безпека роботи, які полягають в гарантованому включенні і відключенні, виключенні мимовільного включення;
- швидкість спрацьовування і легкість управління;
- довговічність і ремонтпридатність.

У сучасних кривошипних пресах найбільше поширення отримали фрикційні дискові муфти і гальма з пневматичним приводом.

Залежно від способу забезпечення взаємодії муфти і гальма діляться на роздільні і жорсткозблоковані. У перших вузлах взаємодія забезпечується системою управління, в другому - жорстким кінематичним зв'язком між муфтою і гальмом. Залежно від розташування опор валу муфти вони діляться на консольні і міжопірні.

Важливим питанням при проектуванні системи включення є вибір місця установки муфти і гальма. Великі габаритні розміри вузлів, залежні від передаваного моменту і значна витрата енергії на включення, що зростає зі збільшенням швидкості обертання, є суперечливими чинниками, що вимагають ретельного аналізу.

Вибір фрикційного матеріалу залежить від умов експлуатації фрикційного вузла, типу пресу і інших чинників. За легких умов роботи (невелике число оборотів валу і невелике число включень) будь-який матеріал працює задовільно.

Фрикційні елементи муфт і гальм виконуються у вигляді вставок або накладок. Застосування вставок є досить ефективним напрямом зниження металоємності вузла, зменшення трудомісткості обслуговування.

Розрахунковий момент гальма визначається з умови повної зупинки ведених частин приводу і ГВМу за певний кут повороту кривошипного валу φ_T - званого кутом гальмування.

$$M_{\text{тр}} = \frac{0,314k_m J_2 n_m n_n}{\varphi_T} \quad (3.41)$$

де k_m – показник моменту гальма, задається залежно від числа оборотів валу гальма; $k_m = 1,55$.

J_2 – приведений момент інерції ведених частин приводу;

n_m – число оборотів валу муфти і гальма; $n_m = 32$ об/хв.

n_n – номінальне число ходів повзуна в хвилину. $n_n = 32$ хід/хв.

Кут гальмування φ_T не повинен перевищувати 15° повороту головного валу. Для пресів, при роботі яких вимагається забезпечити час аварійної зупинки за певний час $t_{\text{ав}}$, кут гальмування визначається по формулі

$$\varphi_T < 1,5 n_n t_{\text{ав}} \quad (3.42)$$

Час спрацьовування пневматичної системи гальма при відключенні рівний

$$t_{\text{ав}} = [t_{\text{ав}}] - t_{\text{кл}} \quad (3.43)$$

де $[t_{\text{ав}}]$ – допустимий час аварійного відключення; $[t_{\text{ав}}] = 0,23$ сек.

$t_{\text{кл}}$ – час спрацьовування повітродозподільного клапана, $t_{\text{кл}} = 0,08$ сек

$$t_{\text{ав}} = 0,23 - 0,08 = 0,15 \text{ сек}$$

$$\varphi_T < 1,5 * 32 * 0,15$$

$$\varphi_T < 7,2$$

Момент інерції веденої частини приводу на цій стадії проектного розрахунку невідомий, тому його визначають по емпіричній формулі

$$J_2 = \gamma_m J_{\text{пр}} \quad (3.44)$$

де γ_m – відносний момент інерції ведених частин муфти, рівний 1,7...2,8, причому великих значень набувають для менших оборотів валу муфти;

$J_{пр}$ – приведений момент інерції веденої частини приводу без деталей муфти і гальма. $J_{пр} = 119,95$

$$J_2 = 2,7 * 119,95 = 323,865$$

$$M_{пр} = \frac{0,314 * 1,55 * 323,865 * 32 * 32}{7,2} = 22417,79 \text{ Н} * \text{м}$$

3.7.1. Визначення середнього радіусу тертя

Середній радіус поверхні тертя визначається з умови передачі розрахункового моменту, що крутить.

$$R_{ср} = 0,5433 \sqrt{\frac{M_{рас}}{\mu \delta_{\phi} t q \delta k_{вз}}} \quad (3.45)$$

де $M_{рас}$ – розрахунковий момент гальма.

Число поверхонь тертя t залежить від конструкції і типу фрикційного матеріалу муфти або гальма. Параметри тертя q , $k_{вз}$, δ , δ_{ϕ} (вибираються відповідно по табл. 7.4 и табл.7.5. [34]).

$$q = 0,5 \text{ МПа}; k_{вз} = 0,42; \delta = 0,50; \delta_{\phi} = 1,11.$$

$$M_{рас} = 22417,79 \text{ Н} * \text{м}$$

$$R_{ср} = 0,5433 \sqrt{\frac{22417,79}{0,02 * 1,11 * 2 * 0,5 * 10^6 * 0,5 * 0,42}} = 0,92 \text{ мм}$$

3.7.2. Розрахунок пружин гальма

Робоче зусилля однієї пружини гальма дорівнює

$$P_{раб} = \frac{1,1 M_{пр}}{R_{пр} z_{пр}} \quad (3.46)$$

Число пружин гальма встановлюється з конструктивних міркувань.

Приведений радіус $R_{пр}$ визначається по формулі:

$$R_{пр} = \frac{1,94 R_{ср} \mu \delta_{\phi}}{1 + (\mu \delta_{\phi})^2} = \frac{1,94 * 0,92 * 0,02 * 1,11}{1 + (0,02 * 1,11)^2} = 0,0396 \text{ мм}$$

$$P_{\text{раб}} = \frac{1,1 * 22417,79}{0,0396 * 2} = 311358,19 \text{Па}$$

3.8. Технічна характеристика пресу Paust 320

Номінальне зусилля	2,5 МН
Закрита висота	570 мм
Хід повзуна	420 мм
Номінальне число ходів в хвилину	20-32
Робота пластичної деформації за один хід	40000 Дж
Максимальна глибина витяжки	125 мм
Кількість робочих позицій	11
Потужність головного електродвигуна	75 кВт
Відстань між стойками	3500 мм
Відстань між позиціями	280 мм
Довжина ходу бокового повзуна	80 мм
Величина регулювання штампоутримувачів та бокового повзуна	63 мм
Відстань між столом та штампоутримувачами при нижнім положенні повзуна та при верхньому положенні механізму регулювання	670 мм
Товщина підштампової плити	70 мм
Відстань між столом та боковим повзуном при нижнім положенні повзуна та при верхньому положенні механізму регулювання	875 мм
Відстань між грейферними захватами у зближеному стані	285-355 мм
Величина переміщення грейферних захватів при розкриванні	75-105 мм
Висота рівня транспортування над поверхнею стола	425 мм
Розміри зажимної поверхні підштампової плити	2900x900 мм
Розміри зажимної поверхні штампоутримувачів	270x355 мм
Максимальна товщина стрічки, яка подається пристроєм	2 мм
Максимальна величина подачі за один хід	280 мм
Призначений для виконання різних операцій холодного штампування листового металу.	

3.9. Техніка безпеки при роботі на ковальсько-пресовій машині

При роботі в ковальських цехах на листоштампувальних пресах треба дотримуватися наступних правил:

1. Наладку штампів на пресі, ремонтні роботи необхідно виконувати при вимкненому електродвигуні і зупиненому крутні. І ремонт пресу можна оглядати тільки при нижньому положенні повзуна.

2. Несправність пресу, неправильна наладка і кріплення інструменту, неправильний установка заготовки можуть викликати перевантаження пресу, перевищення його силових або енергетичних можливостей і поломку.

3. Травми можуть виникати при залипанні заготівель в штампі через погані мастила; через те, що відскочила при штампуванні частка металу. Тому працювати треба в спеціальному одязі і взутті, в касці.

4. Перед початком роботи на пресі необхідно перевірити правильну його відладку, міцне кріплення інструменту, захист деталей, що обертаються і рухаються, кожухами.

5. Штампувальникам забороняється відкривати електророзподільні шафи, кришки пускових приладів.

6. Перевіряти заземлення усіх вузлів і деталей пресу.

7. Для надійної експлуатації пресу необхідно виконувати своєчасний його огляд і ремонт. Перевіряти подання мастила до змащуваних точок, роботу муфти і гальма, підтяжку кріпильних деталей.

4. МЕХАНІЗАЦІЯ І АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Багатопозиційні преси-автомати, відомі також під назвою – багатопозиційні преси або преси-автомати з перенесенням виробу, мають найбільш широкі технологічні можливості і забезпечують виконання повного циклу виготовлення часто дуже складних за формою виробів, найрізноманітніших розмірів, починаючи від найдрібніших і кінчаючи великогабаритними деталями для автомобілів. Відповідно до цього ці преси виготовляються у великій кількості типорозмірів, стосовно характеру продукції, що випускається.

Принцип штампування на багатопозиційних пресах-автоматах наступний: прес є як би великим послідовним штампом, у якого робочі частини, що виконують послідовні операції, розміщені по порядку їх виконання. Особливістю є те, що робочі частини для кожної операції конструктивно оформлені як окремий штамп, а уся група послідовно працюючих штампів блокується на плиті столу пресу.

На відміну від штампування на послідовних штампах, заготівля для виробу відділяється від стрічки початкового матеріалу на першій операції. Ця заготівля потім послідовно переміщається по позиціях обробки за допомогою автоматичного механізму, що називається грейфером. Схема цього процесу наочно зображена на рисунку 4.1.

Застосування багатопозиційних пресів дозволяє різко підвищувати продуктивність праці в штампувальному виробництві, оскільки один подібний прес може замінювати собою цілу лінію пресів звичайного типу. При цьому значно зменшується потреба у виробничій площі, скорочується витрата електроенергії і, що дуже важливо, забезпечується різке скорочення тривалості виробничого циклу, а також досягається зменшення виробничого браку.

