

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний інститут, Машинобудівний факультет

(повне найменування інституту, назва факультету)

Металорізальні верстати та інструмент

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему Дослідження впливу полімеру у складі мастильно-охолоджувальної
рідини на ефективність різання металів

Виконав: студент 6 курсу, групи М-213м
спеціальності (напряму підготовки)

133 Галузеве машинобудування

Металорізальні верстати та системи

(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Матвеєнко Л.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник Циганов В.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Фролов М.В.

(прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя
2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Машинобудівний
 кафедра Металорізальні верстати та інструмент
 ступінь вищої освіти (освітній ступінь) магістр
 спеціальність 133 – 1 Металорізальні верстати та системи
 (код і назва)
 напрям підготовки 133_Галузеве машинобудування
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри М.В. та
М.В. Фролов
 "12" 2018 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Матвєєнко Л. С.

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проекту (роботи) Дослідження впливу полімеру у складі мастильно-
молотдужувальної рідини на ефективність різання металів

Рівнік проекту (роботи) Циганов В.В., д-р техн. наук,
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом вищого навчального закладу від "07" листопада 2018 року
 № 346

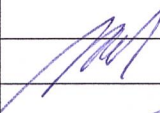
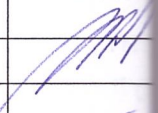
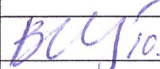
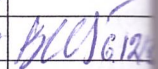
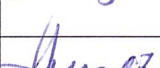
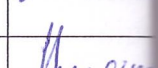
Строк подання студентом проекту (роботи) 12.2018р.

Вихідні дані до проекту (роботи): токарний верстат 1К62, різці токарні, заготовка
структурно-логічна схема проведення роботи, 4. Методика проведення дослідження,
Результати досліджень, 6. Рекомендації, щодо застосування, 7. Охорона праці

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
 зробити): 1. Аналіз стану питання, 2. Патентний огляд стану питання, 3.
 Структурно-логічна схема проведення роботи, 4. Методика проведення дослідження,
 Результати досліджень, 6. Рекомендації, щодо застосування, 7. Охорона праці

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

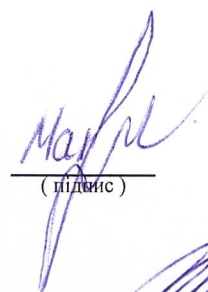
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконав завдання
1 – 6	Циганов В.В., професор		
7	Шмирко В.І., доцент		
Нормоконтроль	Тулупко А.В., старш. вихов.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Прим.
1	Літературний та патентний огляд		
2	Обґрунтування та розробка структурно-логічної схеми проведення роботи		
3	Розробка методики проведення досліджень		
4	Проведення досліджень		
5	Обробка результатів досліджень	15.09.2018	
6	Розробка рекомендацій, щодо застосування результатів роботи	01.10.2018	
7	Вирішення питань охорони праці	15.10.2018	
8	Оформлення пояснювальної записки	15.11.2018	
9	Оформлення презентації роботи	01.12.2018	

Студент

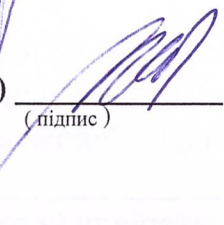


(підпис)

Матвєєнко Л.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)



(підпис)

Циганов В.В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: _105_ с, _27_ рис., _6_ табл., _1_ додатків, _50_ літературних джерел.

Мета роботи: оцінка впливу полімеру поліметилметакрилату (ПММА) у складі МОР на ефективність різання металів.

У роботі було виконано:

- проведений аналіз літературних та патентних джерел з використання полімерів у складі МОР при обробці металів різанням з обґрунтуванням необхідності проведення досліджень запланованої роботи;
- розроблена методологія проведення дослідження;
- визначена ефективність використання ПММА при токарній обробці конструкційних сталей;
- проведений аналіз та поясненні отримані результати;
- розроблені практичні рекомендації з використання результатів досліджень;
- розроблені та подані до розгляду патенти на корисну модель;
- визначений подальший напрямок досліджень.

Методи дослідження: теоретичний аналіз, комп'ютерне моделювання, аналітичний і графоаналітичний метод, графічний метод.

СИЛИ РІЗАННЯ, ПОЛІМЕР, ПММА, РІЗЕЦЬ, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, МОР, МАКРОРАДИКАЛИ, ТЕМПЕРАТУРА, ДИСПЕРСІЯ, ШЛІФУВАННЯ, ВЕРСТАТ, ШЛІФУВАЛЬНІ СТРІЧКИ.

REPORT

Em: _105_p, _27_ rice., _6_ table., _1_ additions, _50_ literary sources.

Aim of work: estimation of influence polymer of Polymethylmethacrylate in composition lubricating-cool liquids on efficiency of cutting metals.

It was in-process executed:

- conducted analysis of literary and patent sources from the use of polymers in composition a lubricating-cool liquid at treatment of metals cutting with the ground of necessity realization researches of the pre-arranged work;
- worked out methodology of realization research;
- certain efficiency of the use Polymethylmethacrylate is at lathe treatment of construction steels;
- conducted analysis and explanation the got results;
- the worked out practical recommendations are from drawing on the results of researches;
- worked out and the patents given to consideration on an useful model;
- certain further direction of researches.

Research methods: theoretical analysis, computer design, analytical and graphicanalytical method, graphic method.

POLYMER, POLYMETHYLMETHACRYLATE, CHISEL, CUTTING
MODES, LUBRICATING-COOL LIQUID, MACRORADICALS,
TEMPERATURE, DISPERSION, POLISHING, MACHINE-TOOL

ЗМІСТ

	Реферат.....	3
	Зміст.....	5
	Вступ.....	6
1	Аналіз стану питання.....	8
1.1	Літературний огляд стану питання.....	8
1.2	Патентний огляд стану питання.....	26
2	Обґрунтування необхідності проведення дослідження.....	30
3	Методика проведення дослідження.....	34
4	Результати досліджень.....	41
5	Практичне використання отриманих результатів.....	49
5.1	Застосування ПММА у складі МОР при обробці металів різанням.....	49
5.2	Застосування МОР з полімерами при шліфуванні.....	58
5.3	Проектування шліфувальної головки верстату.....	65
5.4	Визначення числа обертів контактного валу.....	65
5.5	Розрахунок клино - пасової передачі.....	66
5.6	Розрахунок елементів конструкції верстату.....	70
5.7	Розрахунок шпинделя та контактного валу.....	70
5.8	Розрахунок натяжного валу.....	77
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	79
6.1	Аналіз потенційних небезпек.....	79
6.2	Заходи по забезпеченню безпеки.....	81
6.3	Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	86
6.4	Заходи з пожежної безпеки.....	89
6.5	Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	91
7	Загальні висновки.....	95
	Перелік літературних джерел.....	97
	Додаток А.....	103

ВСТУП

В умовах прискорення науково-технічного прогресу та підвищення його ефективності розробка та впровадження нових мастильно-охолоджувальних рідин (МОР), як важливого фактору інтенсифікації металообробних процесів у промисловості, являє собою актуальну проблему. Враховуючи, що застосування нових МОР є одним з основних елементів комплексу заходів з підвищення продуктивності праці, покращення використання обладнання та засвоєння нових прогресивних методів обробки, їх роль у підвищенні ефективності у машинобудуванні буде зростати.

У зв'язку з різноманітними вимогами, які висуваються до сучасних МОР, до них рекомендується вводити функціональні присадки. Рациональний підбір МОР при обробці металів різанням дозволяє збільшити стійкість різального інструменту, підвищити якість оброблюваних деталей, а також, що важливо, створити відповідні санітарно-гігієнічні умови праці. Без ефективної МОР процес обробки деяких матеріалів практично неможливий. При цьому перспективним напрямком підвищення ефективності МОР виступає використання у якості присадок полімерів.

Полімери, як мастильні засоби широко застосовуються у вузлах тертя деталей машин. Загальновідомо позитивний вплив на тертя таких полімерів, як полістирол, полівінілхлорид, поліметакрилат, фтор місткі полімери та інші. Застосування полімерів в якості присадок до складу МОР засноване на тому, що при їх термічній деструкції в зоні різання виділяються складні органічні радикали, які мають підвищену хімічну активність по відношенню до ювенільних поверхонь металів. При виконанні таких операцій, як нарізування різьблення, протягування, розгортання, органічні полімери створюють на контактних площах різця і стружки пластичні плівки, які зменшують тертя та знос. Для утворення мономолекулярних захисних плівок потрібна невелика кількість полімерних присадок.

Згодом стало відомо, що полімери сприяють поверхневому диспергуванню (подрібнення твердих тіл або рідин, в результаті чого отримують порошки, емульсії суспензії) твердих тіл. Це і є початком систематичних дослідів тих властивостей полімерів, завдяки яким активуються поверхнєве пластифікування і диспергування динамічно контактуючих з ним металів.

У зв'язку з прогресом в хімії високомолекулярних з'єднань та практичного застосуванням у різних галузях різноманітних видів полімерів, що відрізняються не лише за фізико-хімічними властивостями, але й за вартістю, виникає необхідність у визначенні полімеру, що забезпечує максимальну ефективність різання у конкретних умовах.

Мета роботи: оцінка впливу полімеру поліметилметакрилату (ПММА) у складі МОР на ефективність різання металів.

Об'єкт дослідження: Полімер ПММА у складі МОР, та його вплив на ефективність процесу різання.

Предмет дослідження: Залежності зміни енергетичних показників, температури, зносу інструменту при токарній обробці з використанням полімеру ПММА у складі МОР та якості обробленої поверхні.

Задачі:

- аналіз літературних та патентних джерел з використання полімерів у складі МОР при обробці металів різанням з обґрунтуванням необхідності проведення досліджень запланованої роботи;
- розробка методології проведення досліджень;
- визначення ефективності використання ПММА при токарній обробці конструкційних сталей;
- аналіз та пояснення отриманих результатів;
- розробка практичних рекомендацій по використанню результатів дослідження;
- розробка патентів на корисну модель;
- визначення подальших напрямків досліджень.

1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ

1.1 Літературний огляд стану питання

У промисловості все ширше застосовують нові матеріали зі специфічними властивостями, такі як сплави нікелю, титана, молібдену та ренію, кобальту, алюмінію, та магнію. У зв'язку з цим особливе значення набула проблема розробки нових ефективних мастильно-охолоджувальних рідин (МОР). При обробці різанням вказаних матеріалів звичайні МОР (емульсії та масла) у ряді випадків виявляються непридатними, тому металообробні підприємства змушені йти на крайню міру та застосовувати такі речовини, як чотири хлористий вуглець, трихлоретилен, керосин, які мають серйозні недоліки.

Без ефективної МОР процес обробки деяких матеріалів практично неможливий. Метою застосування МОР - є зниження зношування ріжучого інструмента, поліпшення якості поверхні, що обробляється, та підвищення продуктивності. Досягти цього можна спрямованим впливом на елементарні фізико-механічні та механохімічні процеси, які протікають при різанні металу, шляхом належного вибору основи МОР (вода, мінеральні масла і так далі), а також регулюванням умов подачі МОР в зону різання.

В машинобудуванні МОР можна зустріти в різних агрегатних станах (тверді, рідкі, газоподібні), різноманітного складу та фізико-хімічних властивостей.

Тверді МОР використовують у вигляді покриттів, які наносяться на інструмент або оброблювану деталь. Сухі змащувальні матеріали класифікують за ступенем дисперсності (порошки, брикети), хімічній природі (неорганічні, полімерні, комбіновані) і механізму змащувальної дії (слоїсті, легкоплавкі). Газоподібні технологічні середовища поділяють на гази, пари та аерозолі.

Водні МОР поділяють на електроліти, водні розчини поверхнево - активних речовин (ПАР) та суспензії. Можуть бути і комбіновані склади, які містять одночасно розчини солей та ПАР. Розчини неорганічних солей

використовують для придання МОР антикорозійних та пасивуючих властивостей та покращення їх мастильної здібності. ПАР виконують роль мастильних та миючих присадок. Вони різко знижують коефіцієнт поверхневого натягнення води (з 72 до 30-35 дин/см). У якості ПАР використовують синтетичні жирні кислоти та їх солі (мила), вищі жирні спирти та їх продукти хімічної переробки вищих жирних кислот.

За хімічним складом та властивостями ПАР поділяють: 1) на аніоноактивні - лужні солі кислот, в яких кислотна група пов'язана з гідрофобним залишком; 2) на катіоноактивні - солі органічних основ, частіш за все первинних, вторинних, третинних амінів, місткими гідрофобну групу; 3) на неіоноактивні з'єднання, не здатні іонізуватися у водних розчинах і частіше за все представляючи собою прості та складні ефіри жирних кислот та спиртів [1 - 5].

У якості присадок для покращення мастильних властивостей МОР додають присадки ПАР на основі хлору, сірки та фосфору. При підготовці масляних емульсій, які мають у своєму складі мінеральні масла, необхідно враховувати взаємодію базового масла та присадок. Помічено, що склад базового масла надає великий вплив на ефективність дії цих видів присадок. Наприклад, наявний дослід показує, що масла на парафіно - нафтеневій основі більш за все взаємодіють з присадками, які утворилися на базі хлору, сірки, фосфору.

За призначенням ці присадки можна звести до 3-ох груп:

1. Присадки, які одночасно покращують мастильні властивості МОР та їх змочуваність. Змочувальна здатність підвищується завдяки зниженню поверхневого натягнення рідини на межі з повітрям. До цієї групи присадок відносяться різноманітні сульфонати, фосфати, органічні сульфати та подібні органометалеві з'єднання;

2. Присадки, які надають у більшій мірі вплив на змочувальну і у меншій на мастильну здатність МОР. До них відносяться різноманітні неорганічні полімеретеленові оксиди, алкилфеноли, нафтенати натрія та інші;

3. Присадки, які мають виражений вплив на мастильні властивості МОР в умовах високих тисків і температур. Здебільшого це хлоровані та сульфоровані вуглеводні, фосфорорганічні з'єднання та солі неорганічних кислот [2,3,4]. Переважна більшість (понад 95%), що випускаються промисловістю МОР - рідини, що містять мінеральні масла. Масляні МОР переважно застосовуються в стані поставки без додаткової обробки. Емульсоли, синтетичні і напівсинтетичні МОР на відміну від масляних МОР в стані поставки (у вигляді концентратів) застосовуються рідко. Зазвичай на їх основі готують емульсії або робочі розчини різної концентрації.

Також МОР повинна володіти гарними ріжучими та пластифікуючими властивостями.

Під ріжучими властивостями МОР розуміють здатність технологічного середовища полегшувати розрив зв'язків в оброблюваному матеріалі при вводі інструменту. Ці властивості призводять до підвищення стійкості інструмента і полегшення процесу різання, дозволяє інтенсифікувати режими обробки.

Під пластифікуючими властивостями МОР розуміють здатність технологічного середовища полегшувати пластичне деформування металів. Ці властивості призводять до локалізації пластичної деформації в тонкому поверхневому шарі оброблюваного матеріалу. Утворений розм'якшений шар виконує роль мастильного матеріалу і перешкоджає налипанню оброблюваного металу на інструмент. Завдяки пластифікуючій дії МОР зменшується тертя між інструментом і стружкою, інструментом і утворюваною поверхнею, знижуються надлишкові деформації в стружці і виробі що обробляється, що дозволяє знизити силу різання і покращити якість одержуваної поверхні.

В основі прояву пластифікуючої і ріжучої дії МОР лежить ефект Ребіндера, який являє собою сукупність явищ, які полягають у зміні механічних властивостей твердих тіл під впливом поверхневих фізико - хімічних процесів, які викликають зниження поверхневої енергії твердого тіла [3, 6, 7, 8].

Ефект Ребіндера спостерігається в різному ступені для твердих тіл всіх типів і структур. Його прояв пов'язаний з численними фізико-хімічними

факторами: хімічним складом твердого тіла і середовища, який визначає характер і інтенсивність міжатомних взаємодій; реальною структурою твердого тіла; умовами деформації і руйнування. Залежно від сукупності всіх цих факторів ефект Ребіндера може виявлятися в різному ступені і різних формах: від полегшення пластичного деформування до значного зниження міцності, що приводить до виникнення крихкості, аж до мимовільного диспергування твердого тіла на частинки колоїдних розмірів.

Зменшення поверхневої енергії твердого тіла, що приводить до зміни його механічних властивостей, може бути досягнуто різними шляхами: в результаті зворотної адсорбції поверхнево-активних атомів і молекул з навколишнього середовища, хемосорбції, електричної поляризації поверхні, протікання на поверхні хімічних реакцій і особливо при нанесенні рідких середовищ, близьких за молекулярною природою [6,7,8,3].

Адсорбція органічних ПАР може призводити до істотного полегшення руйнування речовин з малою енергією зв'язку з решіткою, тобто молекулярних з'єднань, деяких іонних кристалів, легкоплавких металів, а також полімерів. Адсорбція органічних речовин при деформації металів викликає зниження межі текучості і коефіцієнта зміцнення, супроводжуване зменшенням відстані між діючими лініями ковзання дислокацій, що забезпечує в ряді випадків сильне пластифікування монокристалів і полікристалічних металів. Особливість цих процесів полягає в тому, що великі органічні молекули не можуть проникнути в об'єм твердого тіла і їх дія обмежується тільки його поверхнею; при цьому найбільший вплив викликає мономолекулярний шар ПАР. Таке явище знаходить вельми широке застосування при обробці металів тиском. При різанні ж, яке характеризується набагато більш жорсткими умовами деформування і руйнування, більший вплив являє хемосорбційна взаємодія [3, 8, 9].

