

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет
Факультет транспорту та механічної інженерії
Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»
**СТВОРЕННЯ ПАТРОНУ ДЛЯ ПРИСТРОЮ
АВТОМАТИЧНОЇ ПОДАЧІ ЗАГОТОВКИ ТОКАРНОГО
ВЕРСТАТА**

спеціальність 131 Прикладна механіка
освітня програма «Металообробне обладнання та роботизовано
виробничі системи»

Виконав: здобувач вищої освіти
Групи ІМ(МОРВС)-42
Іванчук Іван Юрійович

(підпис)

Керівник:
К.т.н., доцент
Придальний Борис Іванович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 2025 р.
К.т.н., доцент
Гарант освітньої програми:
Придальний Борис Іванович

(підпис)

Луцьк – 2025 року

АНОТАЦІЯ

Іванчук Іван Юрійович. Створення патрону для пристрою автоматичної подачі заготовки токарного верстата. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Металообробне обладнання та роботизовано виробничі системи» спеціальності 131 Прикладна механіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Робота кваліфікаційна бакалавра складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків і рекомендацій та списку використаних джерел.

Результати дослідження включають конструктивні та експлуатаційні характеристики, а також поради щодо проектування, виготовлення та застосування подаючих цангових патронів з розширеним діаметром затискання. Це створює умови для створення технічних умов і керівного матеріалу, необхідних для виготовлення та випробування механізмів подачі циліндричних заготовок у затискні патрони верстатів автоматичної дії.

У галузі машинобудування результати дослідження можуть бути використані для створення нових конструкцій широкодіапазонних і довговічних подаючих патронів з використанням цанг.

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

ABSTRACTS

Ivanchuk Ivan Yuriyovych. Creation of a chuck for the device of automatic feeding of a workpiece of a lathe. Manuscript.

Qualification work of the bachelor's degree program "Metalworking equipment and robotic production systems", specialty 131 Applied Mechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

The bachelor's thesis consists of an introduction, four chapters, general conclusions and recommendations, and a list of references.

The results of the study include design and operational characteristics, as well as advice on the design, manufacture and application of feed collet chucks with an extended clamping diameter. This creates the conditions for the creation of technical specifications and guidance material necessary for the manufacture and testing of mechanisms for feeding cylindrical workpieces into the clamping chucks of automatic machine tools.

In the field of mechanical engineering, the results of the study can be used to create new designs of wide-range and durable feed chucks using collets.

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. АНАЛІЗ РАНІШЕ ВИКОНАНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В ОБЛАСТІ КОНСТРУЮВАННЯ Й ВИГОТОВЛЕННЯ ЦАНГ ДЛЯ ПОДАЧІ ЗАГОТОВОК	7
1.1 Загальні підходи до створення патронів для подавання заготовки	7
1.2 Особливості структурних елементів механізмів для подавання	8
1.3 Узагальнення особливостей функціонування системи подачі заготовки	10
2. ВИМОГИ ДО ПІДСИСТЕМ МЕХАНІЗМІВ ПОДАЧІ ЗАГОТОВОК У ВИГЛЯДІ ПРУТКА І ЇХ ВИКОНАВЧОГО ОРГАНУ	12
2.1 Основні підсистеми механізму подавання заготовок	12
2.2 Фактори, що визначають якість функціонування механізму подачі	15
2.3 Розрахунок окремих параметрів функціонування падаючої цанги	19
3. АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ КОНСТРУКЦІЙ ПАТРОНІВ ДЛЯ ПОДАВАННЯ ЗАГОТОВОК	24
3.1 Аналіз структур цанг для подачі заготовок круглого перерізу	24
3.2 Аналіз впливу особливостей конструкцій падаючої цанги на процес подачі	27
3.3 Підходи до збільшення діапазону діаметрів заготовки, що можуть подаватися однією цангою	30
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	38
4.1 Розташування елементів робочого місця	38
4.2 Забезпечення освітленості місця виконання робочих операцій	41
4.3 Визначення параметрів заземлення електричного обладнання робочого місця	43
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	46

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

ВСТУП

Пристрої подавання і цанги для подачі заготовок застосовуються для автоматизованої подачі заготовок у вигляді прутків і труб до токарного обладнання — як автоматів, так і токарно-револьверних верстатів з різними типами керування. Для багатошпindelних токарних автоматів використовуються цанга для подачі заготовок, які складаються з пружного корпусу з розрізом і притискних елементів. Внутрішній профіль цанга для подачі заготовок виготовляється згідно з геометрією заготовки, що подається, відповідно до. Подібні рішення широко реалізовані й у продукції іноземних виробників.

Під час подачі зусилля передається від механізму подавання безпосередньо через цанга для подачі заготовок на матеріал, який переміщується в осьовому напрямку до моменту контакту з упором. Після цього виконується підтискання до моменту затиску — зазвичай у патроні або затискній цанзі. Тертя між цанговими губками та прутком виникає за рахунок пружного деформування пелюсток цанга для подачі заготовок та наявності конічного переходу між пелюстками і губками.

Поширеним варіантом конструкції механізмів призначених для подачі заготовок є система, що включає: цангу подачі, тягу для цанги подачі, повзун та упор. У версіях механізмів призначених для подачі заготовок з пружно-кулачковим приводом подавання забезпечується пружиною, а зворотний рух — кулачком. У випадку одношпindelних токарних автоматів та багатошпindelних верстатах де кулачковий механізм задає довжину ходу повзуна, яка регулюється розміщенням каменю на важелі, що визначає радіус ходу. У гідро- або пневмопривідних механізмів призначених для подачі заготовок, застосовуваних у револьверних верстата або верстатах з автоматичним програмним керуванням, хід повзуна і рух поршня задається змінним упором.

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Цикл роботи механізмів призначених для подачі заготовок включає наступні етапи: подавання заготовки до упору при розкритій цанзі, пауза на затиск, після чого відбувається набір матеріалу, що часто виконується під час обробки — в такому випадку цанга для подачі заготовок відіграє роль додаткової опори. У конструкціях із багатофункціональним використанням патронів для подачі або цанга для подачі заготовок вони можуть також виступати як додаткові елементи затиску, що змінює логіку роботи всього механізму.

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ РАНІШЕ ВИКОНАНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В ОБЛАСТІ КОНСТРУЮВАННЯ Й ВИГОТОВЛЕННЯ ЦАНГ ДЛЯ ПОДАЧІ ЗАГОТОВОК

1.1 Загальні підходи до створення патронів для подавання заготовки

Багато закордонних і вітчизняних авторів вивчали питання конструювання механізмів подачі прутка, механізму подачі заготовки, а також виготовлення цангів і патронів для подачі заготовки. У роботах Дальського А. М., Дьяченка Ю. П., Дементьєва В. І., Камишного В. І., Клебанова М. К., Кузнєцова Ю. М., Орликова М. Л.

Монографії Богуславського Б. Л., Камишного Н. І. і Шаумяна Г. А., написані раніше, містять аналіз різних конструкцій механізмів подавання заготовки та пропонують їх класифікацію. Богуславський Б.Л. розробив основні вимоги до механізму подавання заготовки.

У своїх роботах Модлін Б. Д. дослідив процес переміщення прутка до упору для механізму подавання заготовки з пружним зв'язком, жорстким зв'язком і без зв'язку з розподільчим валом. Він вивчав спосіб відскоку прутка як від звичайного упору, так і від упору з попереднім натягом.

Результати дослідження були представлені в роботах Орликова М. Л. і Ланди Г. Л., в яких досліджувався баланс точності та пружних переміщень багатошпindelних токарних автоматів, а також була визначена питома вага механізму подавання заготовки.

На основі аналізу зношування цанги для подачі заготовок було виявлено, що передня частина губки має найвищий рівень зношування при діаметрі робочого отвору, рівному номінальному діаметру прутка. Встановлено, що наступні причини виходу цанги для подачі заготовок із ладу: 1) зношування робочого отвору під час проковзування цанги під час набору та подачі прутка; 2) пошкодження пелюсток під час удару під час заправки прутка; 3) низька якість механічної та термообробки пружної частини цанги для подачі заготовок; і 4) втрата пружних властивостей пелюсток.

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

У роботах Колебанова М. К. досліджувалися процеси механізму подавання заготовки з врахуванням зміни маси прутка та пружності його ланок.

Монографія Богуславського Б. Л. містить формули для визначення радіальної сили затискача прутка цанга для подачі заготовок, а також час, необхідний для подачі прутка.

Кузмич А. Н. вивчив процес зіткнення, щоб оцінити плавність і безперервність подачі прутка. Він розробив формули, щоб визначити мінімальну силу зчеплення (тертя) цанга для подачі заготовок по прутку залежно від швидкості співударяння та коефіцієнта проковзування цанга.

Під керівництвом Орликова М. Л. в Київському політехнічному інституті було досліджено механізм подавання заготовки для скорочення часу допоміжних рухів токарних багатошпindelних автоматів мод. 1Б265-6. У цьому експерименті підтверджено наступне: удари в приводі механізму подачі заготовки через зазори в ньому; неповне використання циклового кута, відведеного під подачу; більша швидкість зустрічі прутка з упором.

У роботі Кузнецова Ю. М. розроблено дослідження механізму подачі пруткового матеріалу, а також розроблено нові форми патрона для подачі заготовки та цанг для подачі заготовок для токарного автомата. Аналіз процесу подачі при взаємодії із затискними механізмами різного призначення проводився відповідно до розробленої універсальної динамічної моделі механізму подачі та упору прутка токарного автомата.

Кузнецов Ю. М. запропонував формулу для визначення найменшої сили зчеплення (тертя) цанга при подачі заготовок із прутком, враховуючи сили тертя обертового прутка в напрямній трубі.

1.2 Особливості структурних елементів механізмів для подавання

Досліджені проблеми підвищення довговічності затискних цанг, отриманих методом лиття, і розробив і обґрунтував технології виготовлення та проектування нерозвідних і литих затискних цанг дали можливість удосконалити технологічні процеси виготовлення.

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

В роботах Макарової В. І., Велищанського А. В. а також Зябрева А. А. досліджувалася довговічність заготовок за допомогою матеріалу та термообробки цанга. Встановлено, що низька зносостійкість застосовуваних сталей є причиною низької довговічності цанга для подачі заготовок, яка має значний розкид значень (до 300%). Однак використання зносостійких сталей, таких як швидкорізальні (P9), може значно підвищити довговічність цанга для подачі заготовок.

Велика кількість робіт присвячена розгляду сучасних і широко використовуваних конструкцій механізму подавання заготовки, а також розгляду їхніх переваг і недоліків. Наприклад, розроблено механізм подавання заготовки, у якому плоска спіральна пружина, що закручується в міру зменшення довжини заготовки, автоматично регулює кінетичне навантаження прутка. Інший новий механізм подавання заготовки має систему програмного керування, яка контролює величину переміщення прутка, який витягується захватом, встановленим у револьверній головці. Функціональні схеми цих механізмів значно відрізняються від звичайних схем.

Нові методи створення радіальної сили затиску прутка в патрон для подавання заготовки базуються на підвищеному тиску повітря в гумових трубках навколо прутка та масі дрібних кульок, розміщених у просторі між прутком і трубкою, що подається.

В останні роки було розроблено багато нових механізмів подавання заготовки, призначених для верстатів зі ЧПК. У зв'язку з тим, що ці конструкції призначені як для серійного, так і для дрібносерійного виробництва, важливою є простота переналагодження механізму подавання заготовки. Наприклад, VDF Bochringer пропонує для токарних верстатів із ЧПК зовнішню подачу прутка замість внутрішньої, причому патрон для подавання заготовки розташований перед затискним патроном. У цій конструкції кінець прутка захоплюється за виступаючий кінець деталі після того, як він відрізається, і витягується на потрібну довжину.

Відомі подаючі цанги, призначені для забезпечення паралельності губок

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

поверхні подаючого прутка при різних відхиленнях від його номінального діаметра, складаються з багатьох деталей. Це робить цанги для подачі заготовок менш надійними та міцними, а їх конструкцію складніше.