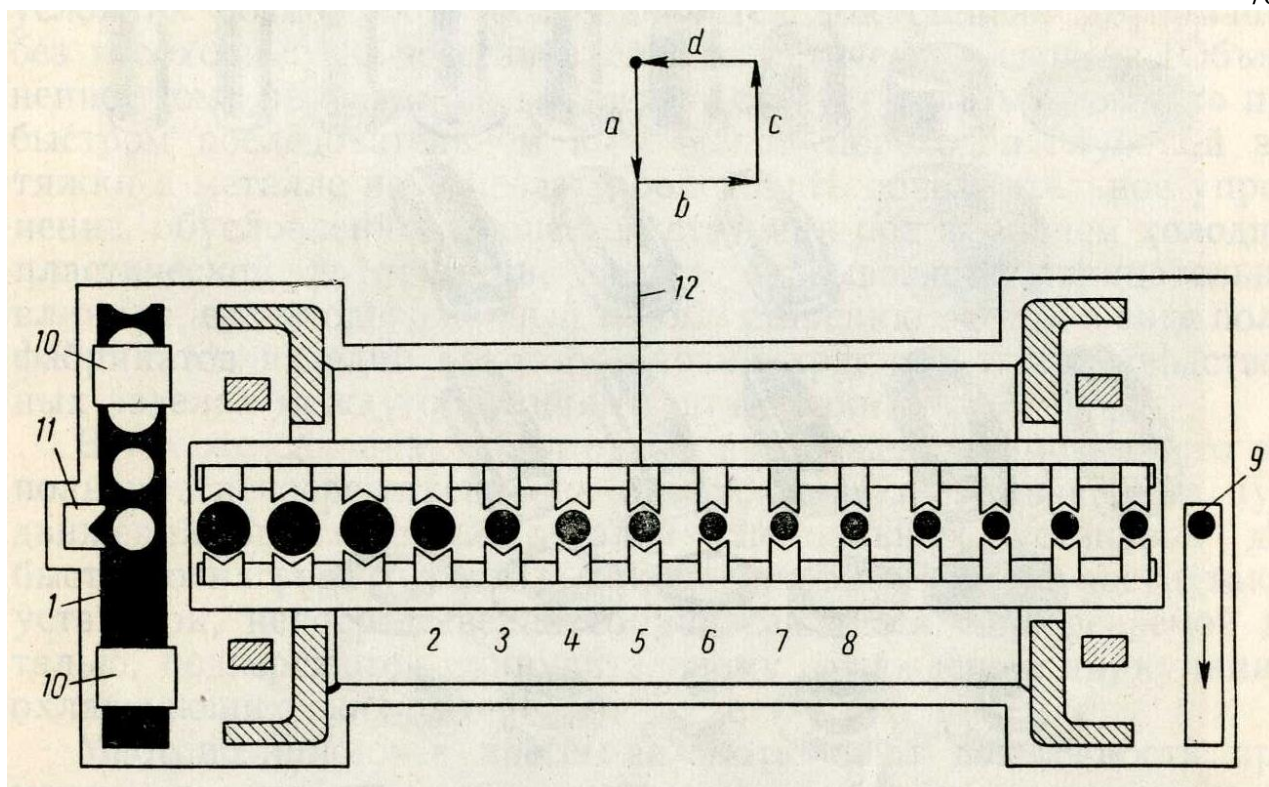


Рисунок 4.1 – Схема роботи транспортуючого (грейфера) механізму багатопозиційного пресу-автомата : 1 - операція вирубування заготівлі; 2-8 - операції формоутворення виробу; 9 - скидання готового виробу; 10 - валкова подача для стрічки; 11 - механізм подання заготівель до грейфера; 12 - грейфер; а - зближення захоплень грейфера; b - перенесення виробу на наступну позицію обробки; с - розтиснення захоплень грейфера; d - повернення

Останнє обумовлене тим, що при штампуванні на окремих пресах випадковий брак, викликаний неполадками в роботі окремих штамів або пов'язаний з помилками в налазці їх роботи, часто виявляється тільки на самих останніх операціях або при отриманні готового виробу. Дефект у виконанні однієї операції викликає брак усієї запущеної партії.

Багатопозиційні преси-автомати відразу видають повністю закінчений обробкою виріб і тому ще до початку масового штампування можна судити про якість готових виробів вже за результатами штампування перших деталей від партії. Отже, кількісно виробничий брак різко скорочується.

Помічено також, що при штампуванні на багатопозиційних пресах глибокий витяг на послідовних переходах може у ряді випадків вестися без проміжного відпалу між цими переходами, оскільки оброблюваний метал

забезпечує в цих умовах можливість значнішої міри деформації без необхідності відновлення пластичних властивостей.

Пояснення цьому явищу, мабуть, слід шукати в тому, що при швидкому послідовному виконанні переходів глибокого витягу в металі не устигає відбуватися додаткове зміцнення, що обумовлене процесом старіння під впливом холодної пластичної деформації, завжди робить негативний вплив, якщо схильний до такого старіння метал у вигляді напівфабрикатів виробів деякий час зберігається у виробничих заділах між операціями штампування.

До спеціальних облаштувань пресів-автоматів багатопозиційного типу слід віднести наступні:

- 1) механізми грейферів для транспортування виробів між позиціями обробки;
- 2) механізми для живлення пресу штучними заготівлями.

Інші пристрої, що забезпечують автоматичний режим штампування, наприклад автоматичні валкові подачі для стрічки, не мають принципових відмінностей від аналогічних пристроїв, вживаних на інших типах автоматизованих пресів. Принцип дії грейфера ясний з рис. 4.1. Конструкції механізмів грейферів відрізняються, в основному, способом здійснення передачі подовжнього і поперечного зворотно-поступального рухів захопленням. Захоплення зазвичай робляться змінними, за формою і конструкції що відповідають оброблюваним виробам.

Грейфер складається з двох пропущених уздовж довгих сторін плити пресу горизонтальної тяги або планок, які отримують від механізму пресу (рідше від окремого синхронізованого з роботою пресу приводу) зворотно-поступальний рух уздовж довжини столу пресу. До цієї тяги або планок кріпляться змінні захоплення для виробу, що змінюються іноді разом з самими подовжніми планками.

Окрім зворотно-поступального подовжнього руху, планки із закріпленими на них захопленнями мають такий же рух в поперечному напрямі столу пресу, один назустріч одному. При цьому поперечному

зустрічному русі захоплення здійснюють взяття виробу грейфером. Потім, переміщаючись уздовж столу пресу по ходу процесу обробки, захоплення переносять виріб на наступну позицію. Після цього слідує розбіжність захоплень в поперечному напрямі і повернення планок в початкове положення для нового циклу.

Грейфер може мати і складніший порядок руху, наприклад, з підйомом і опусканням захоплень на певних точках їх переміщення уздовж столу пресу.

Взаємодія механізмів автоматичних подань у багатопозиційних пресів-автоматів показана на цикловій діаграмі, зображеній на рис. 4.2.

Грейфер забезпечує досить точне подання, яке, крім того, може коригуватися за допомогою ловців, що зміцнюються на верхніх частинах штампів.

Величина кроку захоплень при їх зближенні для точної наладки робиться регульованою. Надійність захоплення може бути забезпечена застосуванням у захоплень підпружинених губок.

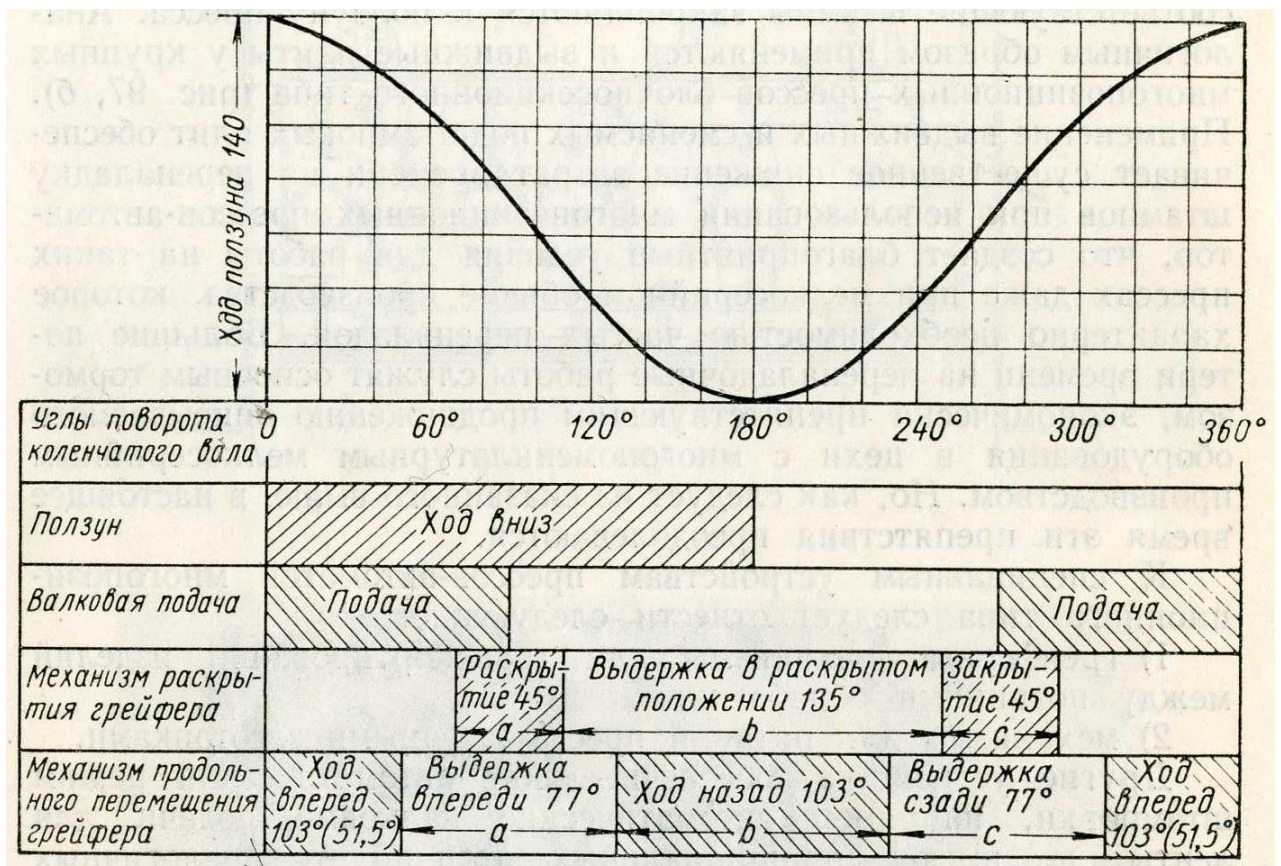


Рисунок 4.2 – Циклова діаграма багатопозиційного пресу автомата

Величина подовжнього зворотно-поступального руху грейфера (крок подання) є постійною величиною для кожного типорозміру подібних пресів, оскільки визначається відстанями між позиціями обробки на цьому пресі.

Передача руху лінійкам і захопленням грейфера робиться переважно за допомогою різних механізмів від основного приводу пресу (рис. 4.3). Проте у потужних і великих багатопозиційних пресів-автоматів для передачі руху грейферу потрібні дуже значні зусилля, і механізм приводу грейфера виходить складним і громіздким. Крім того, чим бистрохідніше прес-автомат, тим значніше позначаються інерційні сили в механізмі грейфера, які порушують точність роботи останнього і тягнуть швидкий знос.