Хемосорбція являє собою процес, значно більш енергетично вигідний для використання його в механічній обробці. При обробці металів різанням відбувається безперервне оголення ювенільних поверхонь. Атоми, що належать

до цих поверхонь, мають високу активність і можуть вступати в хімічну взаємодію з молекулами органічних ПАР, що входять до складу технологічного середовища. Оскільки енергія взаємодії при хемосорбції зазвичай істотно більше, ніж при фізичній адсорбції, і досягає десятків кДж/моль, компенсація розриву зв'язків може бути більш ефективною і вільна поверхнева енергія твердого тіла знижується особливо сильно. Це призводить відповідно до більшого зниження міцності оброблюваного матеріалу і стосовно процесу різання, до більш яскраво вираженої пластифікуючої та ріжучої дії МОР.

Перебіг хемосорбційних процесів часто супроводжується механо - хімічними явищами, які приводять до утворення активних часток (радикалів). Зазвичай перебіг механо - хімічних процесів пов'язують з випусканням екзоелектронів або з каталітичним розкладанням органічних молекул на свіже утворених поверхнях.

Прояв пластифікуючої та ріжучої дії МОР при обробці можливо тільки при одночасності протікання процесів розриву і перебудови зв'язків в твердому тілі і їх компенсації активними компонентами МОР в результаті фізико-хімічної взаємодії, що означає необхідність присутності активного середовища безпосередньо в зоні різання. Надходження МОР в зону різання здійснюється за допомогою двох процесів. Більшу частину шляху від зовнішнього кордону рідкої фази з інструментом рідина долає в результаті капілярної течії по різного роду дефектам, виникаючим на кордоні стружка-різець. У безпосередній близькості від зони різання, в якій розміри зазору близькі до розмірів молекул, надходження МОР забезпечується в результаті поверхневої дифузії активного компонента[2, 3, 4].

Подолання зовнішнього тиску, який притискає ріжучу поверхню інструменту до оброблюваної деталі і перешкоджає проникненню МОР у зону різання, забезпечено двовимірним тиском адсорбційних шарів, що представляє собою різницю поверхневих енергій чистого матеріалу і покритого моно шаром ПАР. У разі інтенсивної дії середовища двовимірний тиск може досягати

1000 МПа, що наближується до міцності оброблюваного матеріалу, і отже з тисками, що розвиваються в зоні різання. При обробці високоміцних матеріалів в середовищі відносно невеликої активності може відбуватися її витіснення із зони різання, і тоді фізико-хімічний вплив технологічного середовища (здатність викликати зниження міцності, а також мастильну та антиадгезійну дію) зникає, і основна функція МОР складатиметься лише в охолодженні інструменту і деталі [3, 4].

Оскільки середовища можуть сприяти або пластифікуванню поверхні, або полегшенню процесу руйнування матеріалу, то у залежності від умов обробки активні середовища по-різному впливають на пластифікуючі і ріжучі властивості МОР. Так, при вигладжуванні, протягуванні деформуючими протяжками велику роль відіграють пластифікуючі властивості, а при обробці, яка характеризується утворенням стружки (точіння, свердління, фрезерування, шліфування) - ріжучі властивості МОР [3].

Однак П.А. Ребіндер відмітив, що адсорбційний ефект може спостерігатися лише в конкретній, хоча й достатньо широкій області деяких середніх швидкостей деформації; положення цієї області визначається температурою випробувань [7, 10].

Як зазначено вище, ефект Ребіндера полягає в полегшенні деформування та руйнування твердих тіл. Оскільки джерелом зсувної деформації металів є дислокації та їх переміщення, а зовнішнє активне середовище за допомогою адсорбційного зниження поверхневої енергії сприяє пластифікації поверхневого шару металу, цікаво встановити можливе співвідношення між ефектом Ребіндера та пов'язаним з ним особливостями переміщення дислокацій. Такі дослідження проведені в роботах Щукіна Е.Д. Показано, що у присутності ПАР умови для переміщення та виходу дислокацій на поверхню дійсно різко покращуються, а швидкість утворення дислокаційної субмікроструктури зростає. Ці міркування були підтверджені результатами прямого електронно - мікроскопічного спостереження особливостей формування

субмікроструктури у поверхневому шарі металу, деформованого у присутності олеїнової кислоти [10, 11].

В умовах, коли на поверхні є мікротріщина, молекули адсорбційно-активної речовини розповсюджуються (мігрують) по її стінкам у напрямку тупикової області аж до тих місць, де проникненню будуть перешкоджати сторичний фактор (фактор, що враховує необхідність визначення взаємної орієнтації реагуючих частинок при їх зіткненні для здійснення хімічної реакції). Подальше пересування молекул ускладнюється внаслідок їх більших розмірів та малих розмірів тріщин. У зв'язку з цим у самих вузьких місцях мікротріщини виникають розклинюючі тиски, викликані адсорбційними шарами. При наявності сильної адсорбційної взаємодії середі з поверхнею твердого тіла (коли поверхнева енергія твердого тіла може знижуватися до дуже низьких значень), двовимірна міграція середі здатна викликати хаотичне (без витрат зовнішньої роботи) розщеплення часток твердого тіла.

Таким чином, механізм ефекту Ребіндера характеризується рядом аспектів впливу адсорбційно-активного середовища на процес деформування та руйнування твердих тіл. Молекули зовнішнього середовища, адсорбуються на поверхні твердого тіла, викликають зниження поверхневої енергії, що сприяє переміщенню дислокацій у поверхневому шарі, тобто пластифікуванню. Кінетика пластифікування визначається швидкістю дифузійного проникнення адсорбційно-активних молекул із розчину до поверхні деформованого твердого тіла.

Дія середовища проявляється і іншим чином. Молекули дифузійно мігрують до свіже утвореним поверхням мікротріщини, запобігають її самолікуванню, що прискорює процес руйнування. Кінетика тріщино утворення визначається швидкістю переміщення молекул середовища свіже утвореним поверхням в тупикову зону. При конкретному співвідношенні швидкостей просування вершини тріщини та розповсюдження молекул середовища по свіже утвореним поверхням середа може і не приймати участі у руйнуванні твердого тіла. Це можливо у тому випадку, коли швидкість

просування молекул середовища нижче просування вершини тріщини, отже, між цими рухаючимися в одному напрямку фронтами існує розрив. Внаслідок скупчення мігруючих молекул у гирлі мікротріщини виникають розклинюючі сили, що також сприяє полегшенню поверхневого диспергування твердого тіла [3, 7, 11].

В основі ефекту Ребіндера лежить фізична адсорбція (не хімічна). Наприклад адсорбційний ефект зменшується при підвищенні температури, що пов'язано з переходом від фізичної адсорбції до хемосорбції та зменшенням рухомості адсорбованих молекул.

Адсорбуючі на поверхні молекули, переходячи в агрегатний стан, утворюють суцільну плівку, яка перешкоджає надходженню поверхнево активних молекул до свіже утворених поверхонь металу. Такий вміст ПАР відповідає рівноважній концентрації насичення адсорбційного шару, який залежить від природи активної речовини. Таким чином, концентраційна закономірність ефекту характеризується наявністю максимуму.

В інших умовах навантаження (фрикційне контактування металевих поверхонь, кавітаційне чи абразивний вплив на метал) залежності адсорбційного ефекту можуть і не мати максимуму. В усіх випадках контактного навантаження можливості утворення суцільної плівки з молекул ПАР суттєво ускладнюється. Формуюча адсорбційна плівка піддається періодичним ушкодженням, що забезпечує проникнення активних молекул до поверхонь, що оголюються та дефектів.

Полегшення пластичної деформації та руйнування металів в присутності ПАР - може бути успішно використано при рішенні практичних задач обробки металів, якщо у якості адсорбційно-активних речовин виступають високомолекулярні з'єднання та продукти їх деструкції. Застосування полімерів дозволяє прискорити процеси припрацювання в маслах, які містять полімерні присадки, доводку та притирку полімер - абразивними складовими та вирішить інші технічні задачі.

Внаслідок різноманітних обставин (проміжний стан полімерів між твердими тілами та рідинами; недостатній дослід застосування полімерів в технологічних процесах) складно було визначити, що вони можуть мати властивості ПАР. З часом стало відомо, що полімери сприяють поверхневому диспергуванню твердих тіл. Це і є початком систематичних дослідів тих властивостей полімерів, завдяки яким активуються поверхнєве пластифікування та диспергування динамічно контактуючих з ним металів [9, 12, 13].

Полімермісткі середовища можуть створюватися на основі розчинів і дисперсій високомолекулярних сполук. Використання полімерів в різних технологічних процесах обробки твердих тіл, в тому числі в якості активних компонентів МОР для різання, обумовлено здатністю полімерів активувати процес поверхневого деформування і диспергування твердих тіл.

Ефективність дії полімермістких МОР при різанні залежить від специфічних фізико-хімічних процесів в зоні різання, що протікають в результаті деструкції макромолекул полімеру з утворенням різноманітних активних продуктів, що взаємодіють з оброблюваною поверхнею і матеріалом ріжучого інструменту. Підвищення продуктивності полімермістких середовищ визначається хімічною природою, молекулярною масою і концентрацією полімеру в середовищі. Встановлено, що ефективність дії полімермістких МОР істотно залежить від режимів різання і більшою мірою проявляється при їх посиленні.

Розроблено полімермісткі середовища з використанням полімерних латексів, синтезованих сополімерних продуктів і порошкоподібних полімерів для різних видів механічної обробки металів.

Останні тенденції наукових досліджень даного питання дозволяють визначити, що застосування полімерів дозволяє прискорити процеси припрацювання в маслах, доведення і притирання полімер - абразивними складовими і вирішити інші технічні завдання. В даний час такі процеси можуть бути пов'язані з макрорадикалами, які утворюються в результаті деструкції полімеру. Молекули полімеру при деструкції дають більшу кількість

макрорадикалів, які мають складну структуру, складніше олеїнової кислоти та інших ПАР.

Деструкція полімерів - це процес руйнування молекул полімерів під дією тепла, кисню, світла, механічних напружень, біологічних факторів. В процесі деструкції відбувається розрив хімічних зв'язків в макромолекулах, зменшується ступінь полімеризації і молекулярна маса полімеру. Зміна будови полімеру призводить до зміни його фізичних і хімічних властивостей, тобто до старіння полімерів. Характеризують вид деструкції: термічна, термоокислювальна, фотохімічна, гідролітична, радіаційна. Зазвичай в полімері одночасно протікають кілька видів деструкційних процесів.

Термічною деструкцією називають процес руйнування макромолекул полімеру під впливом високих температур у відсутності кисню, що протікає по радикально-ланцюговому механізму. При руйнуванні полімерів при термічній деструкції в деяких випадках утворюються короткі ланцюги різної будови (наприклад, при термічній деструкції поліетилену, поліпропілену), в інших випадках відбувається утворення мономера. Процес деструкції може також включати в себе радикальні, іонні і молекулярні реакції (термодеструкція полівінілхлориду).

Термоокислювальна деструкція спостерігається при одночасному впливі на полімери підвищених температур і кисню, який помітно знижує стійкість полімерів до дії тепла. В результаті термоокислювальної деструкції утворюються різні низькомолекулярні речовини, які містять кисень: вода, кетони, альдегіди, спирти, кислоти.

При фотохімічній деструкції макромолекули полімеру руйнуються під впливом світла. Фотохімічна деструкція є радикально-ланцюговим процесом, в полімері, крім розриву хімічних зв'язків, відбуваються зшивання, відтворення подвійних зв'язків і вільних радикалів. Найбільш суттєво фотохімічна деструкція відбувається під впливом ультрафіолетових променів. Однак в силу малої проникаючої здатності фото випромінювання, фотохімічна деструкція відбувається переважно в поверхневих шарах полімеру.

Радіаційна деструкція відбувається під впливом на полімери жорсткої іонізуючої радіації, а також під впливом прискорених електронів та іонів. При радіаційній деструкції відбувається відщеплення водню і невеликих бічних груп (типу CH_3 , C_2H_5) від молекул полімеру. При цьому деструкція може супроводжуватися зшиванням макромолекул.

Механічна деструкція відбувається при впливі на тверді полімери постійних або змінних механічних навантажень або при перемішуванні розплавів і розчинів полімерів. Механічна деструкція відбувається в тому випадку, коли енергія механічної напруги перевищує енергію зв'язків атомів в полімері. Вона може виникнути при його переробці.

При хімічній деструкції руйнування макромолекул полімеру відбувається в результаті дії хімічних агентів. Така деструкція характерна для багатьох гетеро ланцюгових полімерів, що містять в основному ланцюзі групи, здатні до хімічних перетворень. Хімічну деструкцію розрізняють в залежності від діючого агента: окислювальна (кисень), озонна, гідролітична (одночасний вплив води і кислот).

Біологічна деструкція відбувається під впливом ферментів, що виділяються мікроорганізмами, організмами вищих рослин і тварин.

Для боротьби з деструкцією використовуються різноманітні методи стабілізації. Деструкційний процес (контрольована деструкція) використовують при механосинтезі сополімерів, при пластикації каучуків, для отримання з природних полімерів цінних низькомолекулярних речовин (наприклад, глюкози).

Руйнування полімерної макромолекули під дією механічних напруг називається механодеструкцією. У результаті механодеструкції молекул утворюється реакційно здатні фрагменти - вільні макрорадикали. Причиною реакційної здатності являє собою неспарений електрон у місці розриву ковалентного зв'язку. Тому вільними радикалами називають атоми або молекули (а також уламки молекул), якщо вони володіють неспареним електроном [7, 10, 12].

Тривалість життя вільних радикалів при нормальних умовах дуже коротка, так як у результаті реакційної властивості вони можуть взаємодіяти між собою (рекомбінувати), а також взаємодіяти з зовнішньою середою, атоми та молекули яких виконують роль локалізаторів неспарених електронів (акцепторів).

Літературний огляд з даного питання дозволяє також припустити, що дія ПАР заснована на тому, що в процесі деструкції утворюються макрорадикали. Масляні МОР мають більшу кількість макрорадикалів, ніж водні. Це відбувається за рахунок деструкції полімеру. Слід розглядати МОР з більшою кількістю макрорадикалів. Впровадження в зону різання активних макрорадикалів при обробці з полімермісткими МОР, є перспективним напрямком регулювання ефективності процесу різання, а також для отримання деталей з необхідним структурним станом поверхневого шару.

Згодом стало відомо, що полімери сприяють поверхневому диспергуванню твердих тіл. Це і є початком систематичних дослідів тих властивостей полімерів, завдяки яким активуються поверхневе пластифікування і диспергування динамічно контактуючих з ним металів.

Аналіз літератури показав, що останнім часом у світовій практиці значна частина досліджень в області МОР зосереджена на мінімізації або виключенні застосування МОР, виборі більш ефективних способів їх подачі, а також на використанні полімерних добавок в складі МОР. При певних умовах обробки різанням застосування МОР забезпечує економічно вигідну експлуатацію ріжучого інструменту і високу якість обробленої поверхні деталей.

Ефективність використання полімерів у складі МОР наведено у результатах робіт різних авторів.

У роботі [14] основною метою було підвищення стійкості швидкоріжучого інструменту і поліпшення якості оброблених поверхонь шляхом застосування активованої мастильно-охолоджувальної технологічної середі (МОТС) з полімерними присадками, які мають у своєму складі кисень. Були проведені дослідження залишкових напружень в поверхневих шарах сталі

45 і титанового сплаву VT1-0 після обробки інструментом виготовленого зі швидкорізальної сталі марки P6M5. Для сталі 45 було обрано такі параметри різання: $V = 0,5$ м / с, $S = 0,1$ мм / об, $t = 0,5$ мм; для титанового сплаву: $V = 0,35$ м / с, $S = 0,1$ мм / об, $t = 0,5$ мм. При різанні сталі 45 напруги в поверхневому шарі були стискаючі.

Основні висновки з роботи [14] були наступними:

1. Встановлено, що застосування методу активації коронним розрядом МОТС з полімерними присадками, які містять кисень, дозволяє збільшити стійкість інструмента при обробці сталі 45 в 1,9 -2,3 рази в порівнянні з застосуванням базової МОТС; покращує характеристики процесу різання і якість оброблених поверхонь.

2. Встановлено позитивний вплив активованих полімермістких МОТС на процес свердління матеріалів. При використанні даних МОТС зафіксовано зменшення величини крутного моменту на 35-45%, при зменшенні шорсткості обробленої поверхні на 30-40% по відношенню до базової МОТС.

3. Встановлено, що максимальне зменшення величини залишкових напруг становить величину порядку 20% в порівнянні з базовою МОТС і близько 10% в порівнянні з позитивно активованою МОТС.

У роботі [15] наведено результати досліджень по визначенню впливу полімерних присадок в складі МОТС на енергосилові параметри механічної обробки і стійкість інструменту. Стійкість різального інструменту, що працює в середовищі з полімерної присадкою в усьому діапазоні швидкостей точіння конструкційних вуглецевих, легованих і нержавіючих сталей значно вище, ніж при обробці в емульсії ET-2. Зі збільшенням швидкості різання переваги високомолекулярної полімермісткої МОТС, як правило зростають у порівнянні з МОТС на низькомолекулярній основі.