1.3 Узагальнення особливостей функціонування системи подачі заготовки

Траєкторія руху цанга для подачі заготовок у конструкціях із пружинно-контркулячковим приводом визначається силами, що виникають у пружині, конфігурацією профілю контркулачка та інерційними характеристиками, такими як маса, жорсткість і наявність зазорів. Крім того, існує взаємодія між прутком і підтримуючими елементами з масою заготовки. Профіль кулачка в кулачкових системах головним чином формується законом руху, враховуючи подібні динамічні фактори. Характеристики циліндра та гідроапаратури впливають на гідроприводи. Гідравлічні схеми зазвичай використовуються в токарних револьверних верстатах з гідрофікованими вузлами через їхню низьку швидкодію.

Щоб забезпечити ефективну передачу зусилля навіть при допустимих відхиленнях діаметра та зношенні отвору, цанга для подачі заготовок повинна забезпечувати постійне тертя з прутком. Уникніть тертя заготовки об внутрішні частини цанги. У зв'язку з тим, що стандартні моделі патронів для подачі не гарантують, що торець прутка буде знаходитися в правильній позиції під час затиску, часто потрібно додатково обрізати торець, щоб отримати правильну довжину заготовки.

До основних недоліків цанга для подачі заготовок належать втрата пружних властивостей пелюсток і інтенсивне зношування притискних поверхонь. Це зменшує ресурс використання, який оцінюється в 200–800 годин роботи або 400–1200 метрів тертя.

Під час розробки патронів для подачі, особливо цангів для подачі заготовок, необхідно враховувати як параметри подачі, так і умови різання. Найважливішими вимогами є:

- зменшення ймовірності зворотного зміщення прутка після подачі;

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

- достатня сила тертя, щоб запобігти проковзуванню;
- забезпечення самозахисту при перевантаженнях або зношенні;
- надійність.

Також, важливими факторами для побудови є такі: простота виготовлення і технологічність деталей та не висока вартість; можливість інтегрування у верстаті; економія місця; комфортність обслуговування та низький рівень шумових ефектів; ефективне завантаження прутка; варіативність розташування патронів для подавання заготовок у межах робочої зони.

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 2

ВИМОГИ ДО ПІДСИСТЕМ МЕХАНІЗМІВ ПОДАЧІ ЗАГОТОВОК У ВИГЛЯДІ ПРУТКА І ЇХ ВИКОНАВЧОГО ОРГАНУ

2.1. Основні підсистеми механізму подавання заготовок

Патрони для подачі заготовок і цанги для подачі заготовок призначені для автоматизації подачі труб та прутків токарні автоматичні верстати та верстати з різними системами керування. Цанги для подачі кружляка, які застосовуються на верстатах, особливо на багатошпindelних токарних автоматах, складаються з пружної розрізної гільзи та губок, внутрішній діаметр яких регулюється формою та розмірами матеріалу, що подається. Зарубіжні фірми використовують подібні конструкції цанги для подачі заготовок.

Цанги для подавання заготовок передають зусилля осьові від механізму подавання заготовки безпосередньо на пруток або трубу. Механізм переміщує трубу до упору, після чого пруток підтискає до нього затискним патроном, який зазвичай називають затискною цангою. Пружна деформація пелюсток створює силу зчеплення шляхом тертя губок цанга для подачі заготовок із прутком під час подачі-набору, а похилий (конусний) перехідний ділянку від пелюсток до губок створює силу зчеплення.

Патрон для подачі та цанга для подачі заготовок відповідні для автоматичної подачі прутків і труб у токарні автомати та токарно-револьверні верстати з різними системами керування. Цанга для подачі заготовок, яка використовується на верстатах, особливо на багатошпindelних токарних автоматах, складається з пружної розрізної гільзи та губок, внутрішній діаметр яких розраховується відповідно до форми та розмірів матеріалу, що подається. Подібні конструкції цанга використовуються зарубіжними компаніями для доставки заготовок. Щоб передати зусилля подачі від механізму подачі заготовки безпосередньо на пруток, цанга для подачі заготовок переміщує

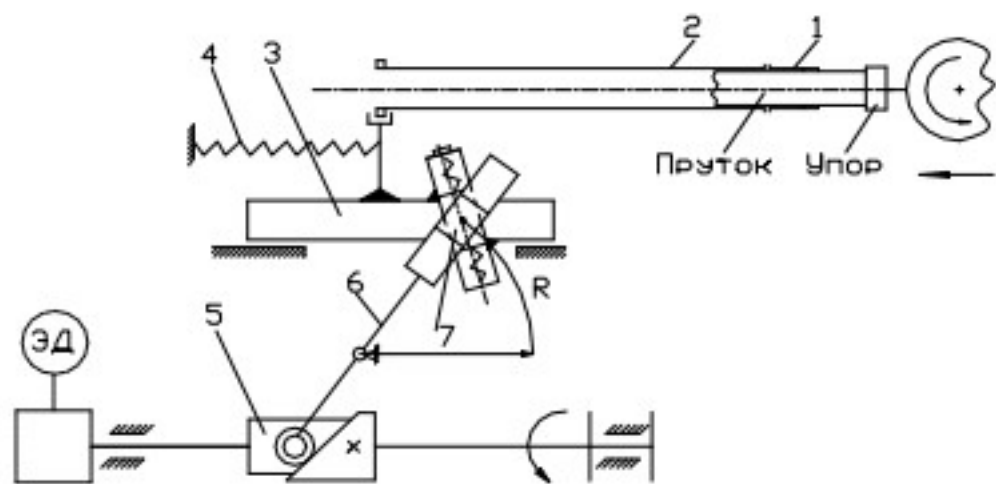
					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

трубу до упору. Після цього затискний патрон (зазвичай затискна цанга) підтискує пруток до упору. При подачі та наборі пружна деформація елементів цанга для подачі заготовок створює силу зчеплення від тертя губок цанга для подачі заготовок з прутком, а також похилу (конічну) перехідну ділянку від пелюсток до губок цанга для подачі заготовок.

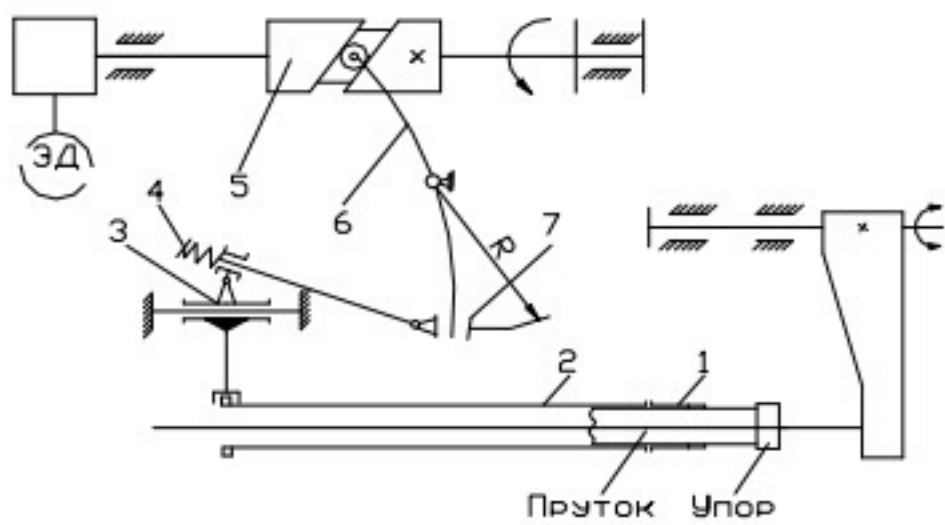
Найпоширенішими конструкціями механізму подавання заготовки є такі, як показано на рис. 1.1, і вони складаються з таких компонентів: подаючої тяги 1, труби подачі 2, повзунів і упорів. Довжина ходу елемента 3 визначається положенням каменя 7 на дальньому плечі важеля 6 ($R = var$) у механізмі подавання заготовки одношпindelним токарним автоматом (рис. 1.1, а, б) і багатошпindelним токарним автоматом (рис. 1.1, а, б). У механізмі подавання заготовки з гідроприводом (пневмоприводом) для токарно-револьверних верстатів і токарних верстатів з числовим програмним керуванням (рис. 1.1, в) регульований упор 4 визначає довжину ходу повзуна 3 і поршня 5 під час набору.

У більшості випадків механізм подавання заготовки працює таким чином: подача прутка до упору при розщепленій цанзі, вистій під час затиску прутка, а потім набір прутка після затиску. Цей процес відбувається зазвичай під час обробки прутка, що дозволяє цанзі подавати заготовки як додаткову опору. Патрон для подачі, також відомий як цанга для подачі заготовок, може виконувати функції затискного патрона або додаткового затискача в багатофункціональних механізмах. У такому випадку цикл роботи затискного механізму змінюється. Закон руху цанга для подачі заготовок у механізмі для подачі заготовок із пружинним кулачковим приводом показаний на рис. 1.1, а. Він визначається силою натягу, жорсткістю пружини, профілем контркулачка, динамічними характеристиками (маса, жорсткість, демпфування) і величиною зазорів у механізмі для подачі заготовок. Крім того, маса прутка, сила тертя прутка в підтримуючих труб

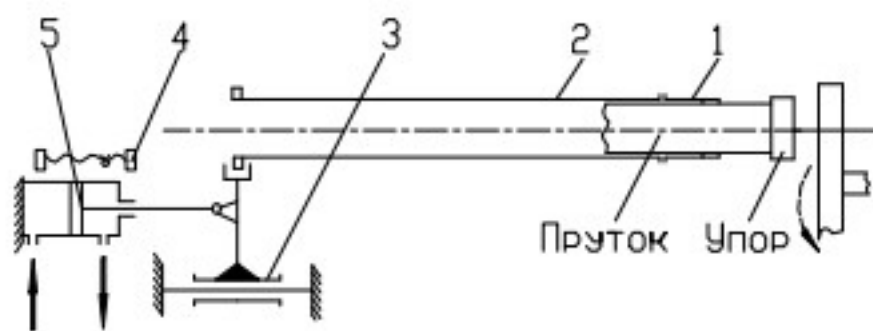
						034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата			



а)



б)



в)

Рисунок 1.1 Механізм для подавання заготовки із пружинно-кулачковим (а), кулачковим приводами (б), гідравлічним приводами (в)

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

2.2 Фактори, що визначають якість функціонування механізму подачі

Закон руху цанга для подачі заготовки в механізмі для подавання заготовки з кулачковим приводом (рис. 1.1, б) визначається профілем кулачка, динамічними характеристиками (жорсткість, маса, демпфування) і величиною зазорів. Закон руху цанга для подачі заготовок у механізмі з гідравлічним приводом (рис. 1.1, в) в основному визначається параметрами гідроциліндра та гідроапаратури.

Механізми подавання заготовки гідравлічним приводом зазвичай мають низьку швидкодію, тому їх зазвичай використовують у гідрофікованих револьверних верстатах. Цанга для подачі заготовок повинна забезпечувати силу зчеплення (тертя) з прутком у межах, необхідних для нормальної роботи механізму.

Якщо діаметр прутка змінюється в межах допуску, робочий отвір цанга зношується під час експлуатації. Крім того, цанга для подачі заготовок повинна центрувати пруток, щоб мінімізувати тертя прутка об губки розщепленої цанги.

Існуючі цанги для подачі заготовок за допомогою затискної цанги не забезпечують стабільність переднього торця прутка під час його подачі до упору та затиску. Отже, для визначення точної довжини деталі додатково підрізають передній край прутка.

Недоліками цанг для подачі заготовок є швидке зношування губки та втрата жорсткості пелюсток, що призводить до низького терміну служби цанг. Ресурс роботи становить 200-800 годин роботи, або 400-1200 м шляху тертя, згідно з даними виробництв.

Структура вимог до цанга для подачі заготовок повинна враховувати процеси різання та подачі. З цієї причини механізм подавання заготовки повинен виконувати наступні основні вимоги:

- відсутність відскоку прутка — це необхідно для забезпечення точності

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

довжини подачі прутка при роботі з іншими механізмами, яка визначається відхиленням довжини деталі, яка відрізана від прутка;

- захист від поломки механізму подачі, через наявність блокування при сарацюванні прутка;

- швидкодія — це необхідно для зменшення часу подачі прутка до упору;

- забезпечення осьової сили зчеплення, щоб запобігти проковзуванню прутка

- зносостійкість та довговічність.