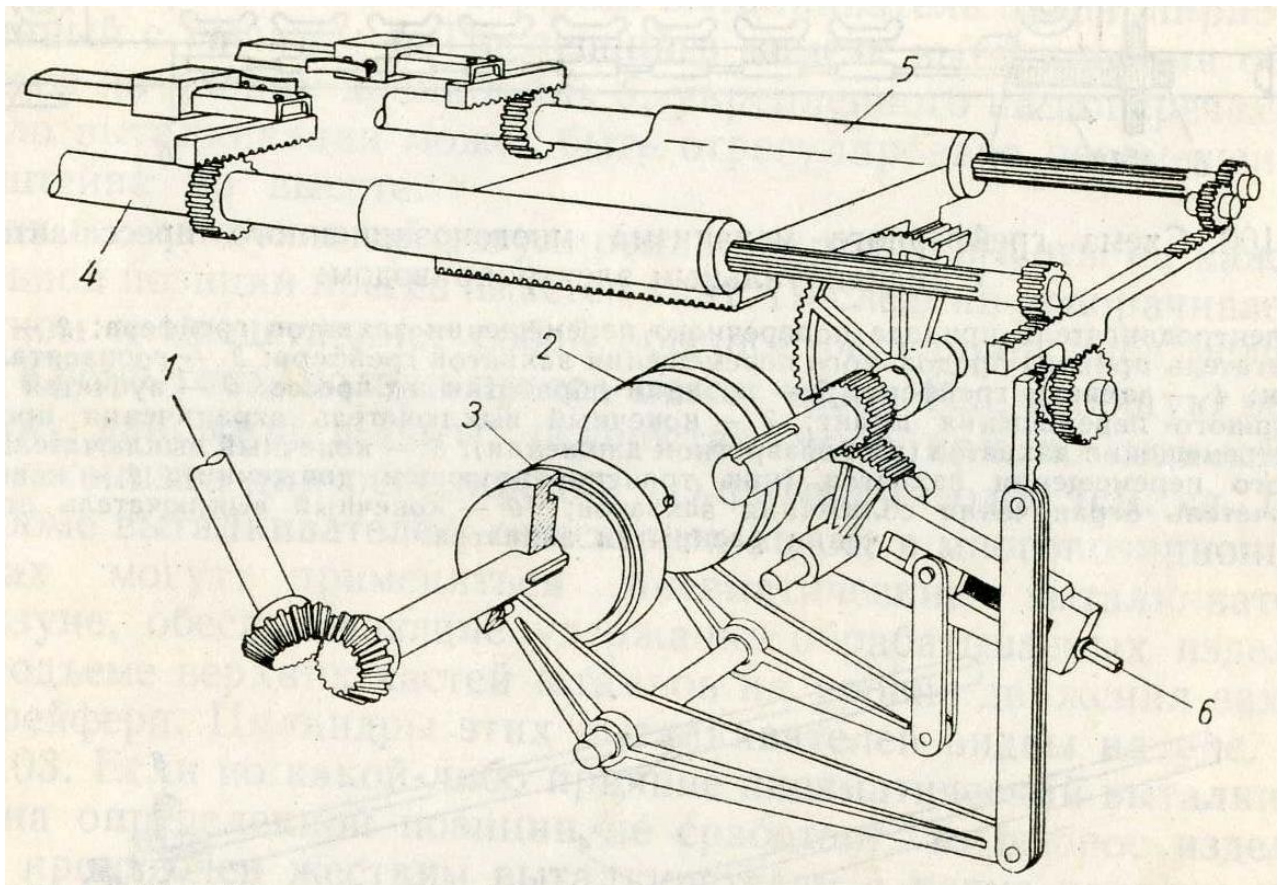


Рисунок 4.3 – Механізм відбору потужності для приводу грейфера від загального приводу пресу-автомата: 1 - вал приводу механізму грейфера; 2 - кулачковий механізм подовжнього переміщення захоплень грейфера; 3 - кулачковий механізм відкриття і закриття захоплень грейфера; 4 - вали механізму грейфера; 5 - каретка, що здійснює зворотно-поступальний рух; 6 - регулювальне облаштування кроку подання

З цих причин у потужних багатопозиційних пресів іноді застосовується незалежний привід механізму грейфера. Незалежний привід у потужних багатопозиційних пресів-автоматів може бути як електричним з реверсивними електродвигунами, здатними змінювати величину моменту, що крутить, і число оборотів в різні періоди циклу, керованими кінцевими вмикачами і що працюють за електричною схемою з амплітудним регулюванням, так і гідравлічним.

Розрахунок тягових зусиль приводу подань грейферів можна зробити по залежностях, використовуваних для шибєрних подач.

У подачах грейферів з кліщовим захватним органом його підйомну силу необхідно визначати з урахуванням динаміки руху заготівлі при підйомі

$$Q_3 = \beta(G_3 + Q_{ин}) = \beta G_3 \left(1 + \frac{a}{g}\right) \quad (4.1)$$

де β - коефіцієнт, що враховує можливе зчеплення заготівлі з дзеркалом штампуги, приймається для плоских заготівель рівним 1,5-2, для об'ємних 1,2-1,6;

G_3 - сила тяжіння заготівлі;

$Q_{ин} = G_3 \frac{a}{g}$ - сила інерції від сили тяжіння заготівлі при підйомі;

a - максимальне прискорення, що розвивається при підйомі.

$$Q_3 = 1,5 * 1,421 * \left(1 + \frac{2545,263}{9,8}\right) = 555,73$$

Головною вимогою до конструкції приводу механізму грейфера є відсутність значних інерційних сил в частинах цього механізму при швидких змінах у напрямі руху, як це має місце при значних числах робочих ходів в хвилину у пресів-автоматів.

5. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПО ЦЕХУ

5.1. Вибір типів та розрахунок кількості виробничого обладнання

5.1.1. Листоштампувальний цех

Цехи листового штампування розділяються продукції, що за характером випускається, габаритам штампованих деталей, обсягу випуску продукції (розміру річного випуску), типу (серійності) виробництва, виду продукції, що випускається, і виду спеціалізацій виробництва.

Характер що виготовляються в цехах листового штампування деталей залежить від виду продукції, що випускається підприємствами, до складу яких ці цехи входять. Деталі відрізняються за формою, габаритам, матеріалам, з яких їх штампують, що пред'являється до них технічним вимогам. На автомобільних заводах, наприклад, в цехах листового штампування випускають деталі кузовів, рам, арматури та інші.

Деталі при цьому можуть бути різних габаритів - від дуже великих до дрібних і особливо дрібних. Форма деталей різна. Основними матеріалами є листовая сталь, сталева стрічка, широкорулонний сталевий прокат. На приладобудівних заводах штампують переважно дрібні і особливо дрібні деталі. Разом із сталлю у великій кількості використовують кольорові метали. Також різні і технічні вимоги, що пред'являються до деталей. Найбільш високі вимоги до якості поверхні пред'являють до облицювальних деталей легкових автомобілів, а до точності - до деталей приладів.

По габаритах штампованих деталей при проектуванні розрізняють цехи особливо дрібних, дрібних, середніх, великих і особливо великих деталей. Їх відповідно називають цехами особливо дрібного, дрібного, середнього, великого і особливо великого штампування. Цехи особливо дрібного штампування оснащені переважно однокривошипними пресами зусиллям до 400 кН. Цехи дрібного штампування - однокривошипними пресами зусиллям

від 400 до 2000 кН, цехи середнього штампування - однокривошипними пресами зусиллям від 2000 до 8000 кН або двух-чотирьохкривошипними пресами зусиллям від 1000 до 3150 кН, цехи великого штампування - однокривошипними пресами зусиллям 8000-16000кН або двух-чотирьохкривошипними пресами зусиллям 3150-6300 кН і цехи особливо великого штампування - однокривошипними пресами зусиллям понад 16000 кН або двух-чотирьохкривошипними пресами зусиллям понад 6300 кН.

За наявності в цехах гідравлічних або багатопозиційних пресів при класифікації цехів їх слід прирівнювати до відповідних кривошипних пресів по розмірах штампованих деталей, враховуючи при цьому також і потрібне зусилля для штампування деталей.

Аналогічно цехам, відповідно до приведеної класифікації цехів, усі преси також розділяються на особливо дрібні, дрібні, середні, великі і особливо великі. Окремо виділяються іноді особливо великі преси з довгим, але вузьким столом, використовувані в автомобільній промисловості для штампування лонжеронів.

Орієнтовно можна вважати, що до особливо дрібних деталей належать деталі з розмірами в плані до 100x100 мм, до дрібних деталям - до 350x350 мм, до середніх деталей - до 750x750 мм, до великихдеталей - до 1500x1500 мм і до особливо великих деталей - більше 1500x1500 мм. Це ділення певною мірою умовно і відноситься до основній масі деталей, що виготовляються в цеху. Окремі деталі можуть мати менші або більші габарити, ніж передбачено класифікацією для цехів відповідної групи. Можуть також бути деталі, які по своїх

габаритах хоча і підходять до однієї з груп цехів, але внаслідок великої товщини або високої межі міцності матеріалу вимагають пресів більших зусиль, ніж мають преси цієї групи цехів.

У ряді випадків має сенс подальша диференціація деталей по розмірах і відповідно більше диференційоване розділення пресів і цехів. Наприклад, для підприємств годинникової, радіотехнічної або напівпровідникової

промисловості може виявитися доцільною додаткове розбиття дрібних і особливо дрібних деталей на декілька підгруп.

За об'ємом випуску продукції (розміру річного випуску) цехи діляться на дрібні, середні і великі відповідно до даних таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Характеристика цехів листової штамповки по об'єму випуску продукції

Цехи	Річний випуск, т		
	Дрібні і особливо дрібні деталі	Середні деталі	Крупні та особливо крупні деталі
Дрібні	< 1 000	< 5 000	< 20 000
Середні	< 5 000	< 20 000	< 100 000
Крупні	> 5 000	> 20 000	> 100 000

За типом виробництва цехи листового штампування орієнтовно можна характеризувати кількістю операцій (деталеоперацій), закріплених за пресом в середньому по цеху при повному завантаженні впродовж року.

Масове виробництво характеризується до 5 операцій, що доводяться на один прес (в середньому по цеху), багатосерійне виробництво - до 20, серійне виробництво - до 50, дрібносерійне виробництво понад 50.

Існують і інші більше диференційовані ознаки типу виробництва, залежні від річного випуску продукції і характеру організації виробництва (таблиця 5.2).

Продукції (предметна спеціалізація), що по виду випускається, розділення цехів листового штампування робиться в тих випадках, коли на одному заводі їх декілька і цехи відрізняються не лише по габаритах штампованих деталей, але і за призначенням (вузловій приналежності) цих виробів. На автомобільних заводах такі, наприклад, кузовний, рамний, каркасний, арматурний і інші цехи листового штампування.