Тенденція підвищення ефективності різання при застосуванні полімерної МОТС зі збільшенням швидкості різання, імовірно пов'язана з ростом температури в зоні контакту деталь-різець-стружка, що сприяє протіканню з великою швидкістю хімічних перетворень макромолекулярних ланцюгів,

утворення іншого виду активних низькомолекулярних вуглеводневих речовин і пірополімерного залишку.

Для прояву ефекту від застосування полімермістких МОТС важливе значення має також хімічний склад оброблюваного металу, який визначає його каталітичну активність.

Крім збільшення ефективності обробки та підвищення стійкості інструменту, будь-які добавки до МОТС, в тому числі полімерні, не повинні знижувати працездатність деталей в експлуатації. До найбільш важливих показників якості поверхневих шарів оброблюваних деталей машин, різного роду інструменту і технологічної оснастки відносяться шорсткість поверхні, твердість і мікротвердість металу, що обробляється, тонка кристалічна структура, залишкові мікро- і макронапруження та інші. Опір втоми і корозійної втоми, а також тріщиностійкість є основними експлуатаційними характеристиками.

Якщо виходити з того, що механізм дії полімерних присадок до МОТС на процеси диспергування є аналогічний впливу низькомолекулярних поверхнево-активних речовин, то і реалізовані ефекти від їх впливу повинні бути приблизно одного рівня. Але, приведені дослідження і аналіз результатів впровадження полімермістких МОТС показує, що їх ефективність суттєво перевищує ефективність МОТС на низькомолекулярній основі. Отже, хоча деструктовані полімерні ланцюги і володіють поверхневою активністю і ця їх властивість безсумнівно впливає на ефективність диспергування твердих тіл, однак, основною причиною якісно інших результатів, що спостерігаються, є оборотний і необоротний вплив в зоні руйнування низькомолекулярних активних продуктів, що утворюються при термо- та механодеструкції полімерної присадки. Як вже зазначалося вище, складні і різноманітні процеси перетворення полімерного ланцюга під дією підвищених температур і механічних напруг властиві тільки високомолекулярним сполукам. Активні макрорадикали, пірополімерний вуглецевий залишок, низькомолекулярні рідкі і газоподібні вуглеводні безсумнівно впливають на процес пластичного

деформування металу, енергосилові параметри обробки, стійкість інструменту. Необхідно відзначити, що всі ці процеси ендотермічні, знижують температуру в зоні обробки і сприятливо впливають на стійкість інструменту. Все ж на підставі аналізу стану даної проблеми можна припустити, що суттєве збільшення стійкості ріжучого або формуючого інструменту, зниження енергосилових параметрів механічної обробки слід віднести головним чином на рахунок водню.

Аналіз результатів досліджень в області впливу різних ініціаторів на процеси деполімерізації показав, що полімери в розчині або введені у вигляді дисперсії досліджені в меншій мірі, ніж полімери в сухому стані. Разом з тим, наявні обмежені дані показують, що остаточний результат дії ініціаторів, наприклад, температури, в обох випадках не дуже різний. Ті полімери, які деструктують в сухому стані, деструктують також в розчині при всіх концентраціях.

Все це дозволяє вважати, що в розглянутих процесах є й інші шляхи перетворення макрорадикалів, що утворюються в результаті ініціювання. Однак, головним тут є те, що утворюються короткоживучі проміжні з'єднання високої хімічної активності, які не дають кінцевих продуктів негайно, а беруть участь в різноманітних процесах перехідного характеру не тільки в полімерній системі, а й на каталітично активній поверхні металу, що обробляється. Все це в кінцевому рахунку призводить до утворення та накопичення в зоні обробки різних хімічних активних продуктів, і в першу чергу, атомарного водню. Таким чином, вплив водню на опрацьований матеріал слід пов'язувати з його хемосорбцією на хімічно чистих поверхнях металу в зоні деформування, розчиненням його решітки з утворенням твердого розчину.

При різанні у полімермістких складах МОР важливі структурні перетворення приповерхневих і поверхневих шарів металу слід пов'язувати з впливом атомарного водню [16, 38, 39].

В роботі [16] розглянуто питання виділення водню з поверхнево-активною середовища на поверхні деформованого металу. Також порушується

проблема транспорту водню в об'єм металу. Встановлюється роль утворення тріщин як фактора, що ініціює хімічні перетворення поверхнево-активного середовища. Показано механізм хімічної активації поверхнево-активного середовища з утворенням на кінцевому етапі в активних формах водню і вуглецю і обмеженість загальноприйнятої теорії адсорбційного зниження міцності деформованого металу в поверхнево-активному середовищі.

У роботі були теоретично обґрунтовані і підтверджені практикою уявлення про фізичну природу зниження механічних властивостей матеріалів під впливом таких середовищ. Це дозволило визначити шляхи пошуку найбільш ефективних способів управління силами зчеплення в твердих тілах при оптимальному поєднанні механічної взаємодії і фізико-хімічних чинників, що створюються поверхнево-активним середовищем або малими адсорбційними добавками [17, 18].

В роботі досліджувалися газоподібні продукти, що утворюються при піролізі і механохімічеської деструкції поліетиленової емульсії ОКСАЛЕН-30, поліетилену (ПЕ) молекулярної маси 100 000, отриманих на ванадієвому катализаторі, полівінілхлоридній емульсії і полівінілхлориді.

Таким чином, отримані результати переконливо демонструють, що в зоні різання під впливом високої температури відбувається деструкція полімерної присадки, яку умовно можна розділити на реакції деполімеризації, або реакції послідовного відриву мономерних ланок від кінця ланцюга, і реакції деструкції, що обумовлює перетворення замісників [20, 21]. У першому випадку при розщепленні основного ланцюга все ще зберігаються мономерні ланки, в у другому - замісники в основному ланцюзі полімеру повністю відщеплюються з утворенням летючих продуктів. При цьому в газовій фазі вже при температурі 230-250 ° С кількість молекул водню становить 99,5% [19].

При такій температурі процес піролізу полімерної присадки набуває автокаталітичний характер [20, 22] з утворенням іонізованого водню (хлористого водню, якщо полімерної присадкою є полівінілхлорид), а також вільні радикали і іонрадикали [20, 23-25].

Доведено факт виділення водню з поверхнево-активного середовища, а також факт транспорту водню в об'єм металу навіть при швидкості деформування, що перевищує 1 м/с [16].

Поверхнево-активне середовище є джерелом утворення водню, який відповідно до відомих і добре вивчених результатів досліджень, в умовах високих локальних напружень і температур в ультрамікроскопічних областях, тобто безпосередньо в зоні подолання зчеплення між атомами твердого тіла, полегшує їх перебудову і розрив.

В роботі [26] розглядалося підвищення ефективності механічної обробки деталей з використанням полімермістких МОТС.

Експериментально в роботі було досліджено процес фізико-хімічних перетворень полімерної компоненти МОТС в зоні різання металу. Показано, що при температурі близько 400°С, деструкція полімерних присадок до МОТС (ПВХ і ПЕ) протікає з утворенням суміші високоактивних газоподібних продуктів насичених і перенасичених вуглеводнів, водню й пірополімерного рідкого залишку з високою концентрацією вуглецю. Комбінація хімічних елементів газової суміші визначається хімічним складом макроланцюгу полімеру, умовами його деполімеризації, каталітичною активністю поверхні оброблювального матеріалу та його фізико-хімічних властивостей.

Встановлено, що на кінцевому етапі перетворень полімерної компоненти МОТС утворюється газова суміш з якої найбільшу трибологічну активність демонструє водень. Показано, що параметри механічної обробки, механічні і хімічні властивості сталі змінюють характер взаємодії водню із металом від фізичної до хімічної з утворенням нових сполук – гідридів, що відбивається на оброблювальності сталі. Різноманіття можливого прояву процесів і явищ у зоні різання приводить до відмінності механізму обробки сталей в МОТС з полімером від МОТС, які складаються із низькомолекулярних компонентів.

Досліджено вплив МОТС як на загальну зносостійкість різального інструмента, так і на його розмірну стійкість при обробці різних матеріалів в

широких діапазонах режимів різання, що дозволило підвищити точність ряду деталей сільгоспмашинобудування.

Використання водяних і масляних МОТС на полімерній основі із запропонованими інгредієнтами дозволило при обробці сталевих деталей додатково: підвищити стійкість інструменту при точінні – до 50 %, свердлінні – до 400 %, фрезеруванні – до 40...60 %; покращити якість обробки (зниження параметра шорсткості R_a на 10...50 %); підвищити продуктивність обробки за рахунок швидкості і подачі різання при точінні – в 2,6 рази, свердлінні – в 1,2...4 рази, фрезеруванні – в 2...4,4 рази; покращити експлуатаційні властивості оброблених деталей; підвищити корозійну стійкість оброблених деталей та біологічну стійкість МОТС [26].

Проведені дослідження [27] застосування рідких мастильних матеріалів на характеристики процесу різання при точінні важкооброблюваних наплавлених матеріалів показали, що найбільший ефект досягається від використання полімермістких матеріалів типу МХО-64А і МХО-69.В результаті забезпечується зниження коливань складових сил різання на 40 - 50%, що призводить до стабілізації процесу обробки і зменшення коефіцієнта тертя в 2 рази. Це сприяє підвищенню параметрів якості обробки, таких як розмірні параметри шорсткості обробленої поверхні і параметри фізичного стану поверхневого шару. В результаті утворюється наклепаний шар зі стискаючими залишковими напруженнями, які призводять до підвищення експлуатаційних характеристик деталей машин.

Зазначені вище позитивні результати дозволяють говорити про перспективність застосування полімеромістких МОП для спрямованого регулювання технологічних процесів механічної обробки. При цьому визначну роль мають процеси теромеханічної деструкції полімеру та впровадження продуктів деструкції у зону контакту інструменту і заготовки.

Для модифікування вже наявних МОП і розробки нових МОП, що відповідають сучасним вимогам, необхідно досліджувати їх вплив на ефективність обробки матеріалів. У даній роботі будуть розглядається питання

модифікування МОР полімерними присадками і їх вплив на процеси, що відбуваються в зоні різання.

1.2 Патентний огляд стану питання

Мастильно-охолоджувальні рідини для обробки металу виконують численні функції в різних пристроях, пов'язаних з обробкою металів. Зазвичай такі функції включають відведення тепла від оброблюваної деталі і інструменту (охолодження), зменшення тертя між стружкою, інструментом і оброблюваною деталлю (змазування), видалення стружки, зменшення корозії і запобігання або зниження утворень на кромках, як наприклад, між оброблюваною деталлю і інструментом. Це поєднання функцій зазвичай потребує складу або комбінації інгредієнтів в рідині для досягнення найкращих властивостей, необхідних для виконання конкретної операції по обробці металу.

З літературного огляду стану питання відомо, що полімери добре впливають на ефективність обробки металів. У зв'язку з цим необхідно провести патентний огляд та визначити, які полімери використовують у складі МОР, та як саме вони впливають на процес обробки металів.

Патент [28]. У складі даної МОР наступні компоненти, у мас.% співвідношенні: Поліакриламід - гель технічний, 8% - 0,45 - 0,65; натрій тетраборнокислий/ бура / 0,06 - 0,1; алкілмоносульфоната натрію фракції C14-C17 / E-30 / 0,002 - 0,008; гліцерин 0,08 - 0,1; триетаноламін 0,09 - 0,1; N, N'-ді / b-нітрілетіл / етілендіаміна 1,2 / ЦЕДА / 1,0 - 1,2; нітрит натрію 0,06 - 0,07; малеїновий ангідрид 0,075 - 0,08; метиловий оранжевий 0,00015; вода до 100,0. Основними недоліками відомої МОР є: низька чистота обробленої поверхні, низька стійкість інструменту. Поліакриламід вважається не токсичним продуктом, проте при контакті він може викликати подразнення очей; при пролонгованому або повторному контакті зі шкірою - роздратування шкіри і дерматит; при тривалій або надмірної інгаляції - подразнення дихальних шляхів, а при поглинанні - роздратування стравоходу. Токсичність поліакриламиду пов'язана з деструкцією полімеру або з присутністю в полімері

акриламиду. Акриламід є токсичним продуктом. При температурах вище 60 °С в поліакриламіді відбуваються деструктивні процеси, що може привести до втрати розчинності в воді.

Патент [29]. Концентрат мастильно-охолоджувальної рідини для механічної обробки металів, що містить у мас. %: поліетиленгліколь - 3,5-8 продукт термopolімерізації триетаноламену, борної кислоти, моноетаноламіну, малеїнового ангідрида з їх масовим співвідношенням відповідно (25-35):(7-9):(2-5):(2-4)-36-58; вода - решта. Недоліками вказаної МОР є те, що вона має погані мастильні властивості; складний процес виготовлення; велику молекулярну масу 20 000 г/моль та низьку температуру плавлення 65-72°C, які погіршують фізико-механічні властивості рідини.

Патент [30]. Концентрат мастильно-охолоджувальної рідини для механічної обробки з наступним складом у мас. %: продукт взаємодії вищих жирних кислот з алканоламінами при температурі 130-150°C 16-30, гліколі 2-6, продукт взаємодії борної кислоти з алканоламіни при температурі 95-100°C 20-40, ді(алкілполіетиленгліколевого) ефіру фосфорної кислоти калієва сіль 0,2-1, мінеральне масло 1-4, бензойна кислота 0,2-2,0, поліетиленоксид 15-30, вода - решта. Недоліком такої МОР є складний процес виготовлення; низька температура плавлення 66-68°C та велика молекулярна маса 100 000-10 000 000 г/моль, які погіршують фізико-механічні властивості рідини в цілому та знижують технологічні властивості при її використанні.

Патент [31]. Спосіб обробки металу, який застосовуються в процесах різання, згинання, шліфування та формування як чорних, так і кольорових металів з застосуванням водорозчинної мастильної рідини. Недоліком цього способу обробки є низькі технологічні властивості при обробці металів та складність використання, внаслідок застосування при обробці водорозчинної робочої рідини, що містить в якості мастила поліаспарагінову кислоту з великою молекулярною масою.

Патент [32]. Спосіб обробки металів, який передбачає застосування водорозчинного мастильного агенту для обробки металів з різними

компонентами та використанням мінеральної олії, що має характеристичну температуру, для кожного стану відповідної жирної кислоти. Недоліком цього способу є підвищений знос різального інструменту та низька ефективність обробки, яка пов'язана зі складністю підбору компонентів мастильного агента різноманітних за хімічними властивостями речовин.

Патент [33]. Концентрат мастильно-охолоджувальної рідини для лиття кольорових сплавів під тиском, що містить компоненти при наступному співвідношенні, мас. %: мінеральне масло 33,0-35,0; олеїнова кислота 10,0-14,0; триетаноламін 6,5-8,0; тіосечовина 2,0-2,5; бактерицид (катапін) 2,0-2,5; поліоксиетіліровані алкілфеноли 9,0-10,0; полісилоксанової рідина 1,0-1,4; мила лужних металів синтетичних жирних кислот 2,0-2,5; вода - до 100. Відомий концентрат МОР використовується переважно при виробництві виливків з магнієвих і алюмінієвих сплавів, має вузьку область використання і недостатньо ефективний при обробці металів різанням.

Патент [34]. Концентрат мастильно-охолоджувальної рідини для механічної обробки металів, що містить: продукт взаємодії в середовищі мінерального масла і гліколю алканоламіни з олеїновою кислотою або її сумішшю з рослинним маслом; поліоксіетельований алкілфенол; оксіетільними групами; фенілкарбінол або нафтовий сульфонат; борна кислота; вода. Відомий склад дозволяє отримати високу якість поверхні при шліфуванні підшипників (шорсткість складає 0,21-0,24 мкм), однак має високі витрати на МОР по відношенню до оброблюваних матеріалів, досить високу собівартість за рахунок використання високої концентрації дорогого бактерициду - борної кислоти.

Патент [35]. Концентрат МОР для механічної обробки металів, що включає мінеральне масло, продукт реакції ТЕА з ненасиченої жирної кислоти або кислотами талової олії, моноетаноламін, борну кислоту, триетаноламін, біс-(алкілполіоксіетілен) -фосфат-Оксіфос КД-6 і воду. Даний концентрат має хороші мастильні властивості, але недостатню біостійкість.

Патент [36]. Концентрат МОР для обробки металів різанням, що включає мінеральне масло, моноетаноламін, жирну кислоту, воду, борну кислоту або суміш борної кислоти з неіоногенні поверхнево-активною речовиною при їх масовому співвідношенні (2,5-14):1. Даний концентрат має високу біостійкість, але недостатню стійкість до впливу низьких температур.

Патент [37]. Концентрат МОР, що містить продукт обробки жирних кислот рослинних олій фракцій С12-С20 діетаноламіном при температурі 130-150°C, мінеральне масло, гліколі, поліоксіетильований алкілфенол з 4-6 оксіетільними групами, продукт взаємодії борної кислоти з алканоламіни при температурі 95-105 ° С, жирну кислоту фракції С12-С20, нижчі первинні спирти фракції С3-С7, піногасник і воду. Даний концентрат стійкий до біопоразки, але не володіє достатніми змащувальні властивості і стабільністю концентрату до впливу температур.