Додаткові вимоги до працездатності механізму для подачі заготовки та патрона для подачі заготовки (цанга для подачі заготовки) включають наступне:

- надійність і інтеграція у простір верстата;

- мінімальна кількість займаної площі;

- безшумність і зручність обслуговування;

- комфортність та простота завантаження прутка у шпиндельний вузол;

- можливість розташувати пристрій на різних

- низька трудомісткість і економічність виготовлення;

Таким чином, головним завданням патрона для подачі заготовки (цанга для подачі заготовки) є забезпечення точної подачі прутка по довжині без проковзування протягом передбаченого періоду експлуатації та відповідних відхилень діаметра прутка.

Сила подачі прутка (P_{Π}), сила заправки (P_3) і сила набору ($P_{\text{Н}}$) є силовими характеристиками патрона для подачі заготовки. Щоб перемістити пруток у цангу, сила подачі P_{Π} — це зусилля, яке потрібно прикласти до прутка в напрямку, протилежному подачі. Зусилля, яке необхідно прикласти до прутка, щоб він увійшов у цангу, називається силою заправки P_3 . Зусилля, яке необхідно прикласти до прутка, щоб він перемістився в цанзі подачі в напрямку подачі, називається силою набору $P_{\text{Н}}$.

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Сила набору P_H , необхідна для запобігання витягуванню затиснутого прутка із затискної цанги, є меншою, ніж сила набору P_H , яка виникає при ковзанні цанги для подачі заготовок відносно прутка під час набору.

Для того, щоб запобігти «вильоту» прутка із цанги по інерції під час руху цанги, необхідно забезпечити достатню силу P_{II} під час процесу руху цанги. Сила P_{II} повинна перевищувати силу інерції, визначену масою заготовки та законом її руху (приблизно приймають $P_H \approx P_{II}$).

Таблиця 1.1 містить аналіз факторів, що впливають на основні показники механізму для подачі заготовки, також відомого як патрон для подачі заготовки або цанга для подачі заготовок.

Характеристики патрон для подавання заготовки (цанговий патрон для подавання заготовок) дозволяють кількісно визначити вимоги до механізму подавання заготовки, патрон для подавання заготовки (цанговий патрон для подавання заготовок) і ступінь їх забезпечення (табл. 1.2).

Величина та розкид характеристик цанг для подачі заготовок залежить від якості його виготовлення. Це пов'язано з відхиленнями від номіналів різних лінійних і кутових розмірів, а також відхиленнями від розмірів подаючого прутка та властивостей його поверхні.

Функція Φ , абсолютна величина будь-якої характеристики патрона для подачі заготовки, також відомого як цанга для подачі заготовки, визначається її середнім значенням або математичним очікуванням $M\{\Phi\}$:

$$\Phi = \Phi_{cp} = 0,5(\Phi_{max} + \Phi_{min}), \quad (1)$$

Наприклад, калібрація сили цанги для подачі заготовок може бути представлена як сила подачі прутка P_{II} із відхиленнями його діаметра від d_{max} до d_{min} ($\Delta d = d_{max} - d_{min}$) визначається як:

$$P_{II} = P_{IIcp} = 0,5(P_{IImax} + P_{IImin}), \quad (2)$$

Показники нестабільності, коефіцієнти нерівномірності, стабільності та розкиду (перегрузка) можуть бути використані для визначення розбіжності характеристик $\Delta\Phi = \Phi_{max} - \Phi_{min}$.

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця 2.2 – Основні характеристики цангових патронів для подавання заготовок

Характеристики	Назва	Позначення	Коефіцієнт стабільності	Основні фактори, що впливають на характеристики	
				В процесі експлуатації	В процесі проєктування і виготовлення
Силові	Сила зчеплення (тертя) з прутком	F	K_F	$\Delta d, \Delta_H, \mu$	Геометричні розміри і форма розрізаної частини і перехідної ділянки, твердість і шорсткість робочого отвору
	Радіальна сила затиску однією губкою	T	K_T	$\Delta d, \Delta_H$	Геометричні розміри і форма розрізаної частини і перехідної ділянки
	Сумарна сила затиску прутка	T_{Σ}	$K_{T\Sigma}$	$\Delta d, \Delta_H$	
	Жорсткість розрізаної частини	C	K_C	$\Delta d, \Delta_H$	
Міцності	Сумарна жорсткість розрізаної частини	C_{Σ}	$K_{C\Sigma}$	$\Delta d, \Delta_H$	Геометричні розміри і форма пелюстки
	Нормальна напруга згину	σ	K_{σ}	$\Delta d, \Delta_H, \mu_H$	
	Момент опору поперечного січення	W			Геометричні розміри і форма пелюстки
Експлуатації	Коефіцієнт зчеплення (тертя)	μ	K_{μ}	$\Delta d, \mu$	Форма і твердість поверхневого шару робочого отвору
	Коефіцієнт об'єму зношення	K_{μ}	K_{μ}	стан поверхні прутка	Твердість поверхневого шару робочого отвору
	Радіальне зношення губки	Δ_H	K_{Δ}	L_{Δ}	Геометричні розміри і форма розрізаної частини і перехідної ділянки, твердість і поверхневого шару

2.3 Розрахунок окремих параметрів функціонування падаючої цанги

Існує взаємозв'язок між всіма показниками, що показують розкид характеристик цанга для подачі заготовок, а випадковий розкид може бути визначений дисперсією та полем розсіювання.

Відхилення максимального розкиду характеристики ε_{ϕ} до найбільшого відхилення діаметра подаваного прутка є показником нестабільності. Різниця

						034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата			

між максимальним та мінімальним значеннями характеристик до величини найбільшого значення відхилення діаметра Δd прутка, що подається як заготовка:

$$\varepsilon_{\Phi} = \frac{\Phi_{\max} - \Phi_{\min}}{d_{\max} - d_{\min}} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta d}, \quad (3)$$

Наприклад, визначник стабільності сил тертя-зчеплення цанги при подаванні заготовок у вигляді прутка можна визначити за допомогою формули:

$$\varepsilon_P = \frac{P_{\Pi \max} - P_{\Pi \min}}{\Delta d} = \frac{\Delta P_{\Pi}}{\Delta d}, \quad (4)$$

Показник нерівномірності δ_{Φ} — як відношення мінімального розкиду характеристики до середнього значення, що виражається як коефіцієнт при певному відхиленні діаметра заготовки, що подається:

$$\delta_{\Phi} = \frac{2(\Phi_{\max} - \Phi_{\min})}{\Phi_{\max} + \Phi_{\min}} = \frac{\Delta\Phi}{\Phi} = \frac{2\Delta\Phi}{\Phi_{\max} + \Phi_{\min}}, \quad (5)$$

Як приклад, коефіцієнти розкиду радіальної сили затиску прутка елементами цанги для подачі заготовок за рахунок пружності може бути знайдений за допомогою формули:

$$\delta_T = \frac{2(T_{\max} - T_{\min})}{T_{\max} + T_{\min}} = \frac{2\Delta T}{T_{\max} + T_{\min}}. \quad (6)$$

Коефіцієнт нерівномірності сили подачі P_{Π} при постійному коефіцієнті зчеплення губок цанга для подачі заготовок із прутком для різних відхилень діаметра ($\mu = \text{const}$) буде:

$$\delta_P = \frac{2(P_{\Pi \max} - P_{\Pi \min})}{P_{\Pi \max} + P_{\Pi \min}} = \frac{2\Delta P_{\Pi}}{P_{\Pi \max} + P_{\Pi \min}} \quad (7)$$

Показник стабільності K_{Φ} — це співвідношення мінімальних значень характеристик до максимальних:

$$K_{\Phi} = \Phi_{\min} / \Phi_{\max} \quad (8)$$

Як приклад, коефіцієнт стабільності напруг згину для деформації пелюсток визначається по формулі:

						034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата			

$$K_{\sigma} = \sigma_{\min} / \sigma_{\max} \cdot \quad (9)$$

Коефіцієнт розкиду, також відомий як перевантаження, є значенням, яке обернено до коефіцієнта стабільності:

$$\lambda_{\phi} = 1/K_{\phi} = \Phi_{\max} / \Phi_{\min} \cdot \quad (10)$$

Як варіант, коефіцієнт перевантаження за силою подавання заготовки буде:

$$\lambda_p = P_{\Pi_{\max}} / P_{\Pi_{\min}} \quad (11)$$

Коефіцієнти охоплення K_o та широти діапазону δ_d можна використовувати для визначення того, наскільки широкодіапазонний патрон для подачі заготовок здатний працювати під необхідною силою подачі P_{Π} .

Коефіцієнт охоплення - це коефіцієнт, який показує, наскільки робочий діапазон патрон для подачі заготовок охоплює певний діапазон діаметрів прутків:

$$K_o = \Delta d_o / \Delta D, \quad (12)$$

Діапазон діаметрів $\Delta d_o = d_{o_{\max}} - d_{o_{\min}}$ прутка для подачі в патрон для заготовок (цанга для подачі заготовок) без переналагодження, діаметри робочого отвору патрон для подачі заготовок, відповідно $d'_{o_{\max}}, d'_{o_{\min}}$ максимальні та мінімальні, і $\Delta D = D_{\max} - D_{\min}$ діапазон діаметрів подаючого прутка для ТА.

Патрон для подачі заготовки або цанга для подачі заготовки з робочим діапазоном $\Delta d'$ не може подавати прутки в певному діаметрі Δd , якщо $K_o < 1$. Це вимагає використання цанги для подачі заготовок або вкладишів у кількості:

$$n = \frac{(D_{\max} - D_{\min}) + 1}{\Delta d_o + 1} \quad (13)$$

При $K_o = 1$ робочий діапазон патрон для подачі заготовки (цанга для подачі заготовки) повністю використовується, і сила подачі P_{Π} не нижча допустимого рівня. При $K_o > 1$ існує резерв для додаткового охоплення діаметру прутків. В останньому випадку K_o можна використовувати як показник запасу

						034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата			

на зношування робочої поверхні затискних модулів патрона для подавання заготовки (цанга для подачі заготовки), за умови, що прутки для подачі мають однаковий діаметр із відповідними відхиленнями. Виконання умови $KO \geq 1$ є ознакою того, що патрон для подачі заготовки (цанга для подачі заготовки) відноситься до широкодіапазонних. В іншому випадку вони будуть вузькодіапазонними. Це відбувається, коли діаметр патрона для подачі заготовок (цанга для подачі заготовок) не може охоплювати діапазон діаметрів прутків, який був визначений.

Використовуючи певні умови, можна використовувати як абсолютні $\Delta d'$, так і відносні δ'_d показники, щоб визначити, наскільки широкодіапазонним є один патрон для подачі заготовки (або цанга для подачі заготовки) порівняно з іншим. Коефіцієнт широкодіапазонності, який представляє відносний показник, є безрозмірною величиною:

$$\delta'_d = \Delta d' / \Delta d'_{cp}, \quad (14)$$

де $d'_{cp} = 0,5(d'_{max} - d'_{min})$ - середнє значення діаметрів з діапазону патрон для подавання заготовки (цанга для подачі заготовок).

Показники абсолютної та відновної широкодіапазонності залежать від інтенсивності зміни силової характеристики патрона для подачі заготовки (цанга для подачі заготовки) в області її існування, а також від верхнього та нижнього рівнів сил допустимих.