По спеціалізації цехи листового штампування можуть бути розділені на універсальні (багатономенклатурні) і спеціалізовані, причому спеціалізація

цих цехів може бути двох видів - предметна і подетальна. Подетальна спеціалізація передбачає випуск вузької номенклатури деталей. Створювані в універсальних цехах листового штампування ділянки з масовим або великосерійним виробництвом однакових або однотипних деталей є по суті внутрішньоцехова спеціалізація (наприклад, лінії панелей дверей).

Подетальна спеціалізація забезпечує найбільш високу продуктивність устаткування і відповідно зменшення станкочемкості і трудомісткості. При предметній спеціалізації багатоменклатурність цехів зменшується, але не усувається.

Таблиця 5.2 – Визначення типу виробництва

Типові ознаки		Тип виробництва				
		Масове	Багатосерійне	Серійне	Дрібносерійне	Одиничне
Характер організації виробництва		Потокове виробництво	Потокове виробництво великими партіями	Потокове виробництво середніми партіями	Групове штампування	Групове штампування
Види устаткування		Потоково-механізовані і автоматичні лінії, спеціальні і штампувальні автомати	Переналаджувані потоково-механізовані і автоматичні лінії, штампувальні автомати	Потокові лінії, універсальні преси, напівавтомати	Універсальні преси	Обтяжні і листогибочні преси, вібраційні і роликові, ножиці, універсальні преси
Орієнтовний річний випуск деталей, тис. шт.	особливо великі і великі деталі	≥ 400	≥ 50	≥ 40	≥ 1	$< 0,1$
	середні деталі	≥ 800	≥ 100	≥ 20	≥ 1	$< 0,1$
	дрібні і особливо дрібні деталі	≥ 2000	≥ 200	≥ 50	≥ 1	$< 0,1$

Якщо різні цехи листового штампування розміщуються в одній загальній будівлі, то вони входять до складу корпусу. У усіх цехів в цьому випадку загальні допоміжні відділення і деякі, а іноді і усе, служби.

При будівництві на діючих заводах нових листоштампувальних цехів або реконструкції і розширенні існуючих, що розміщуються не в одній будівлі, цехи не отримують строгого профілю ні по габаритах, ні по видах штампованих деталей.

До складу цеху входять виробничі відділення і ділянки, допоміжні відділення, цехові служби і пристрої, склади, побутові приміщення та інші.

До виробничих відділень відносяться заготівельне відділення, відділення основних виробництв, наприклад відділення великого, середнього і дрібного штампування. У виробничих відділеннях можуть бути організовані ділянки деталей масового і багатосерійного виробництв, серійного виробництва, а в окремих випадках і дрібносерійного виробництва.

До допоміжних відділень належать штампоремонтне відділення (майстерня), що займається ремонтом штампів, пристосувань і інший .оснащення, ремонтно-механічне відділення (майстерня, база), що здійснює ремонт устаткування, електроремонтна майстерня, майстерня по ремонту господарського інвентаря, майстерня для приготування технологічних мастил.

До цінкових служб і пристроїв відносяться: технологічна лабораторія, компресорна станція, трансформаторні підстанції, теплотехнічні і санітарно-технічні облаштування та інші.

До складу цеху входять також різні склади і комори.

До службових і побутових приміщень відносяться адміністративні і конторські приміщення, приміщення для технічної частини, рахунково-вирішальних пристроїв, пункти живлення, здоровпункт, приміщення громадських організацій, душові, вбиральні, санвузли та інші.

Річна програма випуску продукції задається цеху в натуральному вираженні (по номенклатурі що виготовляється деталей) і у ваговому вираженні (по масі продукції, що випускається). У програму випуску включаються деталі, що йдуть на комплектування продукції заводу, і запасні частини (деталі). Кількість запасних частин приймається на підставі спеціальних вказівок або по нормах в процентному відношенні до випуску основних деталей.

Програма випуску цеху є основою для розробки цехового маршрутного технологічного процесу виготовлення деталей, при складанні якого може бути застосований принцип технологічної подібності або принцип вузлової приналежності.

Об'єднання деталей по технологічній подібності виправдовує себе при масовому і багатосерійному виробництвах, якщо номенклатура деталей досить велика для того, щоб можна було підібрати достатню кількість деталей, що вимагають однакових технологічних операцій, а отже, однакового устаткування і однакових маршрутів. Об'єднання деталей по технологічній

подібності доцільне також в спеціалізованому виробництві, в якому хоча і номенклатура деталей невелика, та зате вони, як правило, однотипні.

При об'єднанні деталей по технологічній подібності забезпечується потоковість виробництва, забезпечуються умови для створення автоматичних або механізованих ліній, досягаються якнайповніше завантаження устаткування і хороша організація виробництва, та зате потрібна наявність досить великих площ для зберігання великої кількості відштампованих деталей, інакше не можна забезпечити комплектність деталей при зборці.

Принцип вузлової приналежності застосовний для будь-якого типу (серійності) виробництв. При цьому можна так запланувати виготовлення деталей, що ритм їх випуску буде близький або співпадати з ритмом зборки вузлів і, отже, знадобляться мінімальні площі для зберігання деталей.

У чистому вигляді для усіх деталей перший принцип розробки маршруту застосувати не завжди вдається, причому це тим важче, чим менше серійність. Тому частіше, особливо при багатосерійному виробництві, використовують змішаний принцип, групуючи одні деталі за першим принципом, інші по другому, з тим, щоб добитися якнайповніше за завантаження устаткування, мінімальної кількості переналадок і кращого використання виробничих площ, правда, при цьому потрібно чіткішу роботу диспетчерського апарату.

Розробка цехових маршрутів тісним чином пов'язана з вибором виробничої партії деталей. Розрахунок оптимальної виробничої партії досить складений, бо доводиться враховувати багато різних чинників. Запропоновані різні способи розрахунку оптимальної виробничої партії. При попередніх розрахунках можна керуватися наступними орієнтовними даними для вибору оптимальної виробничої партії.

При виконанні проекту слід приймати більше диференційовані дані для вибору оптимальної виробничої партії, розроблені стосовно різних видів устаткування (таблиця 5.3).

Таблиця 5.3 – Орієнтовні величини оптимальних виробничих партій, тис.

шт.

Устаткування	Річний випуск деталей одного найменування, тис. шт.							
	25	50	100	200	400	800	1600	3200
Лінії (преси) великого тонколистового штампування	5...7	6...9	8...12	30...15	14...20	-	-	-
Лінії (преси) середнього тонколистового штампування	9...11	12...14	16...20	22...25	30...40	-	-	-
Лінії (преси) спеціальні для товстолистого штампування	4...6	5...8	7...12	10...15	-	-	-	-
Лінії (преси) великого товстолистого штампування	4...6	8...10	12...15	16...18	-	-	-	-
Лінії (преси) середнього товстолистого штампування	5...7	8...9	10...12	14...16	18...20	-	-	-
Універсальні кривошипні преси зусиллям до 1600 кН	8...10	12...14	18...20	23...25	40...45	50...55	-	-
Те ж, з автоматичними поданнями	-	-	30...40	70...80	100...110	140...150	180...200	240...260
Багатопозиційні згинальні преси-автомати	-	-	50...60	70...80	95...110	130...150	180...200	240...280
Багатопозиційні преси-автомати зусиллям до 1000 кН	-	-	35...45	50...60	70...80	95...110	130...150	180...200
Те ж, зусиллям понад 1000 кН.....	-	-	50...55	60...70	80...90	110...120	140...160	190...210

Ведучим і найбільш поширеним устаткуванням в цехах листового штампування є преси різної конструкції і різного призначення.

Преси розділяються на кривошипні і гідравлічні. У масовому і великосерійному виробництвах переважно використовуються кривошипні преси, оскільки продуктивність їх вища, ніж гідравлічних пресів. Гідравлічні листоштампувальні преси в основному знаходять застосування в серійному і дрібносерійному виробництвах.

Вибір пресів для листового штампування роблять виходячи з технологічних вимог, що пред'являються до пресу (конструкція пресу, розміри столу, хід повзуна, число ходів повзуна в хвилину, номінальне зусилля, працездатність).

Автоматизація і механізація процесів листового штампування забезпечують: збільшення продуктивності пресового і іншого устаткування, підвищення продуктивності праці; зниження вартості продукції, поліпшення умов праці і запобігання травматизму.

Автоматизація і механізація листового штампування полягають в забезпеченні автоматичного або механізованого подання матеріалу або заготівель (напівфабрикатів) в штамп, знімання і видалення деталей (заготівель, напівфабрикатів) з штамп, передачі (транспортування) з переходу на перехід або з операції на операцію і виконання інших допоміжних робіт, наприклад, мастила матеріалу, перевертання заготівель (напівфабрикатів), укладання і так далі.

Різниця між автоматизацією і механізацією полягає в тому, що, при автоматизації усі операції виконуються без участі людини, на яку покладаються лише функції спостереження і усунення випадкових неполадок, а при механізації частина операцій робиться вручну.

При автоматизації значно збільшується відсоток використання числа ходів пресу, а отже, і його продуктивність і ще більшою мірою продуктивність праці, бо один оператор може обслуговувати декілька пресів. При механізації ж відсоток збільшення використання числа ходів пресу, а отже, і його продуктивності невеликій, проте продуктивність праці підвищується значно.

Наприклад, при механізації великого пресу, що полягає в автоматизації знімання і видалення з штамп деталей і збереженні ручного подання при завантаженні заготівель в штамп, кількість робітників скорочується удвічі і відповідно підвищується продуктивність праці (знижується трудомісткість), але число використовуваних ходів пресу при цьому набагато збільшитися не

може, оскільки час, що витрачається на ручне подання, залишається тим самим.

Автоматизація і механізація виявляються рентабельними тільки при достатній серійності виробництва. Тому питання про автоматизацію або механізацію виробництва повинне вирішуватися на підставі техніко-економічного розрахунку.

Площа цеху може бути визначена по планувальному кресленню або за укрупненими показниками. Розрахунок за укрупненими показниками дозволяє тільки приблизно визначити площу цеху. Його застосовують для попереднього уявлення про цех. Остаточні розміри площі виявляються при плануванні цеху.

Для визначення площі цеху можна використати різні укрупнені показники. Наприклад, знімання продукції з квадратного метра площі цеху. Для отримання при цьому задовільних результатів необхідно, щоб такі показники, узяті з раніше розроблених проектів або звітів діючих цехів, можливо ближче відповідали умовам роботи проєктованих цехів.

Менш вимогливий в цьому відношенні розрахунок, в якому в якості показників використані питомі площі, що доводяться на одиницю устаткування, за умови, що вони дані диференціювання для різних видів і типоразмерів устаткування.