2 ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Як відомо, процеси механічної обробки здійснюються шляхом прикладення до матеріалу, що обробляється, зовнішніх зусиль, які утворюють у робочій зоні значні механічні напруження. Під впливом останніх відбувається перебудова та руйнування структури матеріалу, що оброблюється, цей процес супроводжується виділенням теплової енергії. Впровадження до зони деформації речовин, здатних взаємодіяти з матеріалом, що обробляється, дозволить змінити дію деформації та руйнування і таким чином підвищити ефективність обробки.

Одним з важливіших напрямків підвищення працездатності ріжучих інструментів і вдосконалення процесів обробки металів різанням є широке застосування МОР. Перспективним шляхом вирішення цих завдань є вдосконалення складів МОР, за допомогою введення в них різних за своєю природою і хімічною будовою функціональних присадок. Полімерні присадки найбільш ефективні, завдяки глибокому і всебічному впливу на фізико-хімічні та механічні процеси і явища, що відбуваються в зоні різання.

Також встановлено, що процес утворення хімічно активних компонентів мастильного середовища (атомів, іонів, вільних радикалів, іон-радикалів) можна інтенсифікувати різними зовнішніми енергетичними впливами на технологічний засіб. Одним з таких впливів може бути введення у полімерну складову регулятора полімеризації, який призводить до зміни фізико-механічних властивостей рідини, що відкриває додаткові перспективи розширення технологічних можливостей та підвищення різальної спроможності інструменту. Оптимальний хімічний склад регулятора полімеризації повинен визначатися в ході експлуатаційних випробувань рідини з урахуванням конкретних умов обробки та матеріалу заготовки.

Компоненти МОР, які піддаються попередній активації, отримують додаткову енергію, що переводить їх у метастабільний стан. Цей стан

характеризується послабленням або частковим порушенням внутрішньо молекулярних зв'язків, тобто стимулюється деструкція полімеру МОР з утворенням активних атомів, радикалів і груп. Саме ці активні елементи утворюють в зоні контакту плівки, які в свою чергу взаємодіють з поверхнею інструменту і оброблюваного матеріалу. Полімери, які входять до складу МОР, адсорбуються на металі під дією високої температури та механічних напруг, підлягають механодеструкції та термодеструкції. При цьому утворюються високоактивні уламки макромолекул, які володіють високою хімічною активністю та здатні хімічно взаємодіяти з металом, що обробляється, знижуючи рівень вільної поверхневої енергії, полегшуючи процеси його деформації та руйнування.

Макромолекули або частки полімеру, які входять до складу МОР, потрапляючи на поверхню ріжучого інструменту та стружки, деструктують за головними зв'язками та утворюють вільні макрорадикади. Температурні межі деструкції полімерів значно нижче рідких вуглецевих та дорівнюють, наприклад, для полістиролу 299-348°C. Фрагменти розірваних макромолекул утворюють з не окисленими поверхнями металів (у першу чергу з атомами нікелю, марганцю, алюмінію, заліза, хрому) хімічні зв'язки. Особливість деструкції полімерів складається з того, що при цих температурах відбувається ланцюгова деполімерізація привитих фрагментів полімерів та утворюється протяжна сітка ненасичених вуглецевих зв'язків (аналогічно такі маються у графіті) та атомарний водень. Атомарний водень, який виділився, дифундує у поверхневі шари сталі та утворює хімічні з'єднання. При цьому зі зростанням температури від нормальної до 900°C коефіцієнт дифузії вуглецю у залізі зростає у 10^{11} разів, що визначає напрямок процесу у найбільш нагріті поверхні – інструмент, стружку і тонкий при поверхневий шар металу, що обробляється. При наявності вологи, крім основної реакції, можливі також і інші, у результаті чого утворюється молекулярний водень. Крім того активний водень виділяється при деполімерізації полімеру (наприклад поліетилену) [38].

Отже, при механічній обробці металів за допомогою полімермістких МОР у зоні різання протікають складні фізико-хімічні процеси: адсорбція макромолекул полімеру на метал, їх термо- та механодеструкція; утворення макрорадикалів з наступною їх деполімерізацією, у результаті чого виділяється атомарний водень та вуглець; насичення інструменту та оброблених поверхонь атомарним вуглецем; хемосорбція водню на ювенільних поверхнях; утворення хімічних з'єднань на ріжучих кромках інструменту.

Таким чином, проведення дослідження з можливістю оцінки впливу полімеру ПММА у складі МОР на ефективність процесу різання, з урахуванням необхідного режиму подачі рідини та її концентрації, є актуальним і необхідним при практичному використанні в металообробній промисловості. При цьому перспективним напрямком досліджень є використання у якості полімерної складової ПММА. Використання ПММА пов'язано з тим, що цей полімер характеризується відносною дешевизною та є одним з небагатьох поширених полімерів, який повністю розпадається до мономера. У інших полімерів вихід мономера варіюється від нуля до значної частки в загальному виході летких продуктів.

Для проведення дослідження була розроблена структурно-логічна схема проведення дослідження (Рис. 2.1), яка складалася з двох основних частин: теоретичної та експериментальної.

У теоретичній частині буде проведено аналіз літературних та патентних джерел з використанням полімерів у складі МОР при обробці металів різанням з обґрунтуванням необхідності проведення подальших запланованих досліджень.

В експериментальній частині планується розробка методики проведення дослідження. Також необхідно обрати обладнання та різальний інструмент, обрати полімер та призначити відповідні режими різання при його використанні. Після проведених досліджень буде зроблена оцінка ефективності застосування полімеру ПММА при різанні металів.

Структурно логическая схема

3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Визначали вплив поліметилметакрилату (ПММА) у розчиненому стані на ефективність токарної обробки конструкційної легованої сталі 40Х на верстаті 1К62, загальний вид методики проведення дослідів наведено на рис. 3.1. При цьому порівнювали результати досліджень з подачею 0,5 л/хв до зони різання чистого ацетону та розчину ацетону з ПММА концентрацією 0,5 - 1%. Схема подачі МОР до зони різання наведена на рис. 3.3.

Використання ПММА пов'язано з тим, що деполімерізація характеризується розривами зв'язків полімеру з виникненням парі радикалів. Відповідно кількість макрорадикалів при деструкції полімеру залежить від числа молекул, тобто від їх молекулярної маси. Молекулярна маса поліметилметакрилату складає 100,12 г/міль, енергія активації деструкції - 27 ккал/міль (для поліетилену 60-70 ккал/міль).

Полиметилметакрилат добре розчиняється в карбонових кислотах, складних ефірах, в тому числі у власному мономері, кетонах, хлорованих і ароматичних вуглеводнях. У якості розчинника полімеру для досліджень був обраний з ряду кетонів речовин ацетон.

Використовували різці з швидкоріжучої сталі Р18, які наведені на рис. 3.2 (габаритні розміри: Різець №1 - переріз державки 20x20, робоча частина довжиною 70 мм, діаметром 14 мм; Різець №2 - переріз державки 16x25, робоча частина довжиною 15 мм, переріз робочої частини 16x23). На кожному різці виконані пази для введення спайки термопари, рис. 3.2 в, г. Режими різання: подача поздовжня 0,78 мм/об, швидкість різання від 40 до 55 м/хв, глибина різання змінювалась від 1 до 1,5 мм, машинний час роботи 1хв.

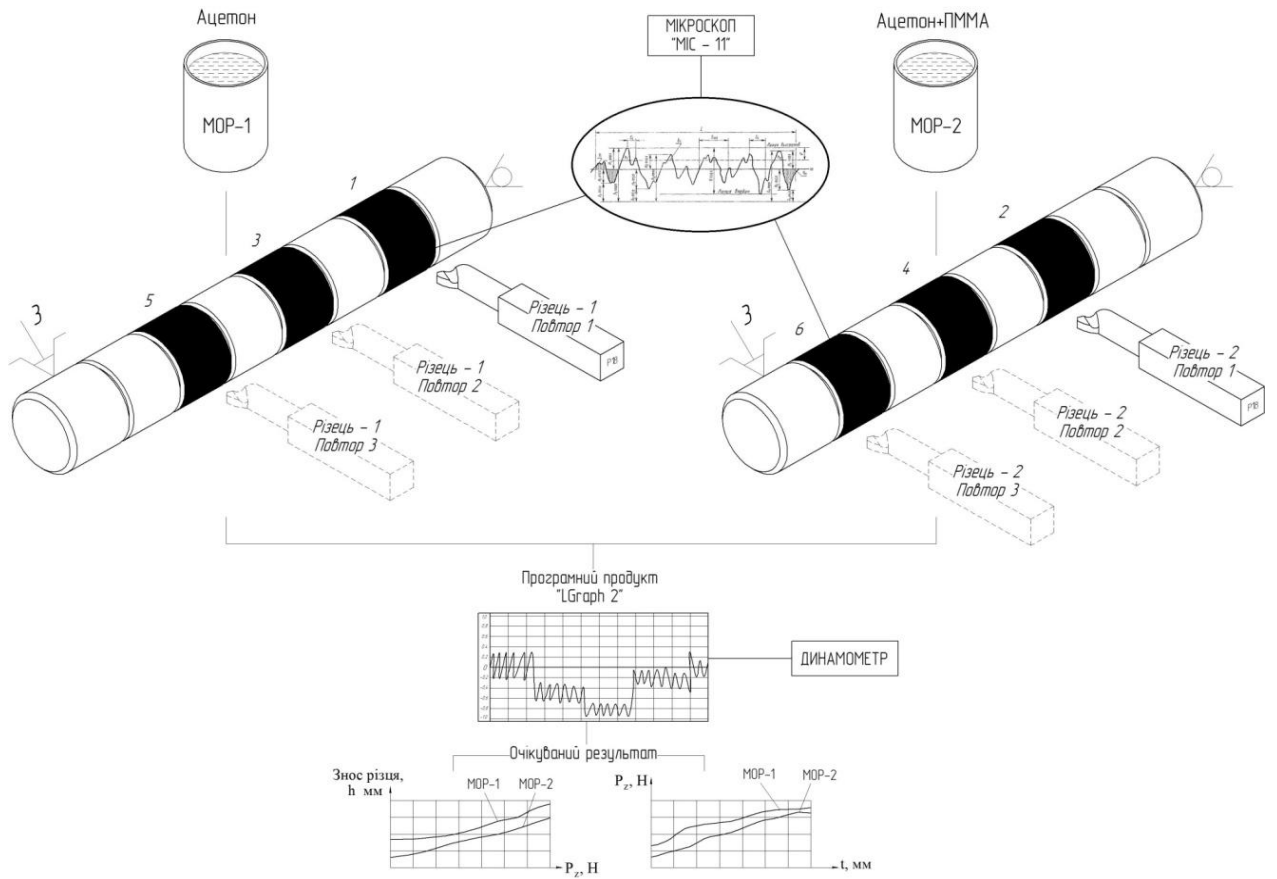


Рисунок 3.1 - Методика проведення досліджень



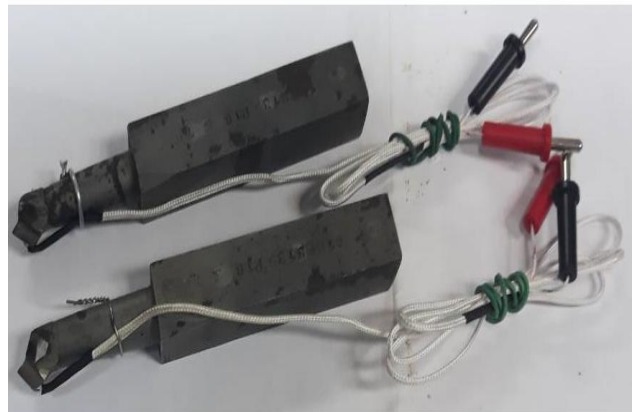
а)



б)



в)



г)

а) загальний вид токарних різців; б) ріжуча кромка; в) пази для

встановлення контакту термопари; г) різці зі встановленою термопарою TP-01A.

Рисунок 3.2 - Різці токарні зі швидкоріжучої сталі P18

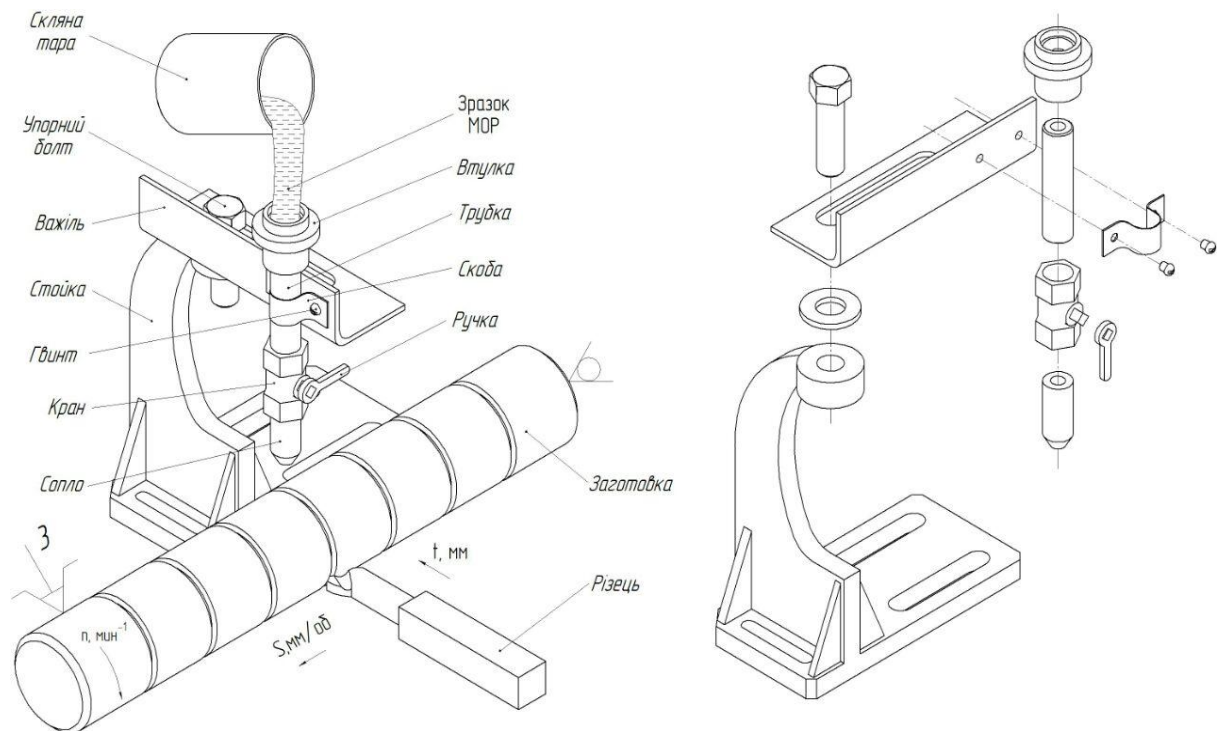
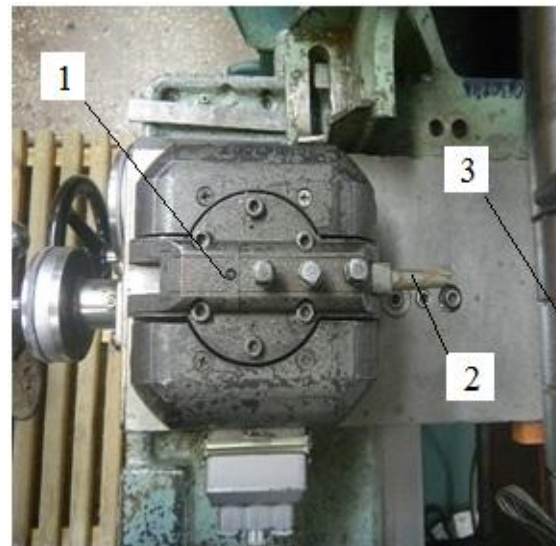
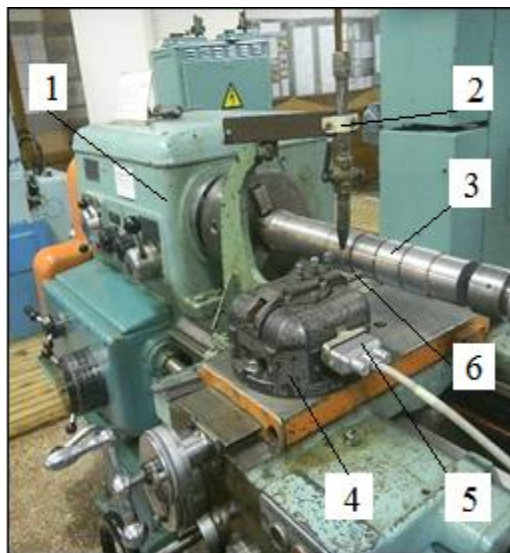


Рисунок 3.3 - Схема подачі МОР у зону різання



а)

б)

а) загальний вид: 1 - токарно-револьверний верстат 1К62; 2 - система подачі МОР у зону різання; 3 - зразок конструкційної легованої сталі 40Х; 4-5 - системний дрiт; 6 - токарний рiзець; б) місцевий вид: 1 - динамометр УДМ 600; 2 - токарний рiзець; 3 - зразок конструкційної легованої сталі 40Х;

Рисунок 3.4 - Загальний вигляд лабораторного обладнання

Для проведення вимірювань було обрано наступне обладнання:

1. Для вимірювання сили різання на верстат 1К62 був встановлений динамометр УДМ 600, в який закріплено різець (рис.3.4 а,б).
2. Для вимірювання температури в зоні різання використовувався мультиметр DT-835 з термопарою TP-01A з діапазоном вимірюваних температур: $-18\sim 712^{\circ}\text{C}$ (рис.3.5).