Коли показник нестабільності ε_ϕ розглядається як відношення, його можна представити як безрозмірну величину:

$$\varepsilon'_\phi = \frac{\delta_\phi}{\delta'_d} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta d'} \cdot \frac{d'_{cp}}{\Phi_{cp}} = \varepsilon_\phi \cdot \frac{d'_{cp}}{\Phi_{cp}}. \quad (15)$$

Значення, зворотнє до коефіцієнта ε'_ϕ , також є безрозмірним, і показує коефіцієнт якості патрона для подачі заготовок, також відомого як цанга для подачі заготовок, за допомогою ознаки широкодіапазонності:

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

$$\varepsilon'_k = \frac{\delta'_d}{\delta'_\phi} = \frac{\Delta d}{\Delta \Phi} \cdot \frac{\Phi_{cp}}{d'_{cp}}. \quad (16)$$

З метою виведення залежності ε'_k від d_{cp} виразимо коефіцієнт якості у вигляді:

$$\varepsilon'_k = \frac{\Delta \bar{d}}{\Delta \Phi} = \frac{\Phi_{cp}}{\bar{d}_{cp} + d'_o} = \varepsilon_{\phi}^{-1} \varepsilon_y = \delta_d \cdot \delta_{\phi}^{-1}, \quad (17)$$

де $\varepsilon_y = \frac{\Phi_{cp}(T_{\Sigma}, P_{пр})}{d'_{cp} + d'_o}$ -показчик рівня характеристики силових, залежить від

варіантів розширення діапазонів діаметрів патрон для подавання заготовки (цанга для подачі заготовок): зменшення значення нижнього діаметра при заданому верхньому значенні або збільшення значення верхнього діаметра при заданому нижньому значенні діаметра.

Коефіцієнт широти діапазону в цьому випадку прийме вид:

$$\delta_d = \frac{\Delta \bar{d}}{\bar{d}_{cp} + d'_o}. \quad (18)$$

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ КОНСТРУКЦІЙ ПАТРОНІВ ДЛЯ ПОДАВАННЯ ЗАГОТОВОК

3.1 Аналіз структур цанг для подачі заготовок круглого перерізу

Відомі конструкції цанг для подачі заготовок і патронів для подачі заготовок поділяються на три категорії за способом фрикційної взаємодії із заготовкою: пружно-заклинювальні, пружні і заклинювальні.

В умовах, коли габарити дозволяють, вигідно використовувати самозаклинювальну цангу для подачі заготовок і патрон для подавання заготовки з підвищеною довговічністю та із більшими відхиленнями діаметра (понад ± 1 мм):

- з підпружиненою шайбою, яка використовується на верстатах «Гільдемейстер».

- з підпружиненою цангою малої твердості конструкції з плаваючою підпружиненою цангою;

- з кульками розклинюючи ми, що розташовані у пазах або сепараторі;

Але самозаклинююча цанга для подачі заготовок і патрон для подачі заготовок, які зазвичай розташовуються позаду шпинделя, іноді значно знижують максимальний діаметр оброблюваного прутка. Крім того, патрон для подавання заготовок значно збільшує довжину залишку прутка через специфіку розташування позаду шпинделя.

Для подаванні прутка з невеликим відхиленням радіальних розмірів (приблизно не більше 1 мм) і каліброваного краще використовувати патрон для подачі заготовки з пружними елементами. Цей тип патрона найчастіше представлений у вигляді цанга для подавання заготовки, як показано на рис. 1:

- армованою з використанням зносостійких матеріалів;

- з використанням матеріалу капрон з одним прорізом і армованим проміжками (застосовується часто для кругляка діаметром біля 12 мм);

- виконаний з гуми (або іншого еластичного матеріалу) із викривленою

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

формою поперечного перерізу приймаючого отвору губок;

- з регульованою довжиною елементів пружних цанги для регулювання їх твердості за ознакою зношення робочого отвору;

- з укороченим перетином;

- цільною, що сформована із пружинних сталей.

- із плоскими змінними пружинами;

- із плоскими пружинами та додатковою люнетною цангою або втулкою для напрямлення прутка;

- із циліндричним пружним елементом, вставленим в канавку при зведених пелюстках для збільшення терміну експлуатації цанги та забезпечення постійного осьового зусилля зчеплення з прутком під час подачі.

- із твердосплавними стрижнями та спіральною пружиною;

- із поздовжніми заведеними всередину пелюстками;

- із спіральною пружиною всередині цанги.

Термообробка попередньо деформованих пелюсток проводиться під час традиційного процесу виготовлення цанга для подачі заготовок до робочого напруженого стану. Для забезпечення сили затиску губками цанга для подачі заготовок і запобігання проковзуванню прутка під час подачі, пелюстки зводяться, а потім цанга для подачі заготовок нагрівається, щоб термофіксувати це положення.

Стандартні пружні цанги для подачі заготовок (рис. 3.1 а, б) забезпечують подачу каліброваних прутків з невеликими відхиленнями діаметра (наприклад, 40-0,34 мм або 65-0,40 мм). Вони мають найменші радіальні габарити, що дозволяє збільшити технологічні можливості токарних автоматів, збільшуючи діаметр оброблюваного прутка. Залишок прутка дуже малий. Такі цанги для подачі заготовок мають низку недоліків. Одним із них є низька довговічність і значне розсіювання величини сил зчеплення з прутком, яке відрізняється від номінального діаметра.

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

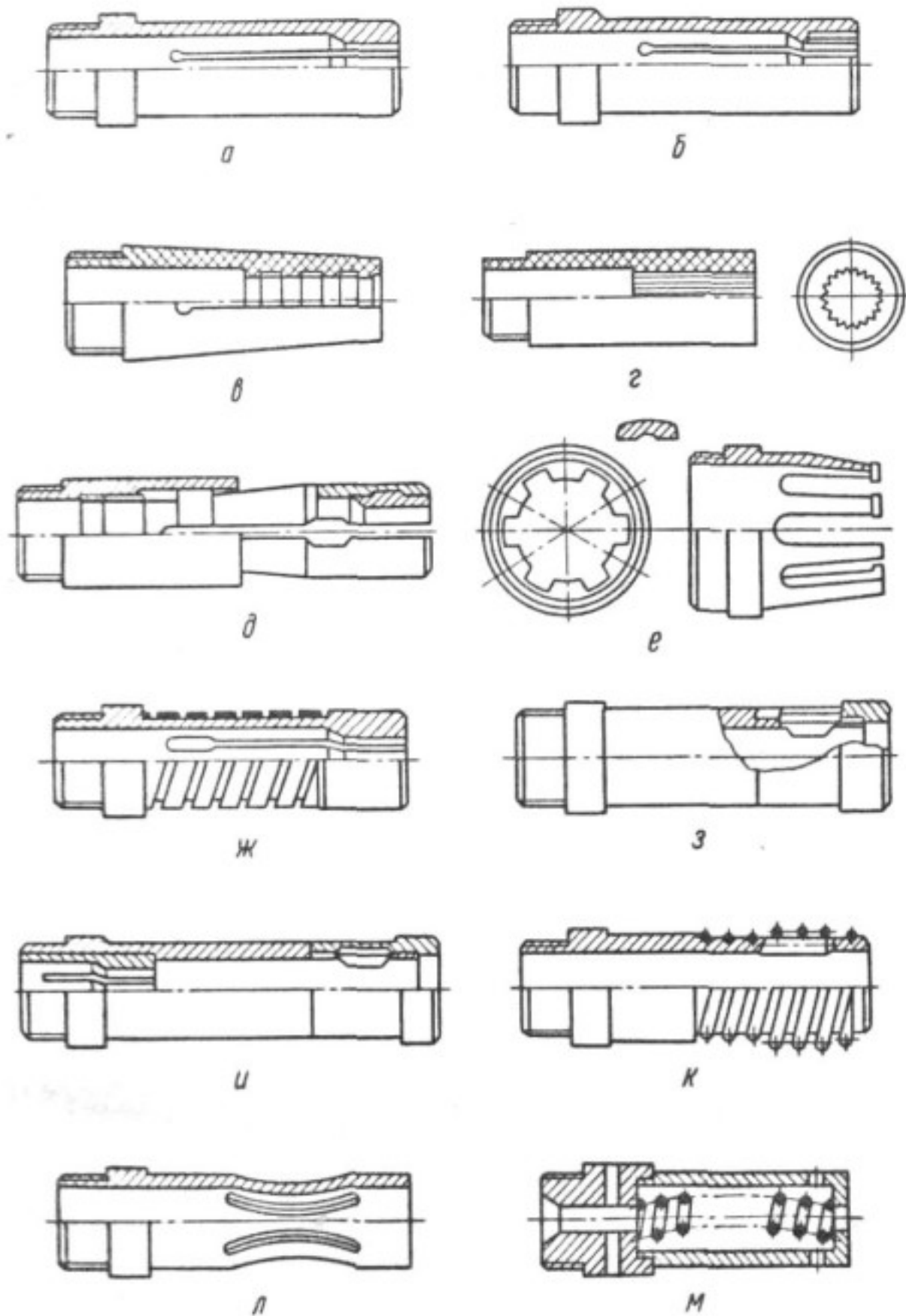


Рисунок 3.1 Подаючі цанги і патрони для подачі з пружними модулями

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

3.2 Аналіз впливу особливостей конструкції падаючої цанги на процес подачі

Таким чином, щоб досягти робочого напруженого стану цанга для подачі заготовок, вона піддається наступній термообробці при відомих відхиленнях пружної лінії пелюстки від нейтральної осі. Це призводить до більшої трудомісткості та меншої точності виготовлення через деформацію пелюстки під час нагрівання.

У результаті залишкових деформацій, які виникають, коли пелюстки повертаються до свого номінального вихідного положення, пружні властивості втрачаються. Це відбувається через двосторонній знакозмінний вигин, який відбувається при діаметрі прутка меншому або більшому, і при тривалій роботі цанга для подачі заготовок.

Заклинюючі та пружно-заклинюючі цанги для подавання заготовок і патрон для подавання заготовок забезпечують подачу прутків із збільшеним перепадом діаметрів, що звичайно супроводжується збільшенням радіальних габаритів. Крім того, осьова гальмуюча сила менша за рушійну силу, яка створюється силами зчеплення цанга для подачі заготовок із прутком під час їх подачі, яка діє з боку зони різання у бік прутка. Коли це відбувається, швидкість зустрічі прутка з упором збільшується, що призводить до відходу прутка та його коливань. Крім того, коли сила, що діє з боку привода через трубу подачі на цангу для подачі заготовок, зменшується. Цанга, яка використовується для подачі заготовок, зазвичай виготовляється з високоякісних високолегованих пружних сталей або армується спеціальними зносостійкими матеріалами. Для цанги добре підходять застосування гуми, капрону та комбінованих еластичних матеріалів.

Патрон для подавання заготовки з ефектом самозаклинювання, який використовується для подачі прутка, має збільшені радіальні габарити. У багатошпindelних токарних автоматах їх використовують рідко, оскільки вони в основному використовуються для подачі прутків у нижній частині діапазону діаметрів, забезпеченого верстатом. Такий патрон для подавання

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Згідно з рис. 1.3, а-в, цанга для подачі заготовок і патрон для подачі заготовки Бернадина РР мають клинчасті взаємодіючі з прутком вкладиші, які встановлені таким чином, щоб вони могли бути замінені швидко після зношування.

Патрон для подавання заготовки, показаний на рис. 1.3 а, складається з корпусу цанги 1, у якому розташовані вкладиші 2, чия конічна поверхня контактує з конусом корпусу. На вкладишах 2 є поздовжні канавки 3, бічні стінки яких симетричні до площин, що проходять через вісь цанги 12, і пази 4, у які входять кінці 5 клинчастих елементів 6, які закріплені на корпусі 1 гвинтами 7 і встановлені в прорізах 8, виконаних на правому торці корпусу 1. Пружини 9 розташовані в канавках 3 і підтискають вкладиші 2 у зворотному напрямку робочої подачі. На вкладиші 2 є кільцева канавка 10, у якій рошташована плаский пружний елемент 11, яка підтискає вкладиші до корпусу із зусиллям, яке не перешкоджає переміщенню осьовому вкладишів від пружин 9 при відсутності заготовки у вигляді прутка, який затискається 12, шляхом вибору зазору 13.

Коли клинчасті елементи 6 регулюються в осьовому напрямку, забезпечується постійна наявність зазору 14. Корпус 1 підключений до труби подачі 15. Підшипник 16, який закріплений на трубі, оточений вилкою 17, яка встановлена на упорі 18, і пружиною, що перебуває під впливом, 19. Упор 18 знаходиться на важелі подачі 20. У патроні для подавання заготовки (рис. 1.3 б) є корпус 1, у якому похилі пази 2 закріплені пружними стрижнями 3, які мають клинчасті виступи на кінцях. Конус 5 на внутрішній поверхні корпусу 1 містить вкладиші 6 з похилими прорізами 7, які взаємодіють з виступами 4. На бічній поверхні вкладишів 6 є різьбовий отвір 8, а гвинт 9 ввертається в корпус, щоб регулювати зазор між вкладишами 6.