Виробнича площа заготівельного відділення складає приблизно 20% від виробничої площі штампувальних відділень цеху. Площі допоміжних підрозділів цеху визначають по процентному співвідношенню між виробничими і допоміжними площами. Допоміжна площа заготівельного відділення складає приблизно 12...15% від загальної площі цього відділення. Площа під санітарно-технічними і енергетичними пристроями орієнтовно складає 10...15% від загальної (виробничою і допоміжною) площі цеху. Санітарно-технічні і енергетичні пристрої у ряді випадків доцільно розміщувати на технічних поверхах.

При плануванні цеху слід враховувати перспективи розвитку виробництва.

Збільшення об'єму продукції, що випускається, враховується коефіцієнтам k_1 таким, що робить найбільший вплив на площу цеху. Прийmemo тому спочатку, що збільшення площі цеху залежить тільки від цього коефіцієнта

$$F_k = F(1 + k_1) \quad (5.1)$$

де F - загальна площа цеху; індексом k_1 тут і нижче позначені параметри, пов'язані зі збільшенням об'єму продукції, що випускається, і площі цеху.

При збільшенні випуску продукції збільшується витрата металу, величина заділів і кількість готової продукції, що раниться на площі цеху. Величина заділів пропорційна величині партії штампованих деталей.

$N_6 = 187000$ комплектів за рік;

$N_n = 2057000$ комплектів за рік;

$k_{cp} = 1-1,18$

$$k_n = k_{cp} * k_1 = 1,1 \quad (5.2)$$

$$T_\phi = \frac{T_6}{k_n}, \text{ нормо-годин} \quad (5.3)$$

$$T_\phi = 1,8 \text{ нормо-годин}$$

$$T_p = T_\phi \left(\frac{N_6}{N_n}\right)^x, \text{ нормо-годин} \quad (5.4)$$

$$T_p = 1,8 * \left(\frac{187000}{205700}\right)^{0,24} = 1,75929 \text{ нормо-годин}$$

$$B_p = \frac{T_p}{k_{ц}}, \text{ верстато-годин} \quad (5.5)$$

$$B_p = \frac{1,75929}{1,16} = 1,516632 \text{ верстато-годин}$$

$$n_p = \frac{B_p * N_n * k_{ц}}{\Phi_{до} * k_3} \quad (5.6)$$

$$n_p = \frac{1,516632 * 205700 * 1,16}{4015 * 0,85} = 106 \text{ пресів}$$

Таблиця 5.4 – Характеристика устаткування

Найменування	Модель	$n_{пр}$
Ножиці кривошипні листові з похилим ножем, найбільшою товщиною листа S_{max}	НД3314Г	2
Преса простої дії однокривошипні	К2130	8
	КД2138	6
	КД2128К	15
	КД2128	12
	КД2126	6
	КД2130	9
	КЕ2130	12
	КВ2132	14
	К2538	8
ДЕЕ630	10	
Пресса-автомати листоштампвальні багатопозиційні	Paust 320	1
	Paust 210	2
	АККД2128Е	1
Усього		106

$$7680 \text{ м}^2 + 50\% \approx 11520 \text{ м}^2$$

5.2 Підйомно-транспортне обладнання загальноцехового призначення

Для транспортування і підйому вантажів в цехах застосовують різноманітні пристрої і устаткування. Ці пристрої можуть бути універсальними, тобто призначеними для переміщення і підйому різноманітних вантажів, як, наприклад, мостові крани, автотранспортувачі, і вузького призначення, обслуговуючі який-небудь агрегат, наприклад поворотні крани.

Підйомно-транспортні пристрої можуть застосовуватися в різних цехах або бути спеціальними, такими, що застосовуються в якому-небудь одному цеху.

За принципом дії і виконуваними функціями цехові підйомно-транспортні пристрої умовно можуть бути розбиті на п'ять груп: мостові крани, кран-балки і тельфери; крани-штабелери; конвеєри і транспортери;

електро- і автокари, навантажувачі, тягачі, візки; автомобільний і залізничний транспорт. До останньої групи увійшов не внутрішньоцеховий, а заводський транспорт, хоча він використовується для доставки вантажів у багатьох випадках безпосередньо в цех або на склад і вивезення з них вантажів.

Універсальними підйомно-транспортними пристроями в різних цехах і складах, використовуваних для вантажів різного призначення, являються мостові крани і кран-балки. При виборі типу будівлі для цеху або складу необхідно враховувати наявність мостових кранів або кран-балок, оскільки підкранові шляхи (підкранові балки) безпосередньо пов'язані з конструкцією будівлі.

Мостові крани можуть бути одно- і двохбалочними. Однобалочні крани бувають опорними і підвісними. Переважні підвісні кран-балки. Їх вантажопідйомність до 5 т включно. На цю вантажопідйомність розраховані будівельні конструкції перекриття безкранових уніфікованих типових секцій промислових будівель. Підвісна кран-балка може займати усю ширину прольоту або тільки частину.

По ширині прольоту можуть бути розміщені також дві підвісні кран-балки з перехідним містком між ними, призначеним для передачі вантажів від однієї кран-балки до іншої. Для передачі вантажів обидві підвісні кран-балки стикаються з перехідним містком і вантажний візок з однієї кран-балки через місток пересувається на іншу кран-балку. Управління кран-балками здійснюється з підлоги. Швидкість переміщення підвісних кран-балок до 30 м/хв.

Вантажопідйомність двохбалочних опорних мостових кранів від 10 т і вище. Мостові крани вантажопідйомністю 20 т і вище мають по два крюки: один головний, інший допоміжний. Управляються мостові крани з кабіни, підвішеної до моста крану. При розміщенні в цеху устаткування або використанні площі складу слід враховувати наявність мертвих зон у мостових

кранів шириною С1 С2, С3, С4, до яких крюки не доходять і, отже, кранами не обслуговуються. Швидкість переміщення мостових кранів до 120 м/хв.

За наявності у крану двох крюків вантажопідйомність вказують дробом: в чисельнику для головного крюка, в знаменнику для допоміжного.

Необхідна кількість мостових кранів або кран-балок в цеху або на складі може бути визначена розрахунком виходячи з вантажообігу. На підставі практичних даних орієнтовно можна приймати, що у цехів, в тих прольотах де вони потрібні, один мостовий кран або одна кран-балка доводиться на кожні 60 м довжини прольоту, а у складів - на кожні 40 м довжини прольоту.

Максимальна вантажопідйомність мостового крану для цеху або складу згідно з вказівками СН 118-68 повинна вибиратися тільки виходячи з технологічних потреб (наприклад, по масі найбільш важкого штампу, пачки матеріалу, рулону широкорулонної сталі, тари з деталями або заготівлями), але не по масі устаткування. Вибір мостового крану по масі устаткування допускається як виняток за наявності техніко-економічного обґрунтування.

При ремонті устаткування, якщо вантажопідйомність мостового крану недостатня, можна використати самохідні крани або інші види підйомно-транспортних пристроїв.

5.3. Розрахунок кількості основних та допоміжних матеріалів

Витрата основних матеріалів. У цехах листового штампування для виготовлення деталей використовуються різні металеві і неметалічні матеріали. Питома вага неметалічних матеріалів, що переробляються в цехах листового штампування на машинобудівних заводах, по відношенню до металевих матеріалів, проте, невеликий.

Металеві матеріали поставляються у вигляді рулонів, стрічок, листів, смуг. Окремі деталі, що вимагають штампувальних операцій, можуть також виготовлятися з різних профілів, труб, дроту і інших. Для масового і багатосерійного виробництв найбільш зручні безперервні матеріали (рулони,

стрічки), оскільки при їх використанні полегшується і здешевлюється автоматизація технологічних процесів.

Технічні умови на матеріали, хімічний склад, структура, розміри, відхилення по товщині, ширині і, довжині, механічні властивості, якість поверхні і інше приведені у відповідних Гостах, а в окремих випадках у відомчих технічних умовах.

Найбільше поширення в різних галузях машинобудування мають сталь різних марок і сортів, алюміній і його сплави, мідь і її сплави (в основному латунь). У окремих виробництвах використовують також титан і його сплави, магнієві сплави, цинк та ін. Штампування титану, магнію і їх сплавів за наявності формозмінюючих процесів (витяг, формування) здійснюють з підігріванням.

Деякі матеріали мають покриття, що оберігають їх від корозії.

У цехах листового штампування автомобільних заводів основну масу металу, що переробляється, представляє листову сталь. Останнім часом широко стало впроваджуватися постачання цієї сталі у вигляді рулонів.

У тих випадках, коли до якості поверхні деталей, що штамнуються з листової сталі, пред'являють високі вимоги (наприклад, облицювальні деталі автомобільних кузовів), рекомендується використати нестаріючу листову сталь. Це позбавляє від необхідності перед формозмінюючими операціями робити вальцювання для запобігання утворенню на поверхні деталі смуг ковзання.

Витрата металу може визначатися двома способами: детальним і укрупненим. При детальному способі розрахунку необхідно мати технологічні карти на усі деталі, що виготовляються в цеху, а також креслення із специфікаціями на усі деталі. При укрупненому способі річну витрату металу M (у тоннах) кожної марки і сорту підраховують по формулі:

$$M = (P/\mu)100 \quad (5.7)$$

де P - маса деталей, що випускаються, в рік з цього металу, т;

μ - коефіцієнт використання металу,

Згідно з досвідченими даними коефіцієнт використання листового металу по різних галузях промисловості у відсотках складає:

прилади, електроустаткування	60-65
автомобілі	60-75
мотоцикли, велосипеди	70-75
трактори	70-85
холодильники, пральні машини	80-82

Зниження витрати прокату чорних металів пов'язане з проведенням комплексу заходів по зміні конструкції виробів, розширенню сортаменту і поліпшенню якості прокату, вдосконаленню технології виробництва. Сюди входить зменшення маси виробів шляхом вдосконалення їх конструкції, застосування низьколегованих сталей, спеціальних і економічних профілів (асортимент яких має бути розширений), пластмас, а у ряді випадків легких сплавів (наприклад, алюмінієвих сплавів), штампозварюваних вузлів.

Значна економія металу може бути досягнута, якщо металургійна промисловість налагодить випуск листового металу зі зменшеним полем, допусків і меншою різновтовщинністю, що є однією з причин браку при штампуванні. Використання мірного і кратного прокату, а також ширококорулонної сталі повинне також сприяти економії металу.

При розробці технологічних процесів треба вибирати такі варіанти процесів і такий розкрій металу, які при загальному зменшенні вартості виготовлення деталей забезпечують зниження витрати металу, мінімальні відходи, використання ділових відходів і, отже, підвищення коефіцієнта використання металу.

Радикальним заходом по економії металу при виготовленні цілого ряду деталей є впровадження холодним об'ємним штамповки замість механічної обробки на металорізальних верстатах, при якій велика частина металу йде в стружку, утворюючи відхід.