Рисунок 3.5 – Мультиметр DT-835 з термопарою TP-01A

3. Знос задньої поверхні різця вимірювали інструментальним мікроскопом по ширині та глибині площини зносу (рис.3.6).



Рисунок 3.6 - Мікроскоп інструментальний для вимірювання зносу різця

4. Шорсткість обробленої поверхні вимірювали без зняття заготовки з верстата за допомогою мікроскопу МІС-11 (рис. 3.7).

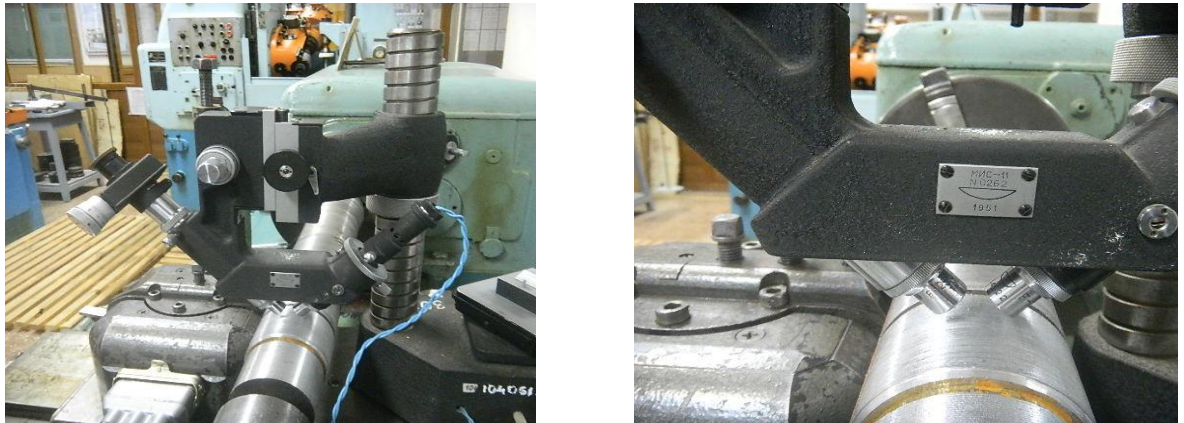


Рисунок 3.7 - Мікроскоп МІС-11 для вимірювання шорсткості обробленої поверхні

5. Для контролю заточки кутів різального інструменту використовували настільний кутомір (рис. 3.8).



Рисунок 3.8 - Настільний кутомір для контролю кутів заточки токарного різця

Силу різання вимірювали і записували у вигляді осцилограм за схемою приведеною на рис. 3.9. За допомогою динамометра УДМ 600 сигнал передавався на підсилювач, з підсилювача – на аналоговий цифровий перетворювач, з перетворювача – на комп'ютер, а на комп'ютері сигнал фіксувався за допомогою програми LGrarf 2 у вигляді графічних показників P_z .



Рисунок 3.9 - Схема вимірювання сили різання

Випробування проводили відповідно до розробленого циклу в два етапи при постійних режимах різання: глибина різання 1,5 мм, подача 0,78 мм/об, частота обертання заготовки 250 об/хв, швидкість течії рідини 0,5 л/хв.

Етап 1: "проводиться різцем №1 з подачею до зони різання ацетону ":

- вимірювання кутів заточки різця;
- встановлення та закріплення заготовки на верстаті, різця у динамометрі, вузла подачі МОР, підключення мультиметра, запуск програми LGrpf 2;
- встановлення обраних режимів різання, запуск верстата, прописування «нульової» лінії сили навантаження протягом 2-5 секунд;
- дослід проводиться до чітко видимої площадки зносу на задній поверхні різця, після чого припиняється робота верстата;
- проводяться усі потрібні вимірювання.

Етап 2: "проводиться різцем №2 з подачею до зони різання ацетону + ПММА":

- вимірювання кутів заточки різця;
- встановлення та закріплення заготовки на верстаті, різця у динамометр, вузла подачі МОР, підключення мультиметра, запуск програми LGrpf 2;
- встановлення обраних режимів різання, запуск верстата, прописування «нульової» лінії сили навантаження протягом 2-5 секунд;
- дослід проводиться до чітко видимої площадки зносу на задній поверхні різця, після чого припиняється робота верстата;
- проводяться усі потрібні вимірювання.

Кількість дослідів для кожної рідини складала не менше трьох. При цьому для кожного дослідів різець переточувався. Всі отримані данні відображали на полі координат та за середніми значеннями будували графіки.

4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

За період з 07.06.2018 по 06.07.2018 було проведено 67 досліджень. Результати досліджень наведено у Додатку А.

Усереднені результати випробувань з різцем №1 при різних глибинах різання наведено у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Результати випробувань різцем №1 при різних глибинах різання

		t, мм	P _z , Н	R _z , мкм	T, °C	S, мм ²	S ² , Н ²	a, Н
МОР 1	Ацетон	1	6419	147	60	6,03	3127	775
		1,25	5893	129	173	5,42	1205	818
		1,5	5668	105	222	1,8	1567	936
МОР 2	0,5% розчин	1	5155	102	-	4,83	1499	768
		1,25	5492	191	-	1,72	1279	710
		1,5	7367	142	-	0,27	-	-
МОР 3	1% розчин	1	4782	161	103	-	1227	646
		1,25	5385	157	106	3,48	943	581
		1,5	5751	140	201	0,89	1188	581

Примітка: P_z - сила різання, Н; S² – дисперсія сили різання P_z, Н²; a - середнє лінійне відхилення сили різання P_z, Н; R_z - шорсткість обробленої поверхні, мкм; T - температура у зоні різання, °C; S - площа зносу задньої поверхні різця, мм².

Як свідчать данні табл. 4.1 при глибині різання 1 мм відбувається зменшення зносу різця на 20% при 0,5% концентрації полімеру в ацетоні у порівнянні з зносом різця при обробці з ацетоном без полімерної добавки. При цьому відбувається зниженні сили різання на 20%.

При 1% концентрації полімеру сила різання знижується на 25%, середнє лінійне відхилення сили різання – на 17% у порівнянні з обробкою у ацетоні без ПММА. Шорсткість обробленої поверхні зросла на 10% при 1%

концентрації полімеру, та зменшилась на 30% при концентрації полімеру 0,5%. Температура різання зростає до 70% при концентрації полімеру 1%.

При глибині різання 1,5 мм відбувається зменшення зносу різця на 85% при концентрації полімеру 0,5% у порівнянні з обробкою у ацетоні без ПММА та на 49% – при 1% концентрації полімеру. Середнє лінійне відхилення сили різання зменшується до 38%, а температура різання до 10% при використанні 1% концентрації полімеру. При цьому шорсткість обробленої поверхні зростає на 35% при 0,5% концентрації полімеру та на 33% при 1% концентрації полімеру. Сила різання зростає на 29% при 0,5% концентрації полімеру та на 2% при концентрації полімеру 1%.

Вплив полімеру на ефективність різання найбільш наочно проявляється при обробці різцем №1 при глибині різання 1,25 мм (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Результати досліджень різцем №1 з глибиною різання 1,25 мм

Концентрація полімеру у рідині, %	P_z , Н	S^2 , Н ²	a , Н	R_z , мкм	T , °С	S , мм ²
Ацетон	5893	1205	818	129	173	5,42
0,5% розчин	5492	1279	710	191	143	1,72
1% розчин	5385	943	581	157	106	3,48

Примітка: P_z - сила різання, Н; S^2 – дисперсія сили різання P_z , Н²; a - середнє лінійне відхилення сили різання P_z , Н; R_z - шорсткість обробленої поверхні, мкм; T - температура у зоні різання, °С; S - площа зносу задньої поверхні різця, мм².

Як виходить з представлених у табл. 4.2 результатів досліджень в розглянутих умовах різання при використанні розчину полімеру у порівнянні з рідиною без полімеру відбувається зменшення зносу різця у три рази при зниженні сили різання до 9%, середнього лінійного відхилення сили різання до 29%, а також температури різання до 39%. При цьому шорсткість обробленої

поверхні зросла на 22...48%. Використання розчину ПММА 1% та більше призводило до утворення плівки полімеру на контактуючих поверхнях, що супроводжувалось прискореним зносом різального інструменту та зменшенням шорсткості обробленої поверхні, але при цьому величина зносу залишалась значно меншою ніж за відсутністю полімеру.

Усереднені результати випробувань з різцем №2 при різних глибинах різання наведено у табл. 4.3.

Таблиця 4.3 - Результати випробувань різцем №2 при різних глибинах різання

		t, мм	P _z , Н	R _z , мкм	T, °C	S, мм ²	S ² , Н	a, Н
МОР 1	Ацетон	1,25	4006	255	52	-	1188	904
		1,5	4297	189	55	-	878	603
МОР 2	0,5% розчин	1,25	3618	246	43	-	-	-
		1,5	3877	238	46	-	-	-
МОР 3	1% розчин	1,25	-	-	-	-	-	-
		1,5	4609	144	53	-	860	646

Примітка: P_z - сила різання, Н; S² – дисперсія сили різання P_z, Н²; a - середнє лінійне відхилення сили різання P_z, Н; R_z - шорсткість обробленої поверхні, мкм; T - температура у зоні різання, °C; S - площа зносу задньої поверхні різця, мм².

З даних табл. 4.3 виходить, що обробка з глибиною різання 1,25 мм при концентрації полімеру 0,5% у порівнянні з обробкою у ацетоні без ПММА призводить до зменшення сили різання на 10%, зниження температури на 18%, шорсткості обробленої поверхні до 5% .

При точінні з глибиною 1,5 мм при концентрації полімеру 0,5% у порівнянні з обробкою у ацетоні без ПММА відбувається зменшення сили різання на 10%, температури – на 17%, але шорсткість обробленої поверхні зросла на 26%. При концентрації полімеру 1% відповідно шорсткість обробленої поверхні зменшилась на 24%, температура на 4%, дисперсія сили

різання на 2%. При цьому збільшилась сила різання та середнє лінійне відхилення на 7%.

Різець №1 у порівнянні з різцем №2 має менші розміри ріжучої частини, що призвело до меншої теплопровідності різця, підвищення температура у зоні різання, зменшення сили різання та суттєвого зносу інструменту. Різець №2 має більші розміри ріжучої частин та відповідно більшу теплопровідність – температура зменшилась на 63%, а знос ріжучої кромки відсутній.

Таким чином, залучення ПММА у зону різання призвело до підвищення різальної спроможності різця, що підтверджується зменшенням його зносу, температури і сили різання та спричинило зростання шорсткості обробленої поверхні. Але при цьому відбувається відносно невелике зниження сили різання з нестабільною зміною її дисперсії та шорсткості обробленої поверхні. Це вказує на нерівномірність фізико - хімічних явищ в зоні контакту з наявністю ПММА і може бути результатом нерівномірної кінетики механохімічних реакцій на поверхні металу, джерелом яких є деструкція полімеру.

У зв'язку з цим, були проведені додаткові дослідження з визначення особливостей зміни сили різання P_z (рис. 4.1, 4.2).

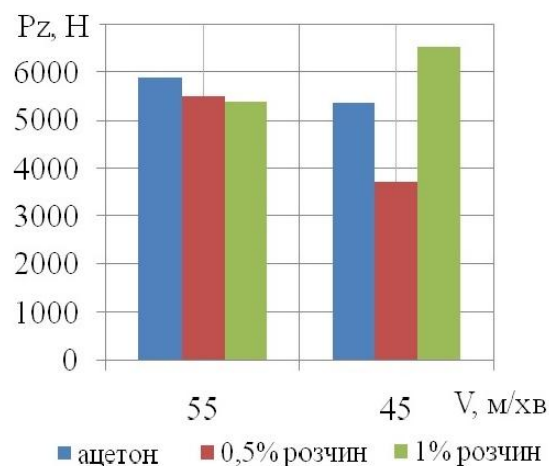


Рисунок 4.1 - Гістограма залежності сили різання P_z від швидкості різання

Так данні рис. 4.1 вказують на те, що під час обробки з різною швидкістю різання при подаванні розчину полімеру концентрації 0,5% сили різання

зменшуються від 7 до 30%. Але при обробці з швидкістю 45 м/хв з розчином ПММА концентрації 1% виникає сила різання на 23% більша за обробку без полімеру. Це може бути результатом зниження піролізу полімеру, недостатністю його деструкції внаслідок зменшення температури при різанні з низькою швидкістю. При цьому надлишок полімеру з розчину підвищеної концентрації виділяється у вигляді плівки на контактуючих поверхнях та заважає процесу різання.

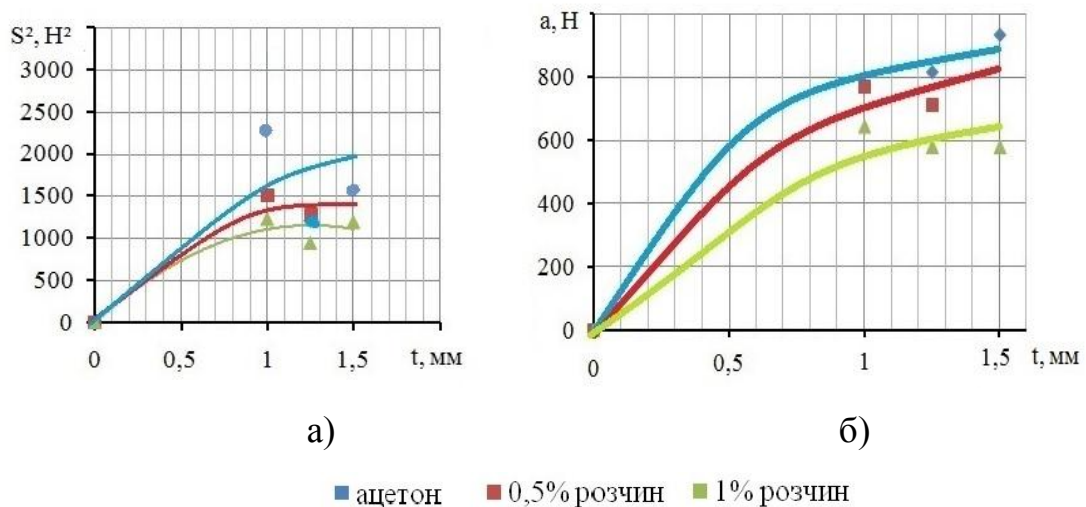


Рисунок 4.2 – Графіки залежності дисперсії – а) та середнього лінійного відхилення – б) сили різання P_z від глибини різання

З рис. 4.2 а) видно, що при використанні розчину ПММА дисперсія сили різання P_z зменшується і чим більша концентрація полімеру, тим більше зменшення дисперсії. Розчин полімеру 0,5% у порівнянні з ацетоном без полімеру зменшує дисперсію сили різання P_z на 30%, а розчин з концентрацією 1% – до 45%. Це вказує на стабільність енергетичних затрат різання пов'язаних з деструкцією полімеру при обробці з розчином ПММА.

Підвищення рівномірності різання під час обробки з розчином ПММА більш виразно проявляється на графіках середнього лінійного відхилення сили різання P_z (рис. 4.2 б). Середнє лінійне відхилення зменшується на 9% при додаванні у зону різання полімеру концентрацією 0,5% та на 28% – концентрацією 1%.

Враховуючи, що ефективність різання у значній мірі визначається зносом ріжучого інструменту та якістю обробленої поверхні було розглянуто та представлено на рисунку 4.3 залежності зносу різця та шорсткості обробленої поверхні від глибини різання.

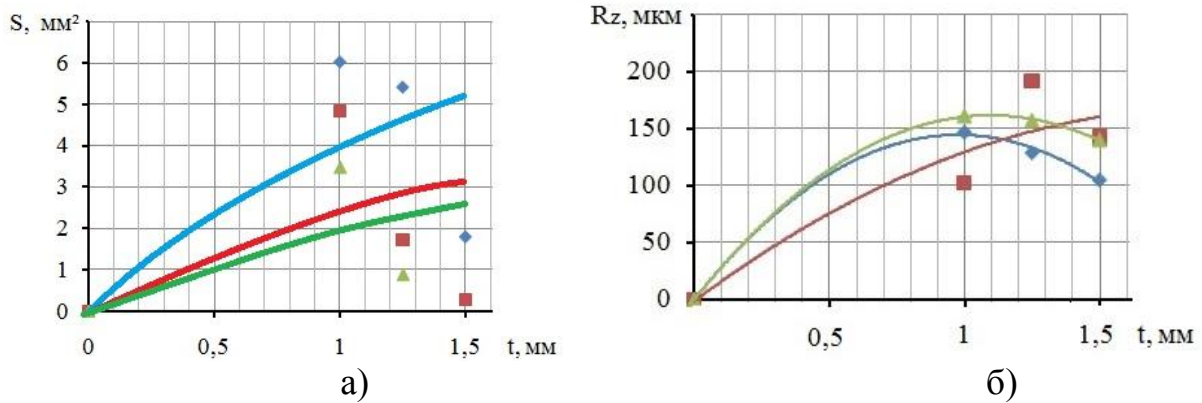


Рисунок 4.3 – Графіки залежності – а) зносу різця; б) шорсткості від глибини різання

З рис. 4.3 а) видно, що при додаванні розчину ПММА знос різця зменшується на 40% при концентрації полімеру 0,5% та на 50% відповідно при 1% концентрації полімеру. Знос різця відбувався загалом по задній поверхні (рис. 4.4).