На кінцях пружних стрижнів 3 є овальні отвори 10, у яких встановлені гвинти 11. Ці отвори дозволяють змінювати довжину вильоту стрижнів 3. При русі корпусу 1 вправо вкладиші 6 сковзають по поверхні конуса 5, затискають пруток 12 і переміщують до упору 13. Цанга затискача корпусу 1 захоплює

						034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата			

пруток 12, що викликає рух уліво. У результаті конус 5 сходиться із поверхні вкладишів 6, і пруток звільняється.

Найпростіший тип цанга для подачі заготовок (рис. 3.2 в.) пов'язаний із тягою подачі 1 і має пружинні елементи (ПЕ) з губками 2. На робочій поверхні ПЕ є кільцева канавка з розташованим у ній аксіально-рухливим пружинним кільцем 3, яке знаходиться на зовнішній конічній поверхні. Внутрішня конічна поверхня канавки взаємодіє з нею. Конічна поверхня спрямована в напрямку подачі. У вільному стані отвір РЕ у менший діаметра прутка, тому РЕ постійно стискає пруток. Для подачі заготовок ПЕ взаємодіє з цангою по торці і використовує зусилля, що затискає цангу. Пружне кільце 3 по конічній поверхні взаємодіє з пелюстками і розтискає їх під час набору прутка 4.

Найпростіша цанга для подачі заготовок (рис. 3.2 г) має втулку 2, яка пов'язана з трубою подачі 1. У втулці 2 є П-подібні пружини 4, які мають різну довжину та кінці спрямовані всередину під кутом, меншим 90° до напрямку подачі прутка 5, і обойма 3, яка закріплює утримуючу пружину 4 у втулці 2. При подачі пружина 4 заклинюється та переміщує пруток 5, а при наборі пружина 5 прослизає по прутку. Усередині втулки 2 (рис.3.2, г) встановлюють сепаратор 3 з поздовжніми пазами для проходу вигнутих пружин 4, а в задній частині цанга для подачі заготовок розташовують напрямний конус 6, який задає напрямок заготовки при запровадженні та надає додаткову підтримку. цанга для подачі заготовок зі штампованими ПЕ 3 у вигляді відігнутих до центра пелюстків 4 (рис. 3.2 е), оскільки з дорогої сталі виготовляють лише частину 3 цанга, яка взаємодіє з прутком.

3.3 Підходи до збільшення діапазону діаметрів заготовки, що можуть подаватися однією цангою

Створення та впровадження винаходу Л.Н. Срібного цанга для подачі заготовок із відігнутими ПЕ (рис. 3.3) проводилося на підприємствах. ПЕ встановлені в цангу для подачі заготовок у гільзі (рис. 3.4 а, б), кінці яких напрямлені до центру.

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Кожен пружний елемент (ПЕ) має внутрішній діаметр шайби з пелюстками. Між торцем труби подачі та пружним елементом встановлено регульовальне кільце з заходним конусом. В 1980 році цей цанг був випробований для подачі заготовок із корончатою втулкою (рис. 3.4, в, г) на багатошпindelні токарні автомати моделі 1Б216-6 при подачі прутків діаметром 8–14 мм. Цей тип цанги для подачі заготовок (рис. 3.3; рис. 3.4) забезпечує більшу точність осьової подачі прутка та є довговічним.



Рисунок 3.3 Подаючі цанги з відігнутими пружними затискними елементами

У виробничих умовах автомати поздовжнього точіння використовуються для моніторингу збільшення широкодіапазонності цанга для подачі заготовок. Автор випробував кілька різних варіантів цанга для подачі заготовок із закрученими пелюстками (рис. 3.5), що має гіперболоїд обертання з відігнутими пружними пелюстками.

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

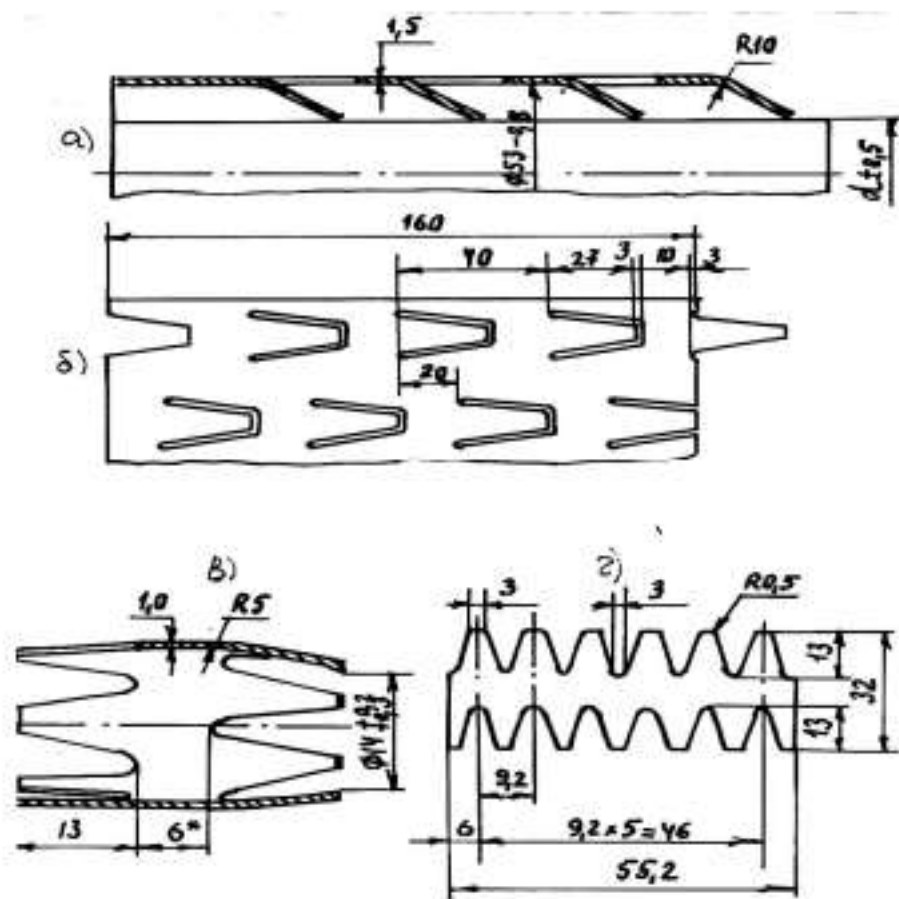


Рисунок 3.4 Змінні пружні елементи подаючі цанг конструкції Л.М. Срібного: поздовжній розріз (а) і розгортка (б) багаторядної втулки; поздовжній розріз (в) і розгортка (г) корончатої втулки



а) б)

Рисунок 3.5 Подаючі цанги із закрученими пелюстками

									Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	034Б-25.00.00.00.000 ПЗ				

При використанні таких конструкцій покращується не лише надійність подачі гарячекатаних прутків, але й кількість цанг, необхідних для подачі заготовок, зменшилася в 3,5 рази. Але виготовлення таких цангів для подачі заготовок складне і ведеться за особливою технологією, включаючи термічну обробку, із застосуванням спеціальної техніки. Потенційна енергія деформації вигину (рис. 3.6) пов'язана з потенційною енергією кручення в широкодіапазонних цангах для подачі заготовок (рис. 3.5) для розширення діапазону пружних переміщень робочих елементів.

Функціональна поверхня цанги широкодіапазонної, яка використовується для подачі заготовок, нагадує гіперболоїду утворену обертанням. Стрижні сприймають деформацію вигину та крутіння в двох площинах. Установка прутка в цангу вимагає, щоб діаметр робочого отвору був меншим від діаметра прутка. Пружні стрижні трохи прокручуються та частково вигинаються під час установки прутка.

Згідно з рис. 3.5 б і рис. 3.6 б, одним із недоліків цанги для подачі заготовок є збільшення кінцевого відходу прутка на 10–30%. Але коли діаметр прутка більше 30 мм використовується в багатошпindelних токарних автоматах мод. 1A240-6, довжина залишку прутка не перевищує довжину залишку при роботі стандартних конструкцій цанга для подачі заготовок. На рис. 3.5, б показано передню частину щанга для подачі заготовок, щоб усунути недолік. При цьому габарити щанга, який використовується для подачі заготовок, зменшуються.

Цанга для подачі заготовок підвищеної довговічності, зображена на рис. 3.7, складається з корпусу 1, який з'єднаний з приводом подачі через різьбову втулку 5. Циліндрична спіральна пружина 2 розташована по спіралі в конусному отворі корпусу 1, і вона повинна взаємодіяти з прутком 3.

Упорний елемент 4 прикріплений до кінця втулки. Забезпечуючи самогальмування, конусна частина корпусу 1 має кут, менший або дорівнює куту тертя. Вершина кута спрямована убік, протилежний подачі цанги. Пружина 2 стискає в ліву сторону під дією сил тертя з прутком 3 і конусом корпусу 1, коли цанги рухаються вправо (рис. 1.8, а). Це створює зазор Δ_1 між її правим торцем і упорним елементом 4. Зазор Δ_2 між лівим торцем пружини 2 і втулкою 5 утворюється, коли цанги рухаються вліво (рис. 1.8, б).

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

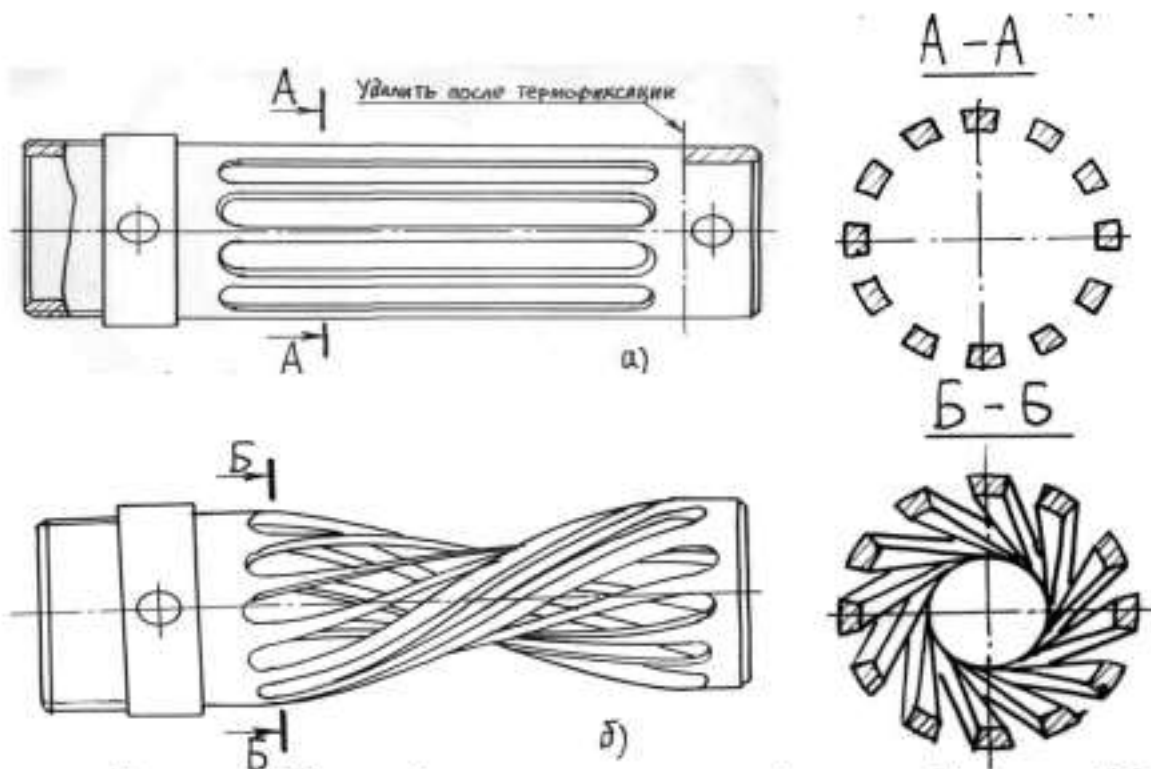


Рисунок 3.6 Широкодіапазонна цанга для подачі заготовок Дементьєва В.І.