За призначенням слід розрізняти три види допоміжних матеріалів: а) для ремонту устаткування, оснащення і штампів, б) для очищення, промивання і

мастила їх, в) для технологічних цілей - мастилу при штампуванні. Для штампування використовують густі (консистентні) і рідкі мастила. Останні можна наносити таким, що розпиляло.

Технологічні мастила можуть містити мінеральні і рослинні олії, тваринні жири і твердих наповнювачів (деревне борошно, тальк, бентонітова глина і рідше колоїдний гриф, оскільки його важко видаляти). Найбільш дешеві мастила є водними емульсіями (більше 90% води) з різними присадками. На 1 т відштампованих деталей витрачається приблизно 1 кг технологічних мастил.

5.4. Розробка компоувального плану цеху

При розробці компоування цеху (корпуси) розглядається питання про взаємне розташування підрозділів цеху і встановлюються основні розміри будівлі.

Необхідно передбачати таке розташування відділень, ділянок, допоміжних служб і складів, яке забезпечує максимальну прямолінійність основних технологічних і вантажних потоків. При визначенні напрямку основних потоків враховується розташування основних цехів - споживачів листових деталей по відношенню до цеху листового штампування. Крім того, враховуються умови генерального плану заводу.

Розташування складу металу і заготівельного відділення із складом заготівель по відношенню до штампувальних відділень повинне забезпечувати мінімальну кількість перевалок і найменшу протяжність потоків заготівель.

У цехах великого і середнього штампування склад металу і заготівельне відділення із складом заготівель доцільно розміщувати в одному або двох поперечних прольотах, перпендикулярних подовжнім прольотам, в яких розташовані штампувальні відділення, оскільки це забезпечує широкий фронт для подави заготівель в усі штампувальні прольоти цеху (корпуси).

Склади великих і середніх штамів, засобів механізації і контрольних пристосувань доцільно розміщувати в зонах, максимально наближених до відділень штампування. При цьому, щоб уникнути перевалочних операцій і штамп можна було б подавати до пресів мостовими кранами, обслуговуваними відповідні прольоти, склади штамів слід по можливості розміщувати за лініями пресів в тих прольотах, в яких вони будуть використані (рис. 5.1).

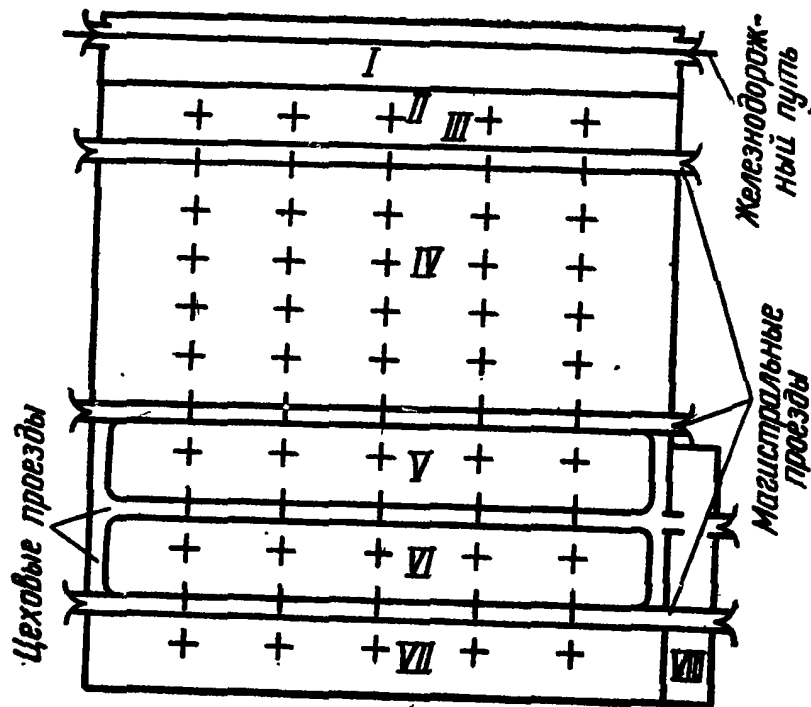


Рисунок 5.1 – Схемний компоновальний план цеху листового штампування масового і багатосерійного виробництва кузовних деталей легкового автомобіля: I - склад металу, II - заготівельне відділення, III - склад заготівель, IV - штампувальні відділення, V - склади штамів, VI - склад готових деталей, VII - допоміжні служби і трансформаторні підстанції, VIII - службово-побутові приміщення

Дрібні штамп порівняно легкі і транспортабельні. Склади цих штамів займають трохи місця. Велика частина дрібних штамів зберігається в стелажах. Тому зберігання їх краще всього організувати в централізованій зоні. Дуже важливо забезпечити систему зберігання і обліку штамів, що полегшує швидке знаходження і подання їх до робочих місць.

Великі в середні штамповані деталі можуть зберігатися за складами штампів або, як це організовано в пресовому виробництві, на центральному складі, куди ряд великих деталей доставляється на підвісному штовхаючому конвеєрі.

Розміщення допоміжних служб залежить від ряду умов і вирішується при проектуванні цехів по-різному.

При компонуванні будівель проєктованих цехів відповідно до умов розташування їх на генеральному плані заводу і конфігурації майданчика, що відводиться для будівництва цеху, вибирається місце для розміщення службово-побутових приміщень. Розташування службово-побутових приміщень проєктованого цеху слід так пов'язати із загальним компонуванням цеху, щоб входи і виходи із службово-побутових приміщень не потрапляли на місце жвавих транспортних магістралей усередині цеху.

Інакше користування цими входами і виходами для цехового персоналу буде зв'язано з небезпекою нещасних випадків від наїзду цехового транспорту.

У тих випадках, коли цех листового штампування не пов'язаний з іншими цехами, службово-побутові приміщення краще розташовувати в торці прольотів цеху з протилежного боку складу металу. Найчастіше службово-побутові приміщення розташовують на стороні головного лицьового фасаду будівлі цеху, що виходить на основні заводські магістралі. При такому розміщенні цеху іноді доводиться їх розташовувати уздовж одного з крайніх прольотів.

В цьому випадку умови природного денного освітлення в крайньому і прольотах, що примикають до нього, дещо погіршуються, оскільки замість заскленої бічної стіни крайнього прольоту знаходиться глуха стіна, що відділяє службово-побутові приміщення. Але тут застосовуються світлові ліхтарі і лампи денного світла.

Розташування побутових приміщень повинне забезпечувати найбільш короткі і безпечні шляхи дотримання основних людських потоків до робочих місць і назад. Якщо побутові приміщення влаштовуються не в прибудові, а у

будівлі, що окремо стоїть, то воно має бути сполучене з виробничою будівлею утепленими переходами. Найчастіше такі переходи роблять підземними.

При розробці компоувального плану слід враховувати можливість подальшого розширення цеху шляхом прибудови до виробничої будівлі додаткових прольотів. Будівля цеху (корпуси) бажана тому розташовувати на території заводу так, щоб при розширенні не знадобився знос сусідніх будівель.

Будівля цеху листового штампування має бути розташована поблизу до будівлі цеху, споживаючого його продукцію, з таким розрахунком, щоб передача великих деталей і вузлів могла здійснюватися безперервним транспортом через галереї або тунелі. Будівлю цеху треба розташовувати по відношенню до залізничних колій так, щоб останні могли проходити уздовж прольоту, в якому розташований склад металу, і залізнична колія було б зручно ввести в склад металу.

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

При розробці технологічних процесів виготовлення деталей необхідно передбачати конкретні заходи, що забезпечують безпечні умови праці, охорону довкілля при виготовленні даної деталі.

Для забезпечення безпеки праці на операції різання за допомогою ножиць гільйотин, окрім безпечної конструкції інструменту, робітник повинен використати тканинні рукавиці для подання листа матеріалу всередину ножиць, щоб не поранити руки, а також халат, щоб уникнути псування одягу при мастилі листа. Охорона довкілля при різанні здійснюється за допомогою утилізації відходів, що залишаються після нарізки листа на смуги, а при роботі з мастилом, слід акуратно наносити її на лист матеріалу.

У боротьбі за створення здорових і безпечних умов праці велике значення має забезпечення такої організації технологічного процесу і такого стану устаткування, при якому унеможлиблюється появи шкідливих викидів в робочому приміщенні (газу, пилу, продуктів згорання і зайвого тепла) і небезпеці травмування робітників.

При виконанні робіт в пресовому цеху, робітники піддаються наступним небезпечним і шкідливим виробничим чинникам:

- надходження в цех металу і розвантаження може привести до опіків робітників, працюючих в зоні руху металу;
- наявність трьох рейкових передатних візків може привести до травм робітників, працюючих в зоні руху візків;
- наявність десяти вантажопідйомних кранів може привести до травм робочих внаслідок падіння транспортування вантажів з висоти унаслідок не правильного закріплення вантажів до крюка крану;
- наявність двох кувальних маніпуляторів і двох шаржир-машин можуть привести до травм унаслідок не уважності робітників, працюючих біля маніпулятора і шаржир-машин.

Кривошипних прес з тиском робочої рідини до 30 МПа і виконанням на ньому двох особливо небезпечних операцій вирубування гарячого металу і кування зливків можуть привести до відділення гарячої окалини, а внаслідок опіків. Робочою рідин на пресі служить емульсія, яка може привести до утворення водної пари і туманів. Кривошипний прес є додатковим джерелом підвищеного рівня шуму і вібрацій.

Наявність в пресовому цеху печей, які працюють на природному газі; 2 печі мають викотну подину, що є додатковою небезпекою, оскільки зливки які знаходяться на викочуванні подині мають температуру 1000°C.

До основних небезпек в цеху можна віднести підвищену температуру в робочій зоні, інфрачервоне опромінення, підвищений рівень шуму і вібрацій, загазованість повітря, незадовільного освітлення робочих місць, можливість поразки електричним струмом, що зрештою може привести до травмування робітників і розвитку професійних захворювань.

Оскільки тема дипломного проекту "Листоштампувальний цех автомобільного заводу з річним випуском 187000 комплектів штамповок автомобілів", нижче розглянемо заходи по охороні праці, виробничої санітарії, гігієні праці і пожежної безпеки при експлуатації.

6.1. Заходи з забезпечення безпеки

Пресове устаткування встановлене на окремій ділянці від лінії механічної обробки. Ширина цехових проходів і проїздів, відстані між устаткуванням і елементами будівель відповідають вимогам СНиП 2.09.02-85 "Виробничі будівлі". Між пресом і насосно-акумуляторною станцією встановлений телефонний зв'язок і сигналізація. Кривошипний прес працює спільно з кувальним маніпулятором і шаржир-машиною, які подають зливки або поковки з печей в робочу зону пресу. Також є три передатні візки, які передають поковки від пресу в піч на підігрівання і від печей до маніпулятора. Є вантажопідйомні крани для виконання ремонтних робіт і транспортування

поковок на подальші обробки або на склад. Згідно ПУЕ "Правила устрою електроустановок" будівля, в якій розташована ділянка, відноситься до особливо небезпечних, оскільки характеризується високою температурою, наявністю металевих струмопровідних підлог, виділенням металевого пилу і можливістю одночасного торкання до сполучених із землею металоконструкцій і металевих корпусів електроустаткування.