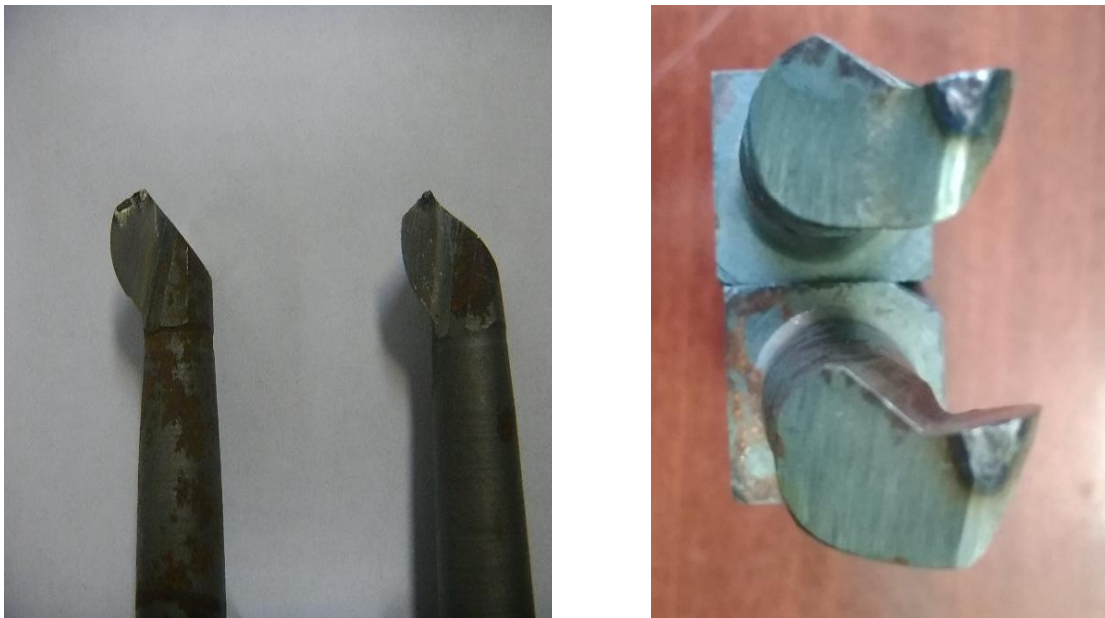


Рисунок 4.4 – Зношений різець

З рис. 4.3 б) можна зробити висновок, що шорсткість змінюється не суттєво. Різниця обробленої поверхні заготовки з полімерною складовою та без неї наведена на рис. 4.5.

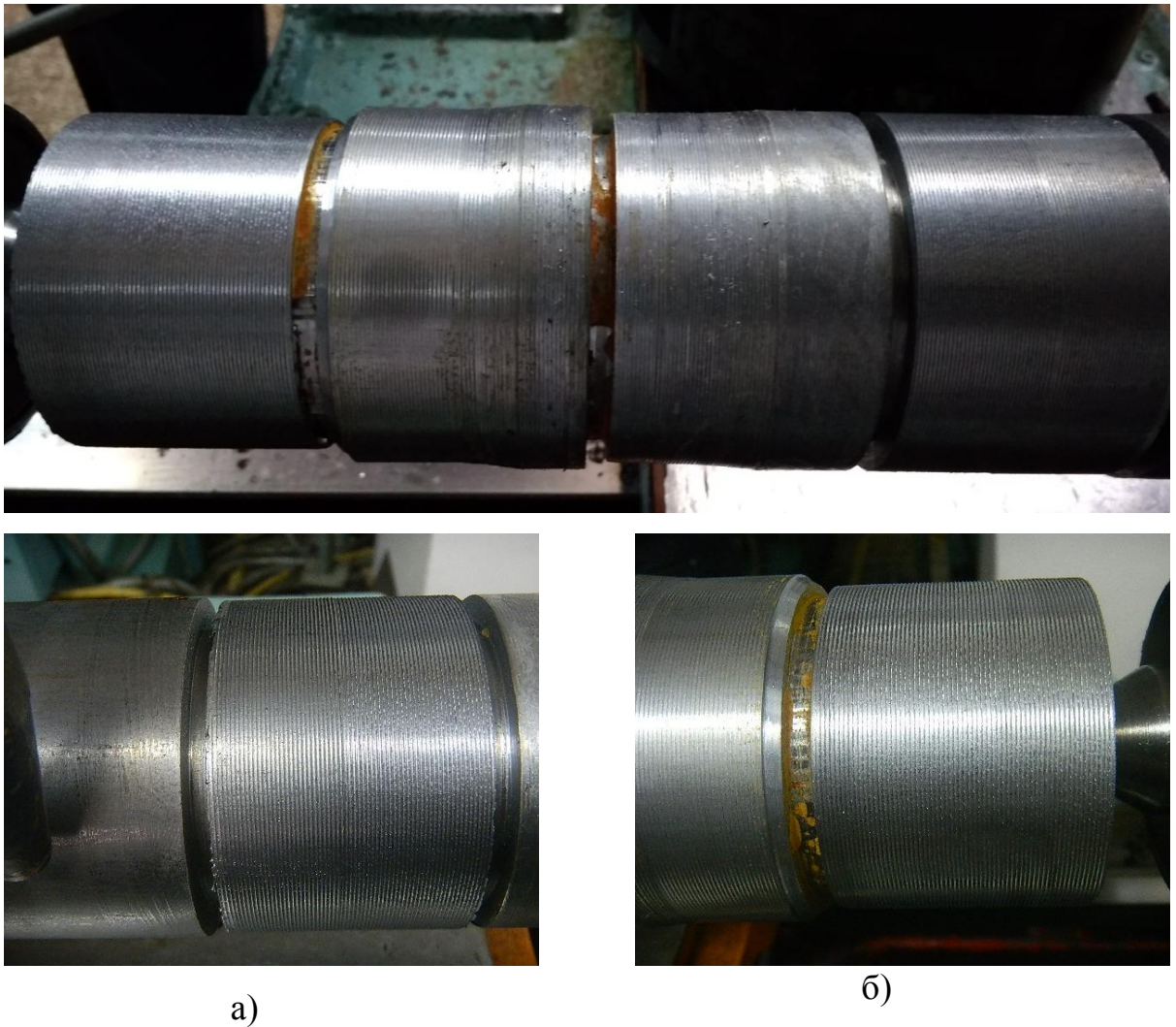


Рисунок 4.5 – Заготовка після різання з ацетоном (а) та полімерною складовою (б)

Можна допустити, що наявність у зоні різання поліметилметакрилату сприяє його адсорбції на металевій поверхні. Потрапляючи в зону обробки (різання або пластичного деформування), ПММА зазнає процес механо- і термодеструкції з утворенням активних продуктів - макрорадікалов. Макрорадікали хемосорбуються на металевій поверхні, створюючи міцні плівки, що розділяють поверхні які труться, і істотно знижують рівень поверхневої енергії оброблюваного металу.

Крім того, під час піролітичних перетворень полімеру виникає водень і вуглець в атомарній, або іншій активній формі. Поблизу леза інструменту в умовах високих температур, навантажень, хімічно активної поверхні і наявності екзоелектронної емісії створюється хімічна плазма. Виходячи із цього існує

гіпотеза про перманентну карбонізацію ріжучого леза інструменту та наводнюванню матеріалу заготовки [38, 39].

Все це в кінцевому підсумку призводить до підвищення рівномірності різання, зниження сил різання та збільшення стійкості обробного інструменту.

5 ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

5.1 Застосування ПММА у складі МОР при обробці металів різанням

Аналіз літературних джерел показав, що останнім часом у світовій практиці значна частина досліджень в області МОР зосереджена на оптимізації складу МОР за рахунок використання полімерних присадок та виборі більш ефективних способів їх подачі. При певних умовах обробки різанням застосування МОР забезпечує економічно вигідну експлуатацію ріжучого інструменту та гарну якість обробленої поверхні деталей. Більш яскраво дія полімеру проявляється при обробці складно обробних матеріалів. У зв'язку з цим доцільно проведення додаткових досліджень при токарній обробці нержавіючих сталей, жароміцних та титанових сплавів.

Перспективним напрямком обробки металів різанням є застосування полімерів, які забезпечують підвищення ефективності різання металів в результаті деструкції. При цьому доцільно застосування полімерів, які забезпечують максимальну кількість макрорадикалів в зоні обробки.

Впровадження розчину ПММА в зону різання в розглянутих умовах лезвийної обробки підвищує її ефективність. За результатами проведеної роботи відмічено, що при різанні з полімерною складовою відбувається зниження сил різання, дисперсії, середнього лінійного відхилення сили різання, температури, а також зносу інструменту. У зв'язку з цим може бути рекомендовано застосування розчину полімеру ПММА в ацетоні, з концентрацією 0,5% при токарній обробці конструкційних сталей. Очікується підвищення ефективності використання полімеру ПММА при різанні важко обробних сталей.

Підвищити технологічні властивості інструменту та заготовки під час обробки металу можливо зменшенням молекулярної маси полімерної складової та зростанням при цьому кількості продуктів деструкції молекул полімеру. Це можна зробити за рахунок ініціатору полімеризації, що вводиться до початку полімеризації. Підвищення концентрації ініціатора полімеризації (напр.,

пероксидів, гідропероксидів, азоз'єднань) зменшує молекулярну масу полімеру, що утворюється, але прискорює швидкість полімеризації [40].

Але зменшення молекулярної маси полімеру можливе і за рахунок введення у полімерну складову регулятора полімеризації без суттєвої зміни швидкості полімеризації. Останніми роками активно розвивається нова концепція контрольованих процесів - псевдожива радикальна полімеризація.

Найважливішою особливістю її являється чергування періодів зростання, обриву і реініціювання полімерних ланцюгів за рахунок незначної кількості активних добавок особливого типу (стабільних радикалів і їх джерел, з'єднань металів змінної валентності та ін.), здатних до оборотної взаємодії з ведучими ланцюг активними радикалами. Добавка різних речовин при радикальній полімеризації метилметакрилату дає можливість регулювати міру полімеризації і величину отримуваних молекул полімеру.

Разом з варіюванням режимами полімеризації і умовами в зоні тертя різального інструменту і оброблюваного металу, це відкриває додаткові можливості в забезпеченні зони контакту вільними макрорадикалами при деструкції полімеру [41].

Крім того, введення у полімерну складову регулятора полімеризації призводить до зміни фізико-механічних властивостей рідини, що відкриває додаткові перспективи розширення технологічних можливостей та підвищення різальної спроможності інструменту. Оптимальний хімічний склад регулятора полімеризації повинен визначатися в ході експлуатаційних випробувань рідини з урахуванням конкретних умов обробки та матеріалу заготовки.

Крім того, згідно з рекомендаціями літературного та патентного огляду для підвищення ефективності полімерної МОР при лезвійній обробці доцільно використовувати спеціальні функціональні присадки.

У якості протизносних присадок до МОР необхідно вводити фосфати і діалкілфосфати, а також діалкілдітіофосфати і діалкілдітіокарбанати металів. До ефективних протизносних присадок відносяться також солі амінів і аміді діалкілфосфорних кислот, осірені жири (жирніе кислоти і їх ефіри).

Концентрація протизносних присадок в МОР зазвичай становить 0,5-15% . У якості протизадирних присадок до МОР вводять сірко, хлор- і сірководородні сполуки. Це перш за все елементарна сірка, органічні сульфідні і полісульфідні, осірненні тваринні жири і рослинні масла, складні ефіри жирних кислот [3, 4, 5].

У якості антиокисних присадок до МОР рекомендовано вводити відомі антиоксиданти типу ароматичних амінів (дифеніламін, N-феніл, α -нафтіламін), фенолів (іонол) і інші. В МОР вони входять у кількості 0,1-0,2%. Інтенсивність запаху МОР регулюють добавками ароматизаторів пірину, соснового масла, а також не є яких складно ефірних запахних речовин в кількості 0,1-1,0% [3, 4, 5].

Прагнення надати МОР велику універсальність, продовжити термін їх служби, полегшити утилізацію відпрацьованих розчинів призвело до створення синтетичних (безмасляних) МОР. Вони зазвичай складаються з водорозчинних полімерів або ПАР (базова основа), води, антикорозійних і інших присадок.

Наряду з полігліколями в якості основи синтетичних МОР застосовуються сополімери стиролу і малеїнового ангідриду, їх похідні та інші полімери. З ПАР, застосовуваних як основа синтетичних МОР, можна назвати тріетаноламінові солі ароматичних сульфамідокарбонових кислот, моно- або діефіри алкілфосфорних кислот та інші.

У результаті патентного огляду було розроблено та подано до розгляду у Міністерство економічного розвитку і торгівлі України: Державне підприємство "Український інститут промислової власності" дві заявки на корисну модель.

ЗАЯВКА № 1

КОНЦЕНТРАТ МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНОЇ РІДИНИ

Корисна модель відноситься до галузі металообробки, а саме до мастильно-охолоджувальних технологічних середовищ, які використовуються при механічній обробці, переважно на операціях лезвійної та абразивної

обробки різних видів чавунів, сталей, кольорових металів та їх сплавів різанням та при інших видах механічної обробки.

Відомий концентрат мастильно-охолоджувальної рідини (МОР) для механічної обробки металів, що містить у мас. %: поліетиленгліколь - 3,5-8 продукт термopolімерізації триетаноламену, борної кислоти, моноетаноламіну, малеїнового ангідрида з їх масовим співвідношенням відповідно (25-35):(7-9):(2-5):(2-4)-36-58; вода - решта [29].

Недоліками вказаної МОР є те, що вона має погані мастильні властивості; складний процес виготовлення; велику молекулярну масу 20 000 г/моль та низьку температуру плавлення 65-72°C, які погіршують фізико-механічні властивості рідини.

Прототипом обраний концентрат мастильно-охолоджувальної рідини для механічної обробки з наступним складом у мас. %: продукт взаємодії вищих жирних кислот з алканоламінами при температурі 130-150°C 16-30, гліколі 2-6, продукт взаємодії борної кислоти з алканоламіни при температурі 95-100°C 20-40, ді(алкілполіетиленгліколевого) ефіру фосфорної кислоти калієва сіль 0,2-1, мінеральне масло 1-4, бензойна кислота 0,2-2,0, поліетиленоксид 15-30, вода - решта [30].

Недоліком такої МОР є складний процес виготовлення; низька температура плавлення 66-68°C та велика молекулярна маса 100 000-10 000 000 г/моль, які погіршують фізико-механічні властивості рідини в цілому та знижують технологічні властивості при її використанні.

В основу корисної моделі покладено завдання покращення фізико-механічних та технологічних властивостей МОР, які призведуть до зменшення зносу ріжучого інструменту та підвищення його стійкості.

Вирішення цієї задачі досягається тим, що концентрат мастильно-охолоджуючої рідини для механічної обробки металів, причому додається поліметилметакрилат у розчиненому вигляді, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

продукт взаємодії вищих жирних кислот з алканоламінами при температурі 130-150 ° С	16-30
гліколі	2-6
продукт взаємодії борної кислоти з алканоламінами при температурі 95-105 ° С	20-40
ді (алкілполіетіленгліколевого) ефіру фосфорної кислоти калієва сіль	0,2-1
мінеральне масло	1-4
бензойна кислота	0,2-2,0
поліметилметакрилат	15-30
вода	решта

Саме використання поліметилметакрилату у концентраті МОР разом з продуктом взаємодії вищих жирних кислот з алканоламінами, гліколем, продуктом взаємодії борної кислоти з алканоламіни, ді(алкілполіетіленгліколевого) ефіром фосфорної кислоти калієвої сілі, мінеральним маслом, бензойною кислотою та водою дозволяє отримати концентрат МОР з підвищеною температурою плавлення та зниженою молекулярною масою у розчиненому вигляді, тим самим підвищуючи його фізико-механічні властивості. Та як наслідок при використанні концентрату МОР з такими властивостями утворюється більша кількість макрорадикалів в процесі термомеханічної деструкції. Які у свою чергу створюють міцні плівки на металевій поверхні інструменту, що істотно знижують рівень поверхневої енергії оброблюваного металу та підвищують стійкість інструменту.

Таким чином, нові ознаки при взаємодії з відомими ознаками забезпечують виявлення нових технічних властивостей шляхом введення нового елемента до концентрату МОР з підвищеними фізико-механічними властивостями.

Розчин полімерної складової отримували шляхом змішування ацетону і поліметилметакрилату. При цьому полімер попередньо розтирали до порошкового стану, що сприяло додатковому ініціюванню механодеструкції та утворенню більшої кількості макрорадикалів у розчині.