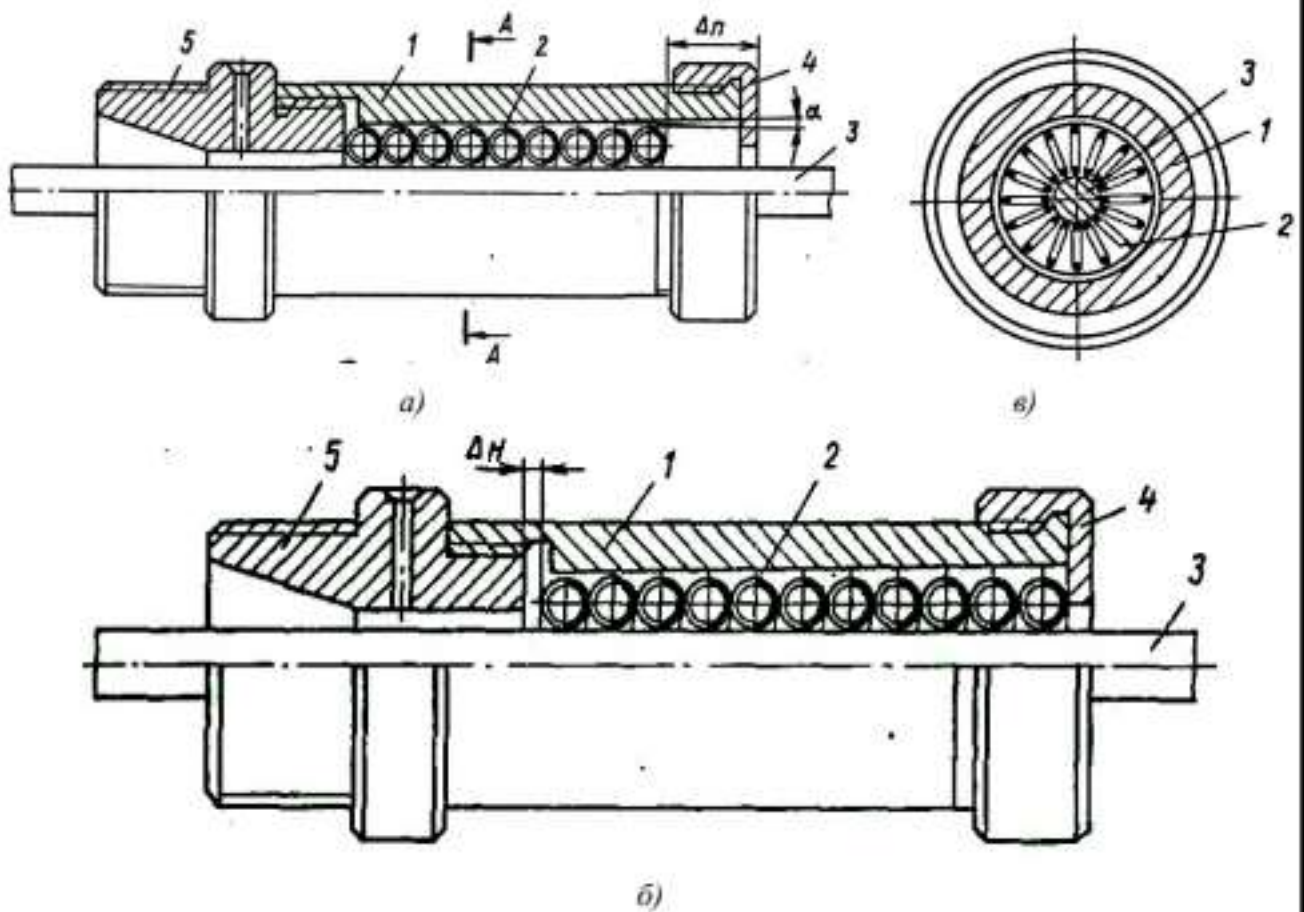


Рисунок 3.7 Подаюча цанга кращої довговічності: а- для подачі заготовки; б- для наборі пруткової заготовки; в- поперечний переріз А-А

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

На рис. 3.8 наведено багатопелюсткову широкодіапазонну цанга для подачі заготовок, що складається з гільзи 1, нагвинченої на трубу подачі 2. У середині гільзи 1 установлені затискні елементи 3, виконані у вигляді спірально розташованих пружних пелюстків 4 у площинах, перпендикулярні осі цанги. Пелюстки 4 відігнуті до осі цанги так, що їхні кінці утворять простір, менше перетину прутка 5. Між торцем труби подачі 2 і затискними елементами 3 розмішене регулювальне кільце 6, на якому виконаний західний конус 7 для зручності центрування по осі цанги прутка 5 при його заправленні.

Для підвищення осьової сили зчеплення пружних елементів із прутком 5, що має більші коливання діаметрів (d_{\min} , $d_{\text{ср}}$, d_{\max}), тобто $\Delta d = 5-10$ мм і більше, між пелюстками 4 можуть бути встановлені, чергуючись, пружні елементи корончаті втулки 8-10 з пелюстками різної довжини, причому так, щоб їхня довжина зменшувалася убік регулювального кільця 6. У цьому випадку подача прутка 5 мінімального діаметра d_{\min} забезпечується пружними елементами 3 і корончатою втулкою 8, середнього діаметра $d_{\text{ср}}$ – пружними елементами 3 і корончатими втулками 8 і 9, а максимального діаметра d_{\max} – пружними елементами 3 і всіма тертя корончатими втулками 8-10.

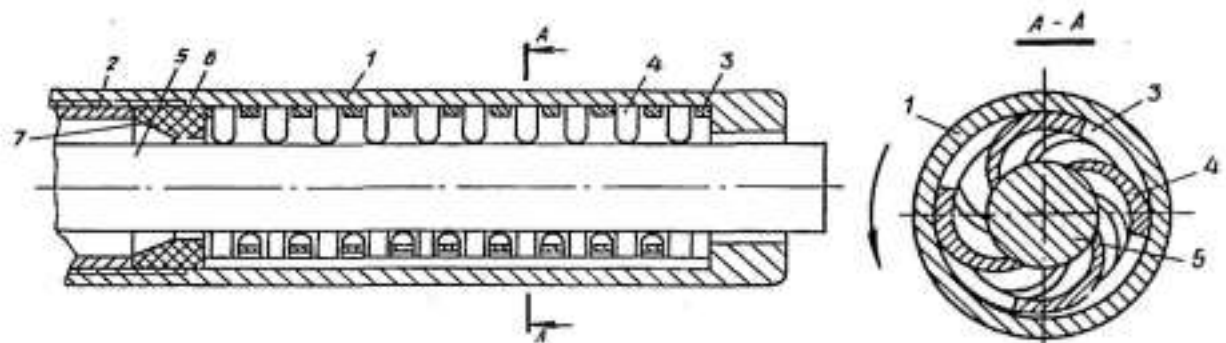


Рисунок 3.8 Подаюча цанга із поперечними й поздовжніми пелюстками, що чергуються

Для подачі заготовок багатопелюсткова широкодіапазонна цанга, зображена на рис. 1.10, складається з гільзи 1, нагвинченої на трубу подачі 2. Затискні елементи 3 і 4 розташовані в гільзі 1 у площинах, перпендикулярних осі цанги. Пелюстки 4 відведені в напрямку осі цанги так, що їхні кінці утворюють простір, що менший, ніж перетин прутка 5. Регуляторне кільце 6 розташоване між торцем труби подачі 2 і

						034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата			

затискними елементами 3. Для того, щоб центрувати кільце по осі цанги прутка 5 під час заправки, на ньому виконаний західний конус 7. Для збільшення осьової сили зчеплення пружних елементів із прутком 5, який має більші коливання діаметрів (d_{\min} , d_{cp} , d_{\max}), тобто $\Delta d = 5-10$ мм та можливо більше, між пелюстками 4 можуть встановлюватися, з чергуванням з пружними елементами корончасті втулки 8-10 з пелюстками різної довжини, таким чином щоб їхня довжина зменшувалася при наближенні до кільця регулювального 6.

Для даного випадку подача прутка 5, що має мінімальний діаметр d_{\min} забезпечується пружними елементами 3 і корончатими втулками 8, а подача середнього діаметра d_{cp} забезпечується пружними елементами 3 та корончатими втулками 8 та 9, а подача максимального діаметра d_{\max} забезпечується пружними елементами 3 а також всіма корончатими втулками 8-10.

Так працює цанга для подачі заготовок. Гільзу 1 нагвинчують на тягу подачі 2 з пружними елементами 3, 8, 9 і 10 і регулювальним кільцем 6. Цанга для подачі заготовок встановлюють у шпindel верстата. Потім пруток 5 заправляють, переміщуючи його вправо по осі сурми подачі 2. Для зручності та зменшення сили заведення прутка 5 він одночасно прокручується, імітуючи вгвинчування в цангу для подачі. Під час обробки заклинювання пелюстків 4 затримує пруток 5 від прокручування, підвищуючи надійність затискача 5.

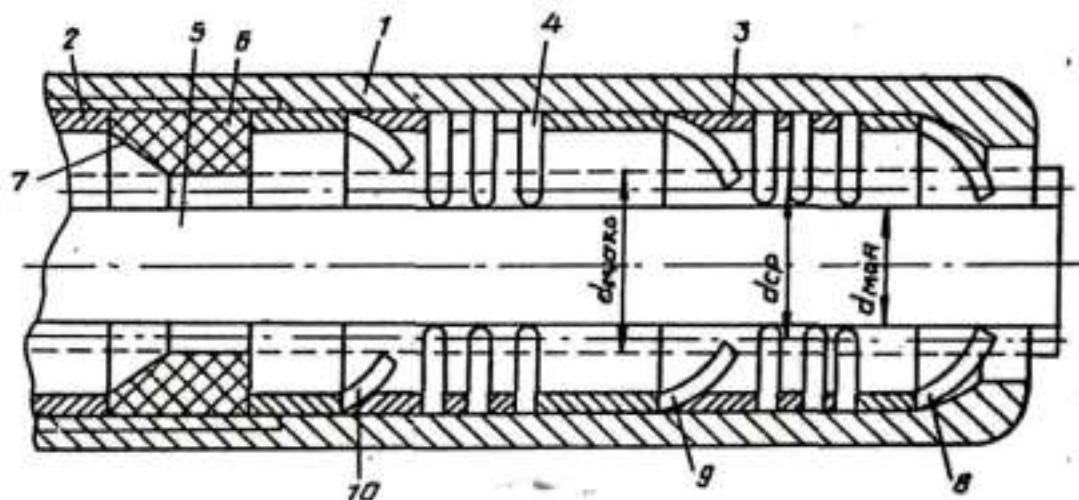


Рисунок 3.9 Подаюча цанга із поперечними й поздовжніми пелюстками, що чергуються

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

З метою покращення характеристик функціонування цанги для подачі заготовок круглого перерізу запропоновано наступні конструкції (рис. 3.10).

Це те, як ПЦ працює. Сила, що затискає пруток, створюється при заправленні прутка в подаючу цангу завдяки пружній деформації пелюсток. Таким чином забезпечується необхідний рівень зчеплення. Кінець пружної частини пелюстки, що містить затискний елемент примикає до пружного шарніра, обертається, коли діаметр прутка змінюється, або коли робочий отвір зношується. Тим не менш, протилежно спрямований поворот губки в пружному шарнірі компенсує цей поворот за рахунок незначного перерозподілу контактних тисків по довжині губки. Таким чином досягається положення затискного елемента пелюстки цанги, а також паралельне положення прутка при зміні його діаметра або збільшення діаметра робочого отвору внаслідок його зношування.