Щоб забезпечити електробезпеку електроапаратури пресу (за винятком кінцевих вимикачів, електромагнітів і інших пристроїв, монтаж яких на машині диктується умовами роботи) встановлена в окремій шафі, що замикається. На внутрішній стороні кришки шафи розміщена монтажна і принципова схема електроустаткування машини з маркіровкою дротів і апаратури. Дверці шафи забезпечені замком під ключ, що виймається.

Відключаючи живлення машини при відкриванні дверець і запобіганню включення ввідного апарату при відкритих дверцях. Блокування допускає можливість доступу кваліфікованого обслуговуючого персоналу, що має доступ не нижче 3 групи, до електроустаткування, що знаходиться під напругою, для огляду, наладки за умови автоматичного відновлення блокування після закриття дверець.

Станина пресу, корпусу електродвигунів, кожухи електроапаратури і інші металеві частини пресового устаткування, які можуть виявитися під напругою вище 42 В, заземлені і занулені відповідно до діючих правил облаштування електроустановок.

Електроустаткування оснащено мінімальним захистом, що виключає незалежно від положення органів управління мимовільне включення пресового устаткування при відновленні несподівано зниклої напруги. Згідно частини 5 НПАОП 40.1-1.32-01 "Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок" клас вражаючої зони П-П.

У пожежних зонах потрібно дотримуватися вимог захисту від іскріння, обумовленою присутністю статичної напруги, також можуть застосовуватися

машини напругою до 10 кВ за умови, що їх оболонка має міру захисту для пожежної зони П-П -1Р 44. Згідно ДЕСТ 12.1.009-76 ССБТ "Електробезпека. Терміни і визначення" використовується посилена ізоляція, оскільки на цьому виді устаткування можливі протікання робочої рідини із-за високого тиску в трубопроводах. Згідно ДЕСТ 2.2.007.0-75 "Виробів електротехнічних. Загальні вимоги до безпеки" - клас електротехнічних виробів 01. Виходячи з вимог НПАОП 40.1-1.01-97 "Правила безпечної експлуатації електроустановок" застосовується ізоляція струмоведучих частин, блокування для запобігання помилковим діям і операціям, використовуються засоби видалення що утворюються в процесі експлуатації, небезпечних і шкідливих речовин, застережливі знаки і інші засоби сигналізації про небезпеку.

6.2. Заходи з забезпечення виробничої санітарії і гігієни праці

Виробництва, в яких входять ковальсько-пресові цехи, відносяться до IV класу з шириною захисної зони 100 м (ДСП 173-96 "Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів"). Метеорологічні умови створюються шляхом природної аерації повітря з додатковою штучною вентиляцією. У холодні та перехідні періоди року в приміщенні встановлені оптимально допустимі метеорологічні умови, що регламентуються (ДСЕ 3.3.6-042-99 "Санітарні норми макроклімату виробничих приміщень").

Для постійного робочого місця оптимальною є температура повітря 17-19°C, вологість 30-60%. Швидкість руху повітря не більше 0,3 м/с. Допустимі: температура повітря 15-20°C, вологість - не більше 75%; і рух повітря - не більше 0,5 м/с. Для непостійних робочих місць температура, що допускається, 13-20°C. Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів не перевищує 100 Вт/м² при опроміненні не більше 25% поверхні тіла.

Інтенсивність опромінення робітників від відкритих джерел (нагрітий метал, відкрите полум'я та інше) не перевищує 140 Вт/м² при цьому

опроміненню піддаються не більше 25% поверхні тіла. Обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту, у тому числі обличчя та очей. Згідно (СНіП 2.04.05-91* "Опалювання, вентиляція, кондиціонування"), для боротьби з очима в цеху встановлені витяжні пристрої, які служать для відведення продуктів згорання безпосередньо від печей через систему борівів і димар в атмосферу. Зменшення теплових втрат через кладку печі досягається ізоляцією стінок печі шляхом обмазки зовнішніх поверхонь шаром тепло ізолюючого матеріалу. Для боротьби з тепловим потоком застосовують також щити і екрани, які встановлюються між джерелами випромінювання і робочими місцями. Вміст шкідливих речовин в повітрі не перевищує гранично допустимі концентрації, згідно ГОСТ 12.1.005-88 "Загальних санітарно-гігієнічних вимог до повітря робочої зони" використовувани при проектуванні будівлі, технологічних процесів, устаткування, вентиляції, для контролю за якістю виробничого середовища і профілактики несприятливої дії на здоров'ї робітників. Будівля цеху, в якому розташована пресова ділянка, відповідає діючим санітарним нормам проектування промислових підприємств згідно СНіП 2.09.02-85* "Виробничих будівель".

Виробниче приміщення цеху є одноповерховим.

Висота прольоту цеху, оснащеного виробничим устаткуванням і мостовими кранами, вільно допускає зборку і розбирання найбільш високого устаткування. Висота виробничого приміщення від підлоги до стелі складає близько 7,5 м. Висота від підлоги майданчика, спорудженого у виробничому приміщенні, до низу конструктивних елементів, що виступають, відносяться до вище розташованих конструкцій або ліній комунікацій більше 3 м. Сходи, призначені для доступу на дах, мають перила і кут нахилу не більше 60°.

Будівля цеху обладнана ліхтарями типу, що не задувається. Світлові отвори верхніх ліхтарів закриті армованим склом для захисту людей від випадних стекол. Пол виробничого приміщення настеляється з чавунних рифлених плит і має рівну неслизьку поверхню. Рівень підлоги розташовується вище за рівень поверхні двору. В'їзний ухил не більше 0,05°.

Тунелі комунікацій перекриваються чавунними плитами необхідної міцності, що зручно знімаються. Над місцями розташування вентилів встановлені відкидні кришки.

Межі проїздів, проходів, робочих місць позначені добре видимими лініями, нанесеними білою незмивною фарбою. Білення виробничого приміщення робитися не рідше за один раз в рік. Для штучного освітлення на ділянці застосовується освітлювальна установка з газорозрядними (люмінесцентними) лампами, яка забезпечує рівень освітлення 200лк, встановлену ДБН В.2.5-28-2006 "Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне та штучне освітлення". Лампи забезпечені освітлювальною арматурою, яка захищає очі від сліпучої дії ламп. Передбачено як робоче, так і аварійне штучне освітлення. Оскільки в приміщенні цеху постійно перебувають люди, то використовується і природне освітлення. При розробці технологічних процесів, проектуванні, виготовленні і експлуатації машин, виробничих будівель і споруд, а також при організації робочого місця вживаються усі необхідні заходи по зниженню шуму, що впливає на людину на робочих місцях ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ "Шум. Загальні вимоги до безпеки»:

- розробкою шумобезпечної техніки;
- застосуванням засобів і методів колективного захисту;
- застосуванням засобів індивідуального захисту.

Рівень шуму витяжного вентилятора на вході у вентиляційний канал $L_1 = 92$ дБА. Необхідно визначити довжину внутрішнього шумопоглинаючого покриття каналу l , м з метою зниження шуму в приміщенні до рівня L_d , дБА.

Вихідні данні:

- периметр каналу повітропроводу квадратного перерізу Π , м;
- коефіцієнт звукопоглинання покриття каналу $\alpha = 0,4$;

$$L_d = 42 \text{ дБА}$$

$$\Pi = 1,0 \text{ м}$$

Ослаблення рівня шуму за рахунок нанесення покриття визначаємо по формулі (6.1).

$$\Delta L = 1,09 * \frac{\alpha * \Pi}{S} * l \quad (6.1)$$

де l – довжина внутрішнього покриття каналу, м;

S – площа поперечного перерізу каналу, м²

Необхідний рівень зниження шуму до L_d :

$$\Delta L = L_1 - L_d, \text{ дБА} \quad (6.2)$$

$$\Delta L = 92 - 42 = 50 \text{ дБА}$$

Довжина шумопоглинаючого покриття каналу:

$$l = \frac{\Delta L * S}{1,09 * \alpha * \Pi}, \text{ м} \quad (6.3)$$

$$l = \frac{50 * 0,0625}{1,09 * 0,4 * 1,0} = 7,167431193 \text{ м}$$

$$\Delta L = 1,09 * \frac{0,4 * 1,0}{0,0625} * 7,167431193 = 50 \text{ дБА}$$

Вживані засоби і методи колективного захисту від вібрації відповідає вимогам ДСН 3.3.6039-99 "Державні норми виробничої загальної і локальної вібрації". Засоби індивідуального захисту (взуття, рукавиці та інше) ГОСТ 12.4.024 ССТБ "Взуття спеціальне віброзахисне" і ГОСТ 12.4.002 ССТБ "Засоби індивідуального захисту рук від вібрації. Загальні технічні вимоги". Згідно ДСН 3.3.6-096-2002 "Державні санітарні норми при роботі з джерелами електромагнітних полів", захист персоналу від дії ЕОМ досягається шляхом проведення організаційних, інженерно-технічних засобів, а також використанням індивідуальних засобів захисту. При проведенні робіт з установками в середині екранованих приміщень застосовуються засоби, які не дають можливості перебування персоналу у напрямі випромінювання, а також забезпечують зменшення електромагнітної енергії від елемента конструкції, обгороджування приміщень.

З метою захисту персоналу, який знаходиться за камерою, передбачено засоби, які не дають можливості виходу випромінювання за межі екранованих приміщень. У таких випадках, коли рівні ЕОМ в середині камери перевищують гранично допустимі, персонал слід забезпечити засобами індивідуального захисту або вивести за межі камер з використанням дистанційного керування апаратурою. Згідно НРБУ-97 "Норм радіаційної безпеки України", на час робіт в умовах комунальної радіаційної аварії використовується персонал, який прирівнюється до категорії А. При цьому персонал має бути забезпечений усіма табельними спеціальними засобами, індивідуальними і колективними засобами захисту (спец одяг, захист дезактивації та ін.), а також системою виміру і реєстрації, отриманих в ході проведення робіт доз випромінювання.

Захист довкілля забезпечений контролем за дотриманням нормативів ПДК, впровадження на автотранспорт засобів зниження викидів СО, Нох. Лабораторний контроль стічних вод, впровадження системи очищення води і повторне її використання. Санітарно-побутові приміщення для робітників, інженерно-технічних робітників і обслуговуючого персоналу в цеху спроектовані відповідно до вимог СНиП 209.04-87 "Адміністративні і побутових будівлі та приміщення".