Приклад

Концентрат МОР з продуктом взаємодії вищих жирних кислот з алканоламінами, гліколем, продуктом взаємодії борної кислоти з алканоламіни, ді(алкілполіетіленгліколевого) ефіром фосфорної кислоти калієвої сілі, мінеральним маслом, бензойною кислотою, поліметилметакрилатом та водою, використовувався при токарній обробці на верстаті 1К62 зовнішньої поверхні деталі типу вал зі сталі 40Х різцем з швидкоріжучої сталі Р18 при наступних режимах різання: швидкість різання 40м/хв, подача 0,78 мм/об, глибина різання 1,5 мм, час досліду 45 секунд. Стійкість інструменту оцінювали за площею зносу різця. Результати досліджень наведені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 Результати досліджень

Склад концентрату у % співвідношенні *								Отримані результати		
1	2	3	4	5	6	7	8	Сила різання P _z , Н	Шорсткість R _z , мкм	Площа зносу різця, мм ²
10	1	10	0,1	0,5	0,1	10	до 100	6074	122	1,79
16	2	20	0,2	1	0,2	15	до 100	6720	132	1,03
25	4	30	0,6	2,5	1,1	25	до 100	7367	142	0,27
30	6	40	1	4	2	30	до 100	7186	142	0,38
40	7	50	1,4	4,5	2,1	40	до 100	6462	142	0,83

Примітка: Умовні позначення в таблиці:

- *1 - продукт взаємодії вищих жирних кислот с алканоламином;
- *2 - гліколі; *3 - продукт взаємодії борної кислоти з алкіноламином;
- *4 - ді(алкілполіетіленгліколь) ефіру фосфорної кислоти калієвої солі;

*5 - мінеральне мастило; *6 - бензойна кислота; *7 - розчин поліметилметакрилату; *8 - вода.

З результатів проведених досліджень можна зробити висновок, що найкращі технологічні властивості, що до зносу інструменту показує МОР з концентрацією полімеру 15-30%. Використання концентрату МОР з концентрацією полімеру 10% і менше призводить до підвищеного зносу ріжучого інструменту, а використання - 40% і більше призводить до утворення полімерної плівки на поверхні інструменту та заготовки.

Застосування зазначеного компонента в сукупності з іншими забезпечує МОР властивостями, що заявляються в технічному рішенні, а саме: створенням міцних адсорбційних і хемосорбційних плівок, які поділяють поверхні тертя, що призводить до зниження коефіцієнту тертя, підвищення стійкості обробного інструменту .

Застосування полімеру поліметилметакрилату у складі МОР, що заявляється, впливає на ефективність різання, а саме на зменшення зносу інструменту, підвищення стійкості інструменту.

ЗАЯВКА №2

СПОСІБ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ

Корисна модель відноситься до способу обробки металів, а саме до операцій лезвійної та абразивної обробки різних видів чавунів, сталей, кольорових металів та їх сплавів різанням та при інших видах механічної обробки.

Відомий спосіб обробки металу [31], який застосовуються в процесах різання, згинання, шліфування та формування як чорних, так і кольорових металів з застосуванням водорозчинної мастильної рідини.

Недоліком цього способу обробки є низькі технологічні властивості при обробці металів та складність використання, внаслідок застосування при обробці водорозчинної робочої рідини, що містить в якості мастила поліаспарагінову кислоту з великою молекулярною масою.

Прототипом обраний спосіб обробки металів [32], який передбачає застосування водорозчинного мастильного агенту для обробки металів з різними компонентами та використанням мінеральної олії, що має характеристичну температуру, для кожного стану відповідної жирної кислоти.

Недоліком цього способу є підвищений знос різального інструменту та низька ефективність обробки, яка пов'язана зі складністю підбору компонентів мастильного агенту різноманітних за хімічними властивостями речовин.

В основу корисної моделі покладено завдання розробки способу обробки металів різанням при котрому буде досягнуте підвищення ефективності обробки та стійкості різального інструменту.

Вирішення цього завдання досягається тим, що при обробці металів до водорозчинного мастильного агенту вводиться розчин полімеру - поліметилметакрилату.

Саме за рахунок введення у зону контакту інструмента і заготовки разом з водорозчинним мастильним агентом розчину полімеру – поліметилметакрилату в процесі термомеханічної деструкції який утворює макрорадикали дозволяє підвищити ефективність обробки. Кількість макрорадикалів при цьому залежить від числа молекул, тобто від їх молекулярної маси. Поліметилметакрилат має молекулярну масу 100,12 г/моль та енергію активації – 27 ккал/моль, що значно нижче більшості полімерів.

Саме застосування поліметилметакрилату в якості присадки до складу водорозчинного мастильного агенту підвищує хімічну активність по відношенню до ювенільних поверхонь металів, створюючи міцні плівки, що розділяють поверхні які труться, і істотно знижують рівень поверхневої енергії оброблюваного металу, що в кінцевому підсумку призводить до зниження сил різання та збільшення стійкості обробного інструменту.

Таким чином, нові ознаки при взаємодії з відомими ознаками забезпечують виявлення нових технічних властивостей шляхом зміни способу обробки металу за рахунок введення до складу водорозчинного мастильного

агенту полімерної присадки з підвищеними фізико-механічними властивостями.

Спосіб механічної обробки металів, який включає обробку металевої заготовки при використанні водорозчинного мастильного агента для обробки металів який відрізняється тим, що в водорозчинний мастильний агент додається розчин полімеру – поліметилметакрилату.

Полімерну присадку отримували шляхом змішування ацетону і поліметилметакрилату. При цьому полімер попередньо розтирали до порошкового стану, що сприяло додатковому ініціюванню механодеструкції та утворенню більшої кількості макрорадикалів у розчині.

Приклад виконання способу

Спосіб механічної обробки металу був перевірений при токарній обробці на верстаті 1К62 зовнішньої поверхні деталі типу вал зі сталі 40Х різцем з швидкоріжучої сталі Р18 при наступних режимах різання: швидкість різання 40м/хв, подача 0,78 мм/об, глибина різання 1,25 мм, час досліду 45 секунд. Стійкість інструменту оцінювали за площею зносу різця. Результати досліджень наведені у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 Середні значення показників роботи різця при глибині різання 1,25мм

Склад водорозчинного мастильного агента	P_z, Н	S^2, Н²	a, Н	R_z, мкм	T, °C	S, мм²
Прототип	5893	1205	818	129	173	5,42
Агент з розчином полімеру	5492	1279	710	191	143	1,72

Примітка: Позначення у таблиці

P_z - сила різання, Н;

S^2 - дисперсія, Н²;

a - середнє лінійне відхилення, Н

R_z - шорсткість обробленої поверхні, мкм;

T - температура у зоні різання, °C;

S - площа зносу інструменту, мм².

На підставі проведених досліджень можна зробити висновок, що введення поліметилметакрилату до водорозчинного мастильного агенту підвищує ефективність обробки більше, ніж при використанні агенту з прототипу.

Також відбувається зниження сил різання, дисперсії, середнього лінійного відхилення, температури, а також зносу інструменту, у порівнянні з агентом з прототипу.

Спосіб обробки металів з застосуванням розчину полімеру у складі водорозчинного мастильного агенту в сукупності з іншими забезпечує спосіб властивостями, що заявляються в технічному рішенні, а саме: створенням міцних адсорбційних і хемосорбційних плівок, які поділяють поверхні тертя, що призводить до підвищення ефективності обробки та стійкості обробного інструменту.

Застосування полімеру поліметилметакрилату у складі водорозчинного мастильного агенту, що заявляється, впливає на ефективність обробки, а саме на зменшення зносу інструменту та підвищення його стійкості.

5.2 Застосування МОР з полімерами при шліфуванні

Відповідно до літературних джерел перспективним напрямком застосування полімермістких МОР при різанні – є абразивна обробка. Зокрема при широко стрічковому шліфуванні.

Стрічкове шліфування отримало широке розповсюдження по всій машинобудівній галузі. Перевагами цього методу є постійність швидкості різання, еластичність та пружність стрічки, можливість обробляти великі поверхні деталі, зменшення сили різання та напруги в порівнянні з шліфуванням кругом, відсутність балансування та правки інструменту.

Значна протяжність робочої поверхні та еластичність, у багато раз перевищують робочу поверхню та пружність шліфувального круга, сприяє більш інтенсивному розсіюванню і відводу тепла з зони шліфування, що має велике значення при шліфуванні жароміцних сплавів та сталей, які чутливі до опіків та концентрації напруг. Застосування абразивних стрічок дозволяє механізувати та автоматизувати процеси чистової обробки. Однак стійкість та продуктивність шліфувальних стрічок низька.

Використання гнучкого абразивного інструменту дозволяє отримувати шорсткість обробленої поверхні до дзеркального блиску. Для отримання шорсткості до R_a 0,04мкм необхідно підбирати у відповідності з матеріалом що обробляється, тип абразивної стрічки, мастильно-охолоджуючу середу, твердість контактного ролика та режим обробки. При цьому слід приділити особливу увагу фільтрації та очистці МОР, щоб до зони обробки не потрапляли стружка та абразивні зерна.

МОР є проміжною середою між оброблюваною деталлю та абразивним інструментом та суттєве значення для підвищення ефективності обробки. Застосування МОР має наступні ознаки: 1) утворення у зоні різання захисних плівок, які перешкоджають безпосередньому контакту між зернами та оброблюваною поверхнею, що сприяє зниженню коефіцієнту тертя, а також оберігає абразивні зерна від налипання металу; 2) відвід від зони різання утвореного тепла; 3) вимивання та відвід від зони різання відходів шліфування.

Застосування МОР при шліфуванні та поліруванні сприяє підвищенню продуктивності, подовженню періоду стійкості абразивної стрічки та покращенню поверхні що обробляється. МОР слугує для охолодження деталі та мащення абразивного покриття стрічки. При цьому покращується процес різання, усувається засалювання стрічки, знижується виділення теплоти та інше.

Ефективність дії полімермістких МОР при різанні залежить від специфічних фізико-хімічних процесів в зоні різання, що протікають в результаті деструкції макромолекул полімеру з утворенням різноманітних

активних продуктів, що взаємодіють з оброблюваною поверхнею і матеріалом ріжучого інструменту. Підвищення продуктивності полімермістких середовищ визначається хімічною природою, молекулярною масою і концентрацією полімеру в середовищі. Встановлено, що ефективність дії полімермістких МОР істотно залежить від режимів різання і більшою мірою проявляється при їх посиленні.

Розроблено полімермісткі середовища з використанням полімерних латексів, синтезованих сополімерних продуктів і порошкоподібних полімерів для різних видів механічної обробки металів.

Колектив авторів [42] запропонували спосіб керування ефективністю процесу обробки різанням у полімермістких МОРС та виведено рівняння для визначення оптимальних швидкостей різання в залежності від компонентного стану оброблюваних сталей та сплавів. Також вони встановили, що застосування полімермістких МОРС для обробки металів тиском сприяє більш повному протіканню процесу пластичної деформації та дозволяє значно підвищити якість поверхні виробів та стійкість утворюючих інструментів у 3-4 рази. Запропонований механізм дії полімермістких МОРС при обробці металів різанням та тиском.

Досліджувались різноманітні варіанти застосування полімермістких МОРС при вібраційному шліфуванні за допомоги абразивних гранул та при вібраційній зміцнювальній обробці у середі сталевих ударних тіл.

Встановлено, що додавання полімерних добавок дозволяє впливати на властивості поверхневого шару як при віброшліфуванні так і при вібраційній зміцнювальній обробці. Відмічалось значне підвищення ступеня наклепу і глибини наклепаного шару, зниження шорсткості поверхні та збільшення її відбивних здатностей. Величина ефекту, що досягається залежить, від природи оброблювального металу, концентрації та в'язкості полімермістких МОРС, молекулярної маси полімеру, а також параметрів вібропроцесу. Оптимальне поєднання цих факторів дозволяє направлено впливати на отримувані характеристики [42].

У статті Циганова В.В. [43] розглянута можливість підвищення ефективності обробки гранульним абразивним матеріалом шляхом створення умов по збільшенню вмісту вільних макрорадикалів у трибоз'єднання "абразивна гранула - оброблюваний метал" та їх впливу на поверхневий шар заготовки. Відмічена перспективність додавання різноманітних речовин при радикальній суспензійній полімеризації зв'язуючого гранул на основі метилметакрилату для можливості регулювання ступеню полімеризації, розміру отриманих молекул полімеру та кількості вільних макрорадикалів в зоні різання.

При стрічковому шліфуванні діють загальні закономірності процесу різання матеріалів. Схема різання шліфувальної стрічки нагадує схему плоского шліфування периферією круга. В обох випадках в зоні різання інструмент має обертальний рух, а шліфована деталь - поступальну подачу. Особливості стрічкового шліфування (пружне і пластичне деформування стрічки та ін.) вносять певну зміну в процес [6, 44 – 48].

Широко стрічкове шліфування та полірування застосовують для обробки по всій ширині крупно габаритних заготовок, листових і смугових матеріалів, великих турбінних лопаток та інших складних деталей. Одночасна обробка по всій ширині крупно габаритних виробів має більше переваг з точки зору забезпечення більшої точності обробки та продуктивності.

Стрічкове шліфування отримало широке розповсюдження по всій машинобудівній галузі. Перевагами цього методу є постійність швидкості різання, еластичність та пружність стрічки, можливість обробляти великі поверхні деталі, зменшення сили різання та тепло напруги в порівнянні з шліфуванням кругом, відсутність балансування та правки інструменту.

При стрічковому шліфуванні складаються більш сприятливі умови роботи для зерен. Вони мають можливість не лише однаково самовстановлюватись, але й рівняти по висоті та рівномірно розподіляти навантаження між собою. Крім цього, внаслідок постійної рухомості зерен змінюються умови для розміщення і видалення стружки та шламу,

засалюванню. Завдяки більшому числу активно працюючих зерен утворюється тепловий режим, у порівнянні з обробкою шліфувальним кругом.

У роботі [9] було розглянуто питання можливості структуризації МОР вуглецевими наномодифікаторами спільно з поверхнево-активними речовинами (ПАР) з метою зміни реологічних властивостей мастильно-охолоджуючих технологічних засобів в поверхневому шарі при шліфуванні важкооброблюваних матеріалів для поліпшення експлуатаційних характеристик деталей сучасних авіаційних двигунів.

Висновком з роботи було наступне: Застосування МОР з додаванням ПАР і структуризацією наноматеріалами сприяє підвищенню ефективності технологічних систем шліфування за рахунок спрямованої виборчої активації ефектів дії середовища при мінімізації її витрат та витрат енергії.

На основі робіт проведеними різними авторами можна зробити висновок про те, що можна рекомендувати введення до складу МОР полімерних добавок та у подальшому рекомендувати до застосування при обробці листової сталі.

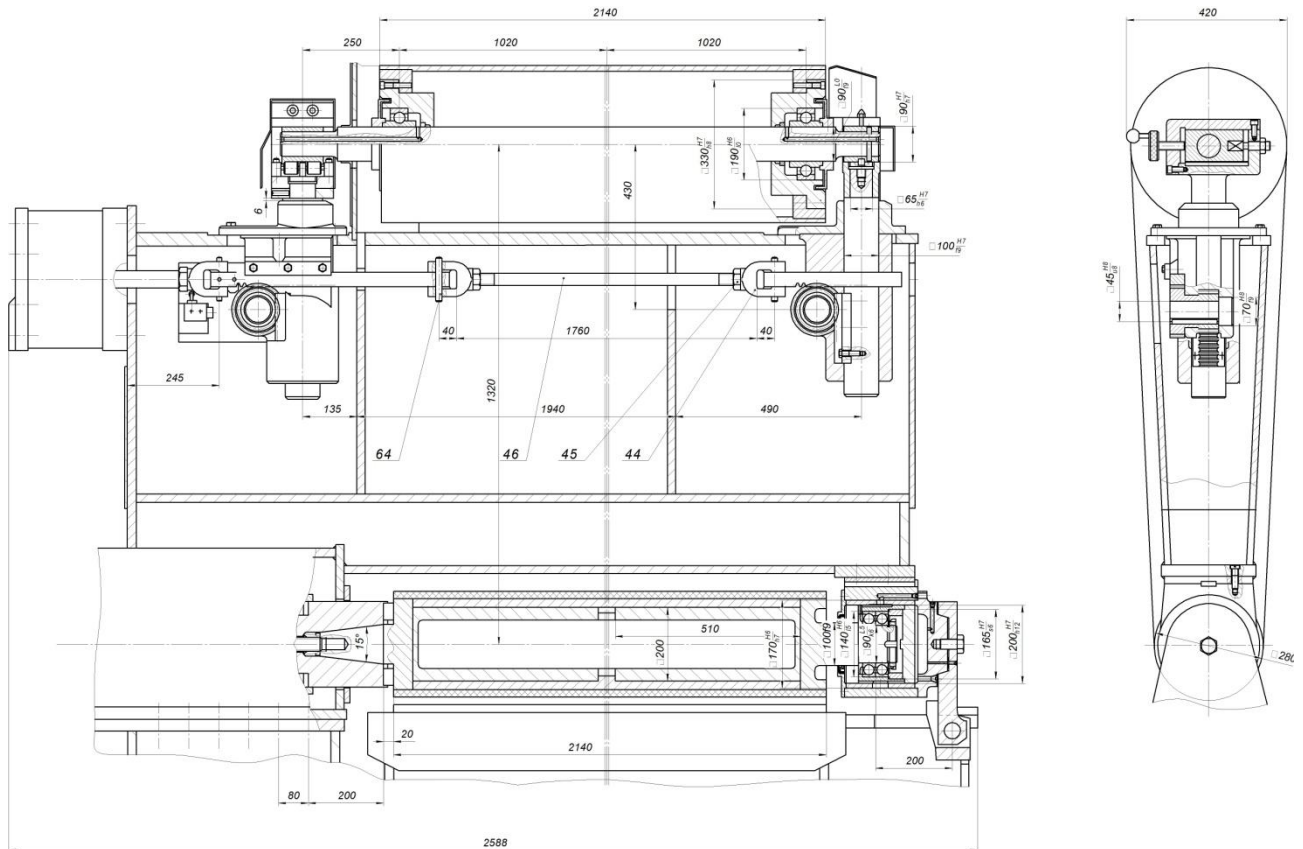
Відповідно літературним даним, перспективним є напрямком використання полімерної МОР при шліфуванні. З літературного огляду стану питання видно, що ефективність застосування полімерної МОР збільшується при різанні важкооброблюємих сталей та сплавів, особливо при фінішній абразивній обробці.