У цанзі для подач 1 (рис. 3.10, д) тяга цанги у вигляді труби 2, накидна гайка 3 і кільце, що містить конус 4 для заведення прутка створюють замкнутий простір, який заповнюється демпфуючим середовищем 9. Дроселювання внаслідок перетікання речовини, що демпфує, з однієї частини камери в іншу запобігає поздовжнім коливанням прутка, які виникають при зустрічі з упором. Це досягається завдяки зазору, створеному внутрішньою поверхнею труби подачі 2 і буртом цанги 1. ППП розміщений уздовж труби подачі в трьох місцях (рис. 3.10). Як показано на попередніх малюнках, перший патрон фіксується так само. Між тягами у вигляді труб 2 і 10 встановлюється інший патрон. Накидна гайка 11 притискає третій патрон до труби подачі 10, що містить проточки під напрямне кільце 4 і для стрічки прямої у цанзі 1.

Робота цанги падаючої відбувається наступним чином. За рахунок пружної деформації пелюстка при заправленні прутка 5 у ПП створюється зусилля затиску прутка. Це також забезпечує необхідний рівень зчеплення. У випадку зміни діаметра прутка 5, який знаходиться поза межами допуску, або при руйнуванні робочого отвору накидну гайку 3 вигвинчують, щоб замінити цангу 1 і кільце 4 заходним конусом.

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

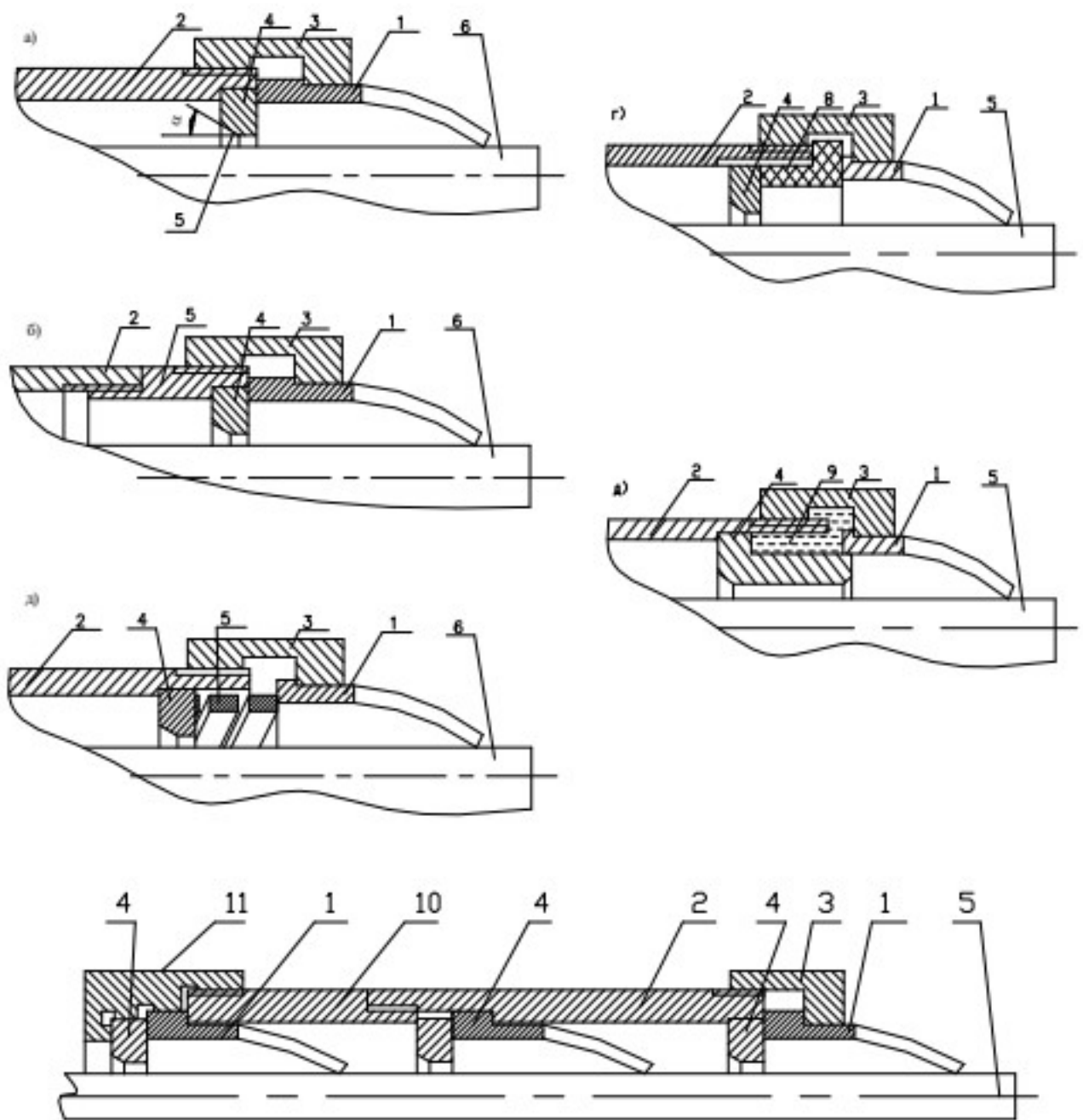


Рисунок 3.10 Рекомендований варіант падаючої цанги з декількома рядами затискних елементів

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Розташування елементів робочого місця

Організація робочого місця має вирішальне значення. Робоче місце - це місце, на якому безперервно або тимчасово виконується діяльність працівника або групи працівників, які разом виконують певну роботу, і яке оснащено необхідними технологічними засобами. Планування, оснащення та обслуговування є важливими компонентами ефективної організації робочого місця. На рис. 4.1 показано, що планування робочого місця поділяється на внутрішнє та загальне. Система заходів, спрямованих на забезпечення робочих місць необхідним обладнанням і розміщення їх у певному порядку, називається організацією робочого місця. Загальне планування — це розумне розміщення виконавців, верстатного обладнання, матеріалів, підсобного обладнання та оснащення на промисловій території.

Розміщення інструментів, їх приладів і потрібних матеріалів на поверхні та всередині обладнання називається внутрішнім плануванням. Організація місця працівника також об'єднує елементи безпеки та комфорту (освітлення, обмеження шуму та вібрації та естетичні заходи). Температура поверхонь тактильних технологічного обладнання та його обгороджуваних пристроїв не повинна перевищувати 2 градуси Цельсія, що є нижчою за рекомендовані повітряні температури. Обгороджувачі конструкції повинні бути видалені на відстань не менше 1 метра, якщо температура поверхонь нижче або вище оптимальної температури оточення в межах робочого місця. Температура повітря в робочій зоні не повинна перевищувати 4°C під час легких операцій, 5°C під час середнього навантаження та до 6°C під час важких операцій. Інтенсивність випромінювання інфрачервоного, якому підлягають фахівці, при

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

опроміненні 50% поверхні тіла, не повинна перевищувати 35 Вт/м². У випадках, коли покрита площа становить від 25 до 50%, інтенсивність опромінення не повинна перевищувати 70 Вт/м², якщо опромінення охоплює більше 70% поверхні тіла.

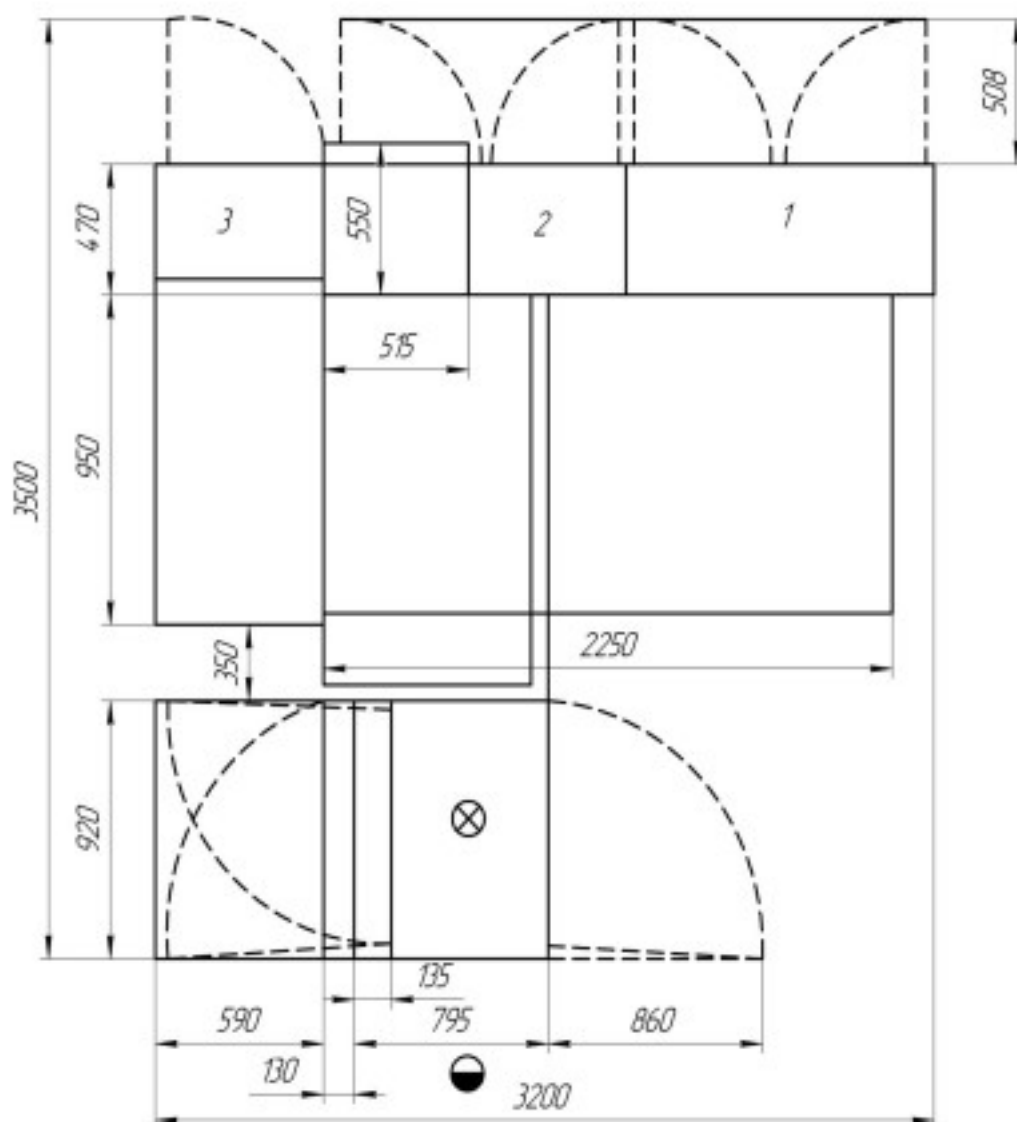


Рисунок 4.1 План робочого місця

Вібрація впливає на людину через виділення механічної енергії та джерело вібрацій. Обертання валів, маховиків та шківів, а також особливо при недостатній збалансованості, й використання механізмів із зворотно-поступальним рухом призводить до цього. Вібрація з частотою 6–9 Гц, яка близька до власної частоти коливань більшості внутрішніх органів людини, є

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

особливо шкідливою. Це може призвести до резонансу, який активує вібрації внутрішніх органів, що призводить до їх розширення або звуження, що також завдає значної шкоди.

Зменшення дії вібрації відбувається шляхом віброізоляції окремих верстатів; зменшення амплітуди вібрації в джерелі виникнення; запобігання досягнення резонансу (наприклад, зміною параметрів взаємодії інструменту і заготовки); застосування засобів індивідуального захисту.

Для досягнення безпеки роботи на верстаті застосовують спектр технічних засобів, включаючи занулення, захисне заземлювання, захисне від'єднання, пониження напруги, сепарація електричних мереж, вирівнювання накопичених потенціалів, ізоляцію струмоведучих частин провідників, індивідуальні захисні засоби ізоляції та відгороджувальні пристрої, попереджувальна сигналізація, блокування та вказівні знаки.

4.2 Забезпечення освітленості місця виконання робочих операцій

Для освітлення 23.3 квадратних метрів робочої зони використовуються лампи люмінесцентні підвищеного тиску (ЛДЦ) з напругою 220 В. Формула для визначення індексу простору:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)}$$

де значення H_p — висота світильників над робочою поверхнею, м; А та В — ширина та довжина робочого місця відповідно. $A=7.380$ м і $B=3.160$ м, якщо взяти до уваги проходи.