6.3 Заходи по забезпеченню пожежної безпеки

Згідно СНиП 2.09.02-85 "Виробничі будівлі" ковальсько-пресовий цех належить до категорії Г виробництв по вибухопожежонебезпеці, і характеризується тим, що речовини, що не згорають, і матеріали знаходяться в гарячому, розжареному або розплавленому стані; процес їх обробки супроводжується виділенням променистого тепла, іскр, і полум'я. Міра вогнестійкості одноповерхової будівлі - V. Площа поверху між протипожежними стінами складає 1500 м². Згідно ДБН В. 1.1.7-2002 "Пожежна безпека об'єктів будівництва", відстань від найбільш віддаленого робочого

місця до найближчого евакуаційного виходу складає 120 м. Захист електроустановок і електричних мереж від перевантажень і струмів згідно НПАОП 40.1-1.01-97 "Правила безпечної експлуатації електроустановок" здійснюється автоматичними вимикачами і плавкими запобіжниками. Вони мають бути розраховані на тривале протікання розрахункового струму навантаження і на короткочасну дію пікового струму.

Для аварійного освітлення використовують тільки світильники і лампами розжарювання. Світильники евакуаційного аварійного освітлення підключені до мережі, не пов'язаної з робочим освітленням. Відключаючи апарати розташовуються поза приміщенням на зовнішній стороні стіни, що не згорає, або на спеціальних металевих стійках. Вимикачі, рубильники поміщені в металеві кожухи (шафи), які після відключення у кінці робочого дня опечатують.

Система забезпечення пожежної безпеки складається з пожежних сповіщувачів, включених в сигнальну лінію і перетворюючих в електричний сигнал інфрачервоного випромінювання від джерела вогню або тепла; приймально-контрольній пожежній станції, що формує сигнал тривоги і передавальній його на центральний пункт пожежного зв'язку (ЦППЗ), а також що включає оптичну світлову і звукову сигналізацію.

Приймально-контрольні станції відповідають вимогам НПБ 75-98 "Приладів приймально-контрольні пожежники. Прилади управління пожежники. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань". Їх встановлюють в приміщеннях з постійним цілодобовим перебуванням чергового персоналу.

У цеху застосовуються первинні способи пожежогасіння до них відносяться вогнегасники, пожежний інвентар (покривало з теплоізоляційного матеріалу, що не згорає, ящики з піском, бочки з водою) і пожежні інструменти (крюки, ломи, сокири, совкові лопати). Покривала мають розміри не менше 1x1 м (для невеликих пожеж). Бочки з водою застосовуються з розрахунку одна бочка на

250-300 м² площі. Місткість бочки не менше 0,2 м². Пожежні щити встановлюються на території ділянки з розрахунку один щит на площу 5000 м².

У комплект щита входить: вогнегасники - 3 штуки, ящик, з піском покривали з розміром 2х2 м, крюки - 3 штуки, ломи - 2 штуки, сокири - 2 штуки. Ящики з піском мають місткість 0,5 м², 1,0 м² або 3,0 м² і комплектують совковою лопатою. Для гасіння і локалізації невеликих вогнищ горіння вогнегасящими складами застосовують ручні і пересувні вогнегасники, які відповідають вимогам НАПБ А.01.001-2004 "Правила пожежної безпеки України".

6.4 Заходи по забезпеченню безпеки в надзвичайних ситуаціях

Заходи по дезактивації технологічного устаткування (агрегатів, машин, апаратів) за умови радіаційного зараження місцевості. Для визначення необхідності дезактивації технологічного устаткування проводять дозиметричний контроль радіаційного забруднення. Дезактивацію можна проводити повну або часткову. При дезактивації приміщень РВ змивають сильним струменем води спочатку з даху, потім із стін, дверей і вікон. Струмінь направляють на поверхню під кутом 30-40 градусів. Змиті РВ закопують в землю. Усередині виробничих приміщень видаляють пил із стелі і стін струменем води і проводять вологе прибирання, витираючи пил зверху вниз.

Устаткування в приміщеннях промивають водою за допомогою щіток. Для повнішої дезактивації використовують господарське мило, соду або поверхнево активні речовини (ОП-7, ОП-10) 3% концентрації. Якщо холодна вода з миючими засобами не знижує рівень радіаційного зараження, то дезактивацію слід проводити гарячими розчинами. Для зниження температури замерзання розчинів, що дезактивують, їх роблять на основі аміачної води з відсотком аміаку 25%.0

Дезактивувати металеві, пластмасові, гумові, цегляні і бетонні поверхні ефективно обмиванням струменем під тиск 20 кПа з відстані 2-3 м. При такій обробці радіоактивність знижується в 10-20 разів, з додаванням миючих засобів (СФ-2У, "Вихор") ефективність збільшується в 20-50 разів. Інструмент, інвентар і інші невеликі предмети дезактивації обтирають тампонами, щітками, змоченими водою або розчинами, що дезактивують. Забрудненість зменшується в 8-10 разів. Змивання РВ водою і одночасною обробкою засобами, що дезактивують, за допомогою щіток - спосіб, що зменшує рівень забруднення в 50-80 разів. Дезактивацію устаткування розпочинають з верхньої точки і поступово опускаються зверху вниз. Замаслені і брудні місця обов'язково протирають щітками і тампонами.

Окремі дрібногабаритні деталі дезактивують в спеціальних ваннах засобами дезактивації. Для дезактивації можна застосовувати розчини: 0,7% розчин гексометофосфату натрію, 2% соляної кислоти і 0,1% полімеру буталаміну, розчини на основі лугів натрію і калію.

Після дезактивації проводять повторний дозиметричний контроль. Якщо неможливо досягти повної дезактивації цінне устаткування вирушає на обробку в спеціалізовані підприємства.

Пористі метали краще дезактивувалися за допомогою пілососів. Дезактивація одягу, взуття, і індивідуальних засобів захисту - вибивання і витрусило, миття або протирання (для прогумованих шкіряних виробів і частин) водними розчинами миючих засобів або водою, а також прання по спеціальних режимах з використанням речовин для дезактивації. Прання як спосіб дезактивації використовують, якщо зниження рівня забруднення одягу неможливо досягти іншими способами.

Воду дезактивують відстоюванням, фільтруванням і перегонкою. Відстоювання - спосіб для невеликої кількості води. Для цього у воду додають природні іоніти - глину або чорнозем і ретельно перемішують. Дають відстоятися і зливають верхній шар води, забрудненість якого РВ на 50-70%

менша. Відстоювання можна з'єднати з фільтруванням. Пропускання води через шар землі, піску або вугілля дозволяє очистити воду на 85-90%.

Кращий спосіб дезактивації води це перегонка, але він можливий тільки за наявності спеціального устаткування і може бути використаний тільки для невеликої кількості об'єму води.

Передбачені заходи по охороні праці, виробничої санітарії, гігієні праці і пожежної безпеки відповідають вимогам ГОСТ, ДБН, ДСН, СНіП, забезпечують безпечні і комфортні умови праці персоналу.

Передбачені в цеху заходи з охорони праці, виробничої санітарії, гігієні праці і пожежної безпеки забезпечують безпечні та комфортні умови праці персоналу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Технології композиційних та наноструктурних конструкцій, Технології озброєння та засобів безпеки/ Уклад.: Орлюк М.В., Вишневський П.С., Піманов В. В., Лавриненков А.Д. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 80 с.- <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20857>.
2. Стеблюк В.И., Марченко В.Л., Белов В.В., Гривачевский А.Г. Технология листовой штамповки. Курсовое проектирование. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1983. – 280 с.
3. Методичні вказівки з дисципліни “ Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство” до виконання лабораторного практикуму з розділу “Обробка матеріалів тиском, частина I (отримання машинобудівних профілів)” для студентів механічних спеціальностей усіх форм навчання / Укл.: Трофименко В.В., Клименко О.П., Овчаренко В.І. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2012. - 24 с.
4. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: Практикум: Навч. посібник / Василь Попович та інш. - Львів: Видавництво “Папуга”, 2004. - 422 с.
5. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія холодного штампування та конструювання штампів». Укладачі: Орлюк М.В., Добровлянський С.М., Вишневський П.С., Калантир С.Ф., Київ 2009
6. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. Ленинград : Машиностроение, 1979. 518 с.
7. Семенов Е.И. Справочник Ковка и штамповка. Том 1. Материалы и нагрев, оборудование, ковка. Москва : Машиностроение, 1985. 567 с.
8. Семенов Е.И. Справочник Ковка и штамповка. Том 4. Листовая штамповка. Москва : Машиностроение, 1987. 544 с.
9. Рудман Л.И. Справочник по оборудованию для листовой штамповки. Киев : Техника, 1989. 229 с.

- 10.Норицин И.А. Проектирование кузнечных и холодноштамповочных цехов и заводов. Москва : Высшая школа, 1977. 422 с.
- 11.Рей Р.И., Монятовский С.С. Кузнечноштамповочное оборудование. Прессы кривошипные. Луганск : ВНУ, 2000. 216 с.
- 12.Живов Л.И., Овчинников А.Г. Кузнечно-штамповочное оборудование. Прессы. Киев : Высшая школа, 1981. 376 с.
13. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. Москва : Машиностроение, 1974. 317 с.
- 14.Мягков В.Д. Справочник. Допуски и посадки. Том 1. Ленинград : Машиностроение, 1982. 543 с.
- 15.Мягков В.Д. Справочник. Допуски и посадки. Том 2. Ленинград : Машиностроение, 1983. 446 с.
- 16.Явтушенко О.В. Проектування та розрахунків кривошипних пресів. Запоріжжя : ЗНТУ, 2012. 436 с.
- 17.ДЕСТ 18732-73 - 18824-63. Штампи листового штампування. Деталі та складальні одиниці.
- 18.ДЕСТ 16621-71 - 16675-71. Пуансони, матриці, державки підкладні, плити і шпонки розділових штампів.
- 19.ДЕСТ 16715-71 - 16722-71. Хвостовики для штампів листового штампування.
- 20.ДЕСТ 2.424-80. Правила виконання креслень штампів листового штампування.
- 21.ДЕСТ 3.1701-79. Правила запису операцій і переходів.

ДОДАТКИ

Дубл.									
Взам.									
Ориг.									
				ЗНУ					
<p>Міністерство освіти та науки України Запорізький національний університет Кафедра МТЕТБ</p> <p>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ШТАМПУВАННЯ</p>									
Перевірів _____ (А.В. Явтушенко)				Зав. кафедрою _____ (Ю.О. Белоконь)					
Техн.контроль _____ (Ю.О. Белоконь)									
ТА									