Згідно з інженерних і технічних стандартів цих дільниць, висота приміщення становить метрів, відстань від стелі до краю світильника становить метрів, а висота робочої поверхні над підлогою становить метрів. Отже, розрахункова висота буде метрів.

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Індекс простору приміщення можна розробити таким чином:

$$i = \frac{7.380 \cdot 3.160}{4.8 \cdot (7.380 + 3.160)} \approx 0.5$$

Коефіцієнт використання світлового потоку ламп (η) визначається залежно від параметрів приміщення та типу люмінесцентного світильника. Цей коефіцієнт залежить від коефіцієнта відбиття потоку світла від стелі ($\rho_{стелі}$), підлоги ($\rho_{підлоги}$), стін ($\rho_{стін}$). Люмінесцентний світильник при цьому розраховується наступним чином. Світловий потік лампи визначається наступним чином. Для лампи люмінесцентного світіння при $i=0.5 \cdot \rho_{стелі}=70\%$, $\rho_{стін} = 50\%$ і $\rho_{підлоги} = 10\% \cdot \eta = 23\%$. Потік світла від лампи можна побачити таким чином:

$$F_L = \frac{E_H \cdot S \cdot z \cdot k_Z}{N_p \cdot \eta}$$

де F_L – потік світловий від приладу, лм; E_H – освітленість за нормативами, лк; S – площа яку потрібно освітлювати, m^2 ; z – коефіцієнт нерівномірності розподілу освітлення, в діапазоні 1.1..1.5. Приймаємо $z = 1.2$ N_p – кількість рядів освітлювальних приладів. Прийнято світильники, що розміщені в чотири ряди, тобто $N_p = 4$; K_Z – коефіцієнт запасу, обирається у межах 1.2..1.7. Прийнято $k_Z = 1.5$.

$$F_L = \frac{350 \cdot ??? \cdot 1.2 \cdot 1.5}{4 \cdot 0.23} = 15955 \text{ лм.}$$

При умові встановлення в світильник двох лампи ЛБ-40 потужністю 80 Вт кожна та потоком світла $F_H = 2100$ лм, тоді необхідна кількість світильних приладів у одному ряді складів:

$$N = \frac{F_L}{n \cdot F_H} = \frac{15655}{2 \cdot 2100} = 3.7$$

Прийнята кілька світильних приладів $N = 4$. Відстань між світильниками

						Арк.
					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

становить $L = 2$ м з конструктивних міркувань. Відстань між стінами та крайніми світильниками: $l = (0.3..0.5) \cdot L = (0.3..0.5) \cdot 2 = 0.6..1$ м. Обираємо $l = 1$ м. Для розрахункового відношення $\frac{L}{H_p} = \frac{2}{4.2}$ ми прийнято прямокутне розміщення світильників, як показано на малюнку 4.2.

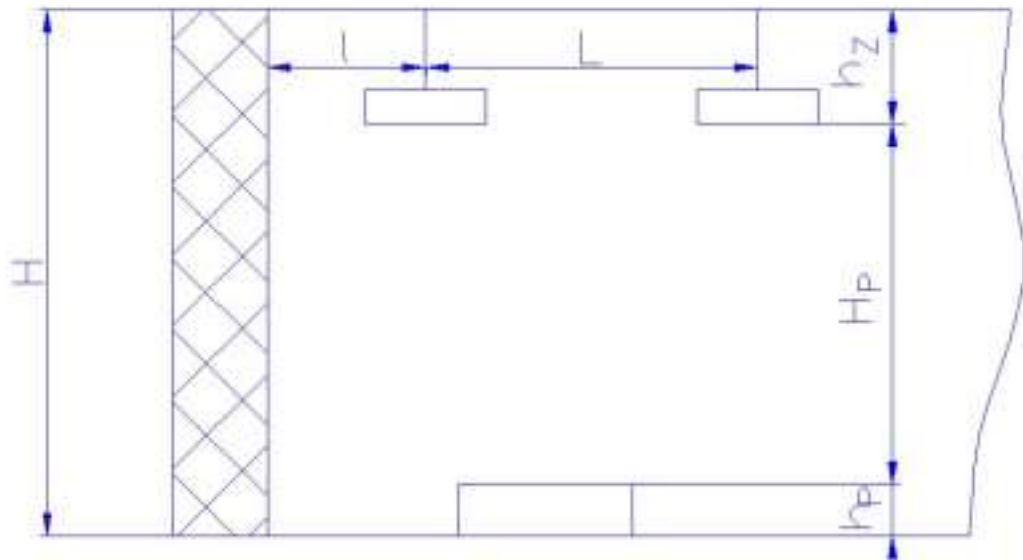


Рисунок 4.2 Розрахункова схема для визначення характеристик штучного освітлення

4.3 Визначення параметрів заземлення електричного обладнання робочого місця

Мета розробки захисного заземлювального пристрою полягає в тому, щоб визначити кількість і розміри заземлювачів. Розрахунок потребує наступних даних: питомий опір ґрунту, який можна виміряти або отримати з нормативних таблиць; опір заземлювального пристрою; тип, розміри і умова встановлення окремих заземлювачів у ґрунті. Опір заземлювача R_H , приєднаного до нейтралі металевих компонентів електрообладнання, у будь-який час року повинен становити не більше 2, 4 або 8 Ом при лінійних напругах 220, 380 або 680. В для струму однофазного джерела. Відповідно до вказаних умов у цьому випадку ми обираємо значення $R_H = 4$ Ом.

Розрахунковий питомий опір ґрунту ρ , в якому розташовані електроди заземлення, можна визначити таким чином: де $\rho = \rho_{tabl} \cdot \psi$ Ом м, де ρ_{tabl} є

									Арк.
						034Б-25.00.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата					

табличними величинами питомого опору ґрунту, Ом м. Для глинистих ґрунтів, де вологість становить 10,20 % маси ґрунту, розраховано $\rho_{табл} = 40$ Ом м, а ψ є коефіцієнтом кліматичного питомого опору ґрунту. Прийнято, $\psi = 1.3$ коли середня вологість ґрунту.

$$\rho = 40 \cdot 1.3 = 52 \text{ Ом.}$$

Прийнято вертикальний стержневий заземлювач з круглим поперечним перерізом стержнів. Схема цього типу вертикального заземлювача показана на рисунку 4.3.

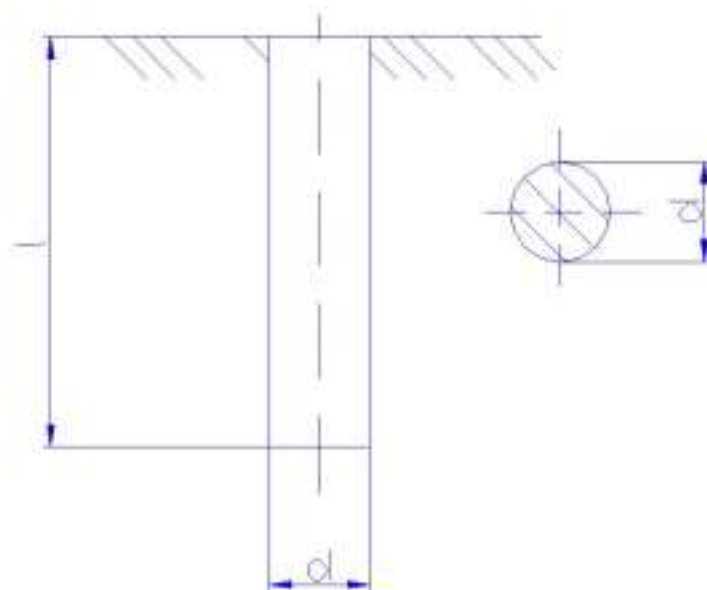


Рисунок 4.3 Схема вертикального заземлювача

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Проведений аналіз вказує на доцільність створення подаючих затискних патронів у вигляді цанг.

2. При проектування подаючих патронів доцільно враховувати ряд факторів серед яких стан поверхні заготовки та відхилення її діаметрального розміру від номінального значення, що має найбільших вплив на силові характеристики патрона.

3. Для розробки подаючого патрона важливо враховувати принцип подачі та забезпечення оптимальних характеристик виконавчої ланки.

4. Сформовано практичні рекомендації для проектування нових конструкцій подаючих патронів із застосуванням цанг, передбачають застосування декількох рядів фіксуєчих елементів.

5. Покращення ефективності функціонування подаючих патронів можна досягнути завдяки забезпеченню можливості розширення діапазону відхилення діаметральних розмірів заготовки відносно її номінального розміру при якому забезпечується номінальні характеристики проштовхування заготовки.

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конспект лекцій «Металообробне обладнання» для усіх форм навчання за спеціальністю 131 Прикладна механіка / Б.І. Придальний – Луцьк: 2024. – 145с.

2. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Металообробне обладнання» для усіх форм навчання за спеціальністю 131 Прикладна механіка / Б.І. Придальний – Луцьк: 2024. – 37с.

3. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Металообробне обладнання» для усіх форм навчання за спеціальністю 131 Прикладна механіка / Б.І. Придальний – Луцьк: 2024. – 40с.

4. Методичні вказівки до виконання індивідуальної самостійної роботи з дисципліни «Металообробне обладнання» для усіх форм навчання за спеціальністю 131 Прикладна механіка / Б.І. Придальний – Луцьк: 2024. – 28с.

5. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Металообробне обладнання» для усіх форм навчання за спеціальністю 131 Прикладна механіка / Б.І. Придальний – Луцьк: 2024. – 219с.

6. Кузнецов Ю.М., Придальний Б.І., Гао Сінмінь Технологічне оснащення фрезерних верстатів: проектування, теорія, практика Монограф. Луцьк 2023. 292с.

7. Бочков В.М. Обладнання автоматизованого виробництва : підручник / В. М. Бочков, Р. І. Сілін. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2015. – 404 с.

8. Кузнецов Ю.М., Придальний Б.І. Проектування цільових механізмів маніпулювання верстатів нового покоління. Навчальний посібник ISBN 978-617-7181-20-9. Луцьк: Вежа-Друк, 2014. – 428 с.

9. Бочков В.М., Сілін Р.І., Гаврильченко О.В. Розрахунок та конструювання металорізальних верстатів: підручник; за ред. Сіліна Р.І. Львів: Бескид Біт, 2008. 448 с.

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

10. Технологічне обладнання з паралельною кінематикою: Навчальний посібник для ВНЗ. / Крижанівський В. А., Кузнецов Ю. М., Валявський І. А., Скляр Р. А. – Кіровоград, 2004. – 449 с.

11. Prydalnyi B.I., Sulym H.T. (2021) Mathematical model of the tensioning in the collet clamping mechanism with the rotary movable input link on spindle units. Jour. of Engineering Sciences, Vol.8(1), pp.E23–E28, doi: 10.21272/jes.2021.8(1).e4

12. Швець С.В. Основи формоутворення поверхонь різанням: навч. посіб. / С.В.Швець. – Суми: Сумський державний університет, 2011. –127 с.

13. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с

14. Грицай І. Є. Теорія різання. Лезове та абразивне оброблення металів: навчальний посібник. / І.Є. Грицай. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 232 с.

15. Технологічні основи машинобудування.: навчальний посібник / Ю.М. Малафеев; Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 201 с.

17. Сущенко, О.А. Організаційні принципи та методи проектування пристроїв і систем управління: навчальний посібник / О.А. Сущенко; МОН. – К.:НАУ, 2015. – 312 с.

18. Мокін, Б. І. Математичні методи ідентифікації динамічних систем: навчальний посібник / Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, О. Б. Мокін. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 260 с.

19. Аврутов, В. В. Випробування приладів і систем. Види випробувань та сучасне обладнання: навчальний посібник / В. В. Аврутов, І. В. Аврутова, В. М. Попов –Київ; НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2009.– 64с.

20. Васильків В.В., Радик Д.Л. Експериментальні дослідження у технології машинобудування: Навчальний посібник;. Тернопіль: ТНТУ, 2012. 256 с.

					034Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		