У зв'язку з отриманими результатами при точінні відмічено підвищення ефективності при низькій швидкості об'єму рідини, яка подається у зону контакту, тому у конструкції стрічко шліфувального верстата передбачено напівсухе шліфування та полірування з подачею МОР методом вприскування на стрічку.

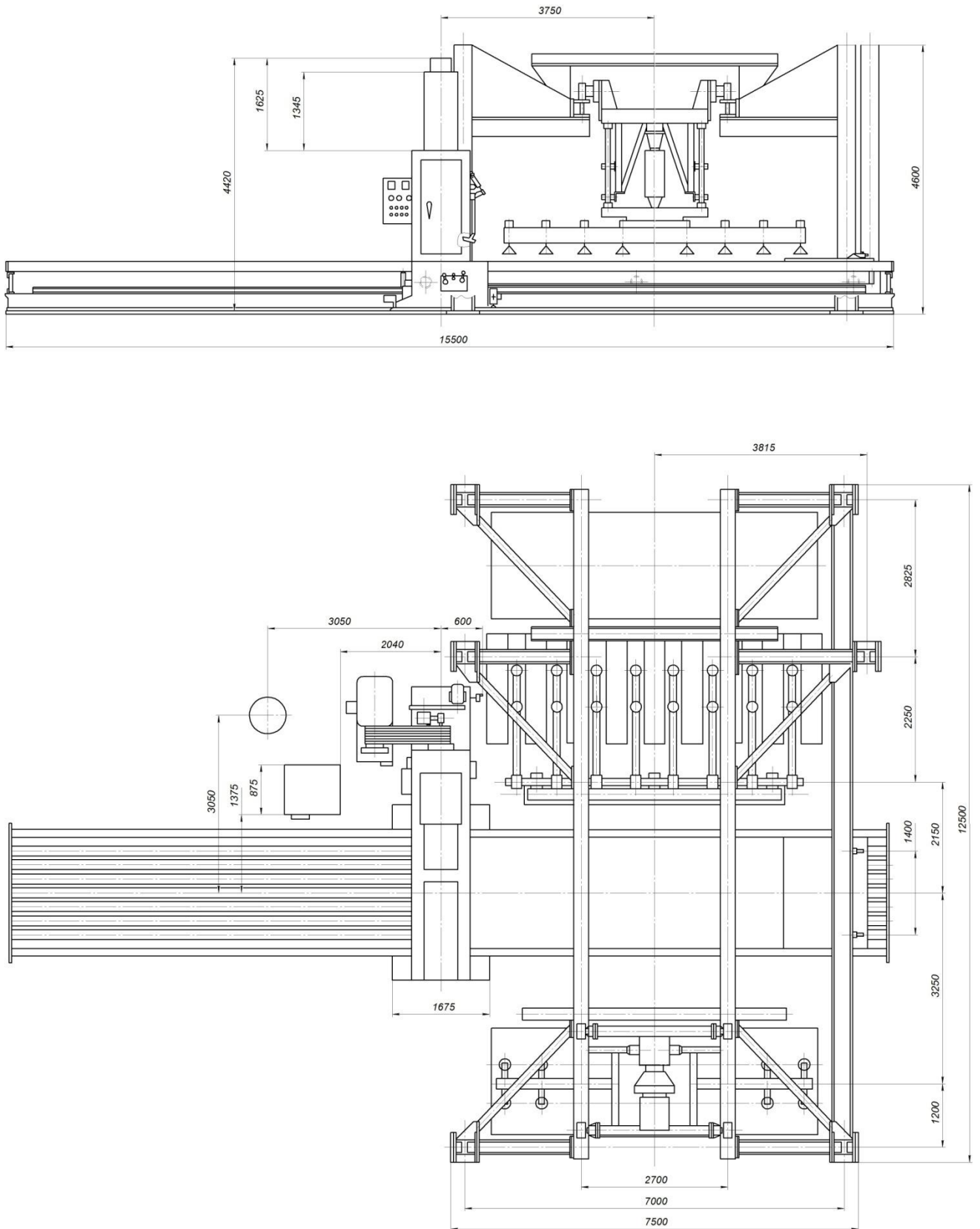
Таким чином, проектування шліфувальної головки з можливістю обробки листового прокату по всій ширині для широко стрічкового шліфування та полірування листової сталі, є актуальним і необхідним для використання в металообробній промисловості. При цьому виникає необхідність застосування

сучасних МОР підвищеної ефективності з полімерною складовою з урахуванням необхідного режиму подачі рідини.

У зв'язку з цим була спроектована шліфувальна головка (рис. 5.1 а) для стрічкового шліфувального верстата (рисунок 5.1 б), який обробляє крупногабаритні листи шириною до 2000 мм з нержавіючої сталі та з можливістю використання МОР у складі якої є полімер ПММА. Проект включає в себе наступні розрахунки: розрахунок ефективної потужності шліфування; визначення числа обертів контактного валу; розрахунок клино-пасової передачі; розрахунок елементів конструкції верстату; розрахунок шпинделя та контактної валу; розрахунок натяжного валу.



a)



б)

а) загальний вигляд шліфувальної головки; б) загальний вигляд верстата

Рисунок 5.1 – Стрічково-шліфувальний верстат

5.3 Проектування шліфувальної головки верстату

Розрахунок ефективної потужності шліфування

Ефективна потужність розраховується за формулою:

$$N = C_N * V_d^r * t_x * b^z, \text{ кВт} \quad (5.1)$$

де, $C_N = 1,9$ коефіцієнт

$V_d = 4$ м/хв, швидкість столу

$t_x = 0,01$ мм, глибина шліфування

$b^z = 1000$ мм, ширина шліфування

Показники ступенів вибирають за табл. 69 [49].

$$r = 0,5; x = 0,5; z = 0,6.$$

$$N = 1,9 * 4^{0,5} * 0,01^{0,5} * 1000^{0,6} = 75,76 \text{ кВт}$$

З урахуванням коефіцієнта часових перевантажень $k = 2$, приймаємо потужність двигуна за табл. 47 [49].

$N = 150$ кВт, та число обертів $n = 1500$ об/хв.

5.4 Визначення числа обертів контактного валу

У зв'язку з тим, що у верстаті який проектується відбувається заміна абразивних стрічок американського та французького виробництва вітчизняними стрічками, швидкість яких відрізняється від швидкості різання імпортованих стрічок, перераховуємо число обертів контактного валу. Вітчизняні стрічки розраховані на швидкість різання $V_{\text{різ}} = 10$ м/с.

Виходячи з даної швидкості різання перераховуємо число обертів контактного валу за формулою:

$$n = \frac{\omega}{2\pi} \text{ рад/с} \quad (5.2)$$

ω - кутова швидкість, визначається за формулою:

$$\omega = 2 * \pi * r \quad (5.3)$$

$r = 140$ мм, величина радіусу контактного вала

Підставляємо дані до формули для розрахунку числа обертів:

$$n = \frac{10}{3 \cdot 3,14 \cdot 0,13} = 12,249 \text{ об/с} \quad (5.4)$$

$$n = 734,93 \text{ об/хв}$$

Приймаємо число обертів контактного валу $n_v = 750 \text{ об/хв}$.

5.5 Розрахунок клино - пасової передачі

Передача обертового руху з електродвигуна на контактний ролик здійснюється безпосередньо клино - пасовою передачею.

Дані для розрахунку:

Потужність двигуна - $N = 150 \text{ кВт}$; число обертів двигуна $n_{дв} = 1500 \text{ об/хв}$; число обертів контактного вала $n_v = 750 \text{ об/хв}$.

Розрахунок

За табл. 2.20 [50] стр.43 для швидкості V від 5 до 10 с/сек обираємо паси перетину D та E .

Таблиця 5.3 - Вибір параметрів пасу

Перетин пасу	D	E
Розміри перетину $a_p * h$, см	32 x 23,5	42 x 30
Площа $F = a_p * h$, см	7,52	12,6

За [50] вибираємо діаметр малого шківів D , мм:

$D = 500 \text{ мм}$; $E = 800 \text{ мм}$.

Діаметр веденого шківів визначається за формулою:

$$D_2 = i * D_1 * \psi = \frac{n_{дв} * D_1 \psi}{n_k} \quad (5.5)$$

$$D_2 = \frac{1500 * D * 0,98}{750} = 1,96 * D$$

Для пасу типу D :

$$D_2 = 1,96 * 500 = 980 \text{ мм}$$

Для пасу типу E :

$$D_2 = 1,96 * 800 = 1568 \text{ мм}$$

Діаметри обираємо за ГОСТ 1284-57

D : D₂ = 900 мм; E : D₂ = 1400 мм.

Дійсну кількість обертів веденого валу з урахуванням пружного прослизання ($\psi = 0,98$) беремо за формулою:

$$n_k = \frac{n_{дв} * D_1 \psi}{n_k} = \frac{D_1 * 1500 * 0,98}{D_2} = 1470 \frac{D_1}{D_2} \quad (5.6)$$

Для ременю типу D:

$$n_k = 1470 * \frac{500}{900} = 816 \text{ об/хв}$$

Для ременю типу E:

$$n_k = 1470 * \frac{800}{1400} = 840 \text{ об/хв}$$

Дійсне передатне число визначаємо за формулою:

$$i = \frac{n_{дв}}{n_k} \quad (5.7)$$

Для ременю типу D:

$$i = \frac{1500}{816} = 1,84$$

Для ременю типу E:

$$i = \frac{1500}{840} = 1,79$$

Остаточню приймаємо ремінь типу D.

Швидкість пасу визначаємо за формулою:

$$V = \frac{\pi D_1 n_{дв}}{60 * 1000}, \text{ м/сек} \quad (5.8)$$

$$V = \frac{3,14 * 500 * 1500}{60 * 1000} = 39,25 \text{ м/сек}$$

Міжосьова відстань при передатному числі $i = 1,84$ визначаємо за формулою:

$$A = 1,2 * D_2, \text{ мм} \quad (5.9)$$

$$A = 1,2 * 900 = 1080 \text{ мм}$$

Довжину пасу визначаємо за формулою:

$$L = 2A + \frac{\pi}{2} * (D_2 + D_1) + \frac{(D_2 + D_1)}{4 * A}, \text{ мм} \quad (5.10)$$

$$L = 2 * 1080 + \frac{3,14}{2} * (900 + 500) + \frac{(900 - 500)^2}{4 * 1080} = 4395 \text{ мм}$$

Найближча стандартна величина $L = 4400$ мм.

Відстань між центрами при вибраній довжині пасу визначаємо за формулою:

$$A = \frac{2L - \pi * (D_2 + D_1) + \sqrt{[2L - \pi * (D_2 + D_1)]^2 - 8 * (D_2 - D_1)^2}}{8}, \text{ мм} \quad (5.11)$$

$$A = \frac{2 * 4400 - 3,14 * (500 + 900) + \sqrt{[2 * 4400 - 3,14 * (500 + 900)]^2 - 8 * (900 - 500)^2}}{8} = 1082 \text{ мм}$$

Максимальна відстань необхідна для надягання пасів визначається за формулою:

$$A_{\min} = A - 0,015 L, \text{ мм} \quad (5.12)$$

$$A_{\min} = 1082 - 0,015 * 4400 = 1016 \text{ мм}$$

Максимальна відстань необхідна для компенсації витяжки:

$$A_{\max} = 1148 \text{ мм}$$

Кількість пробігів пасу в секунду визначаємо за формулою:

$$U = \frac{V}{L} = 8,93 * \frac{39,25}{4,395}$$

Кут обхвату на малому шківу визначається за формулою:

$$L_1 = 180^\circ - \frac{(D_2 - D_1)}{A} * 60^\circ \quad (5.13)$$

$$L_1 = 180^\circ - \frac{(900 - 500)}{1082} * 60^\circ = 158^\circ$$

Потужність N_0 л.с. яка передається одним пасом, визначаємо [50].

$$N_0 = 25,1 \text{ л.с.}$$

Число пасів у передачі визначаємо за формулою:

$$Z = \frac{N}{N_0 * C_1 * C_3}, \text{ пасів} \quad (5.14)$$

$$z = \frac{150}{2,51 * 0,96 * 0,8} = 11 \text{ пасів}$$

де $C_1 = 0,96$

$$C_3 = 0,8$$

Тиск пасів на ведений вал визначаємо за формулою:

$$Q = 2\sigma_0 * F * z * \sin \frac{L_1}{2}, \text{ Н} \quad (5.15)$$

$$Q = 2 * 12 * 7,52 * 11 \sin \frac{158}{2} * 9,8 = 18093,84 \text{ Н}$$

Визначаємо конструктивні розміри шківів:

зовнішніх діаметрів:

$$D_{31} = D_1 + 2 * C_2, \text{ мм} \quad (5.16)$$

$$D_{31} = 500 + 2 * 12 = 524 \text{ мм}$$

$$D_{32} = D_2 + 2 * C_2, \text{ мм} \quad (5.17)$$

$$D_{32} = 900 + 2 * 12 = 924 \text{ мм}$$

Внутрішні діаметри:

$$D_{B1} = D_{31} - 2 * e, \text{ мм} \quad (5.18)$$

$$D_{B1} = 524 - 2 * 36 = 452 \text{ мм}$$

$$D_{B2} = D_{32} - 2 * e, \text{ мм} \quad (5.19)$$

$$D_{B2} = 924 - 2 * 36 = 852 \text{ мм}$$

Ширина ободу:

$$B = (z - 1) * t + a + 2 * k, \text{ мм} \quad (5.20)$$

Величини C_2 , e , t , a та k беремо

$t = 44$, $a = 38$, $k = 7$, $e = 36$, $C_2 = 12$.

$$B = (11 - 1) * 44 + 38 + 2 * 7 = 492 \text{ мм.}$$

5.6 Розрахунок елементів конструкції верстату

Сили різання при шліфуванні стрічками

Сили різання при шліфуванні стрічками визначаються за формулою:

$$P_y = \frac{C_y * t^{X_y} * S_o^{Y_y} * b_1^{q_y} * H^{n_y}}{V_1^{m_y}}, \text{ Н} \quad (5.21)$$

$$P_y = \frac{48 * 0,01^{0,72} * 4^{0,46} * 1600^{1,28} * 0,4^{0,25}}{10000^{1,1}} = 351,82 \text{ Н}$$

Де $C_y = 48$;

$S_o = 4$ м/хв - поздовжня подача

$t = 0,01$ мм - глибина шліфування

$b_1 = 1600$ мм - ширина стрічки

$H = 4$ кг/см² - натягнення стрічки

$V_1 = 10$ м/с - швидкість стрічки

$X_y = 0,72$; $Y_y = 0,46$; $q_y = 1,28$; $n_y = 0,25$; $m_y = 1,1$.

$$P_z = \frac{C_z * t^{X_z} * S_o^{Y_z} * b_1^{q_z} * H^{n_z}}{V_1^{m_z}}, \text{ Н} \quad (5.22)$$

$$P_z = \frac{32 * 0,1^{0,65} * 4^{0,3} * 1600^{1,08} * 0,4^{0,43}}{10000^{0,96}} = 615 \text{ Н}$$

Де $C_z = 32$; $x_z = 0,65$ $y_z = 0,3$; $q_z = 1,08$; $n_z = 0,43$; $m_z = 0,96$.

5.7 Розрахунок шпинделя та контактного вала

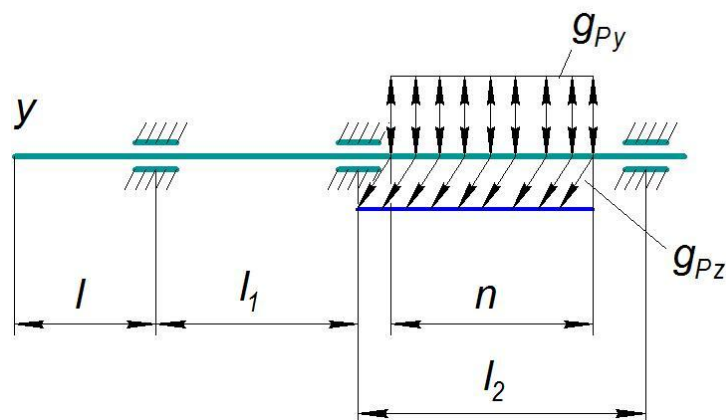


Рисунок 5.2 - Схема розрахунку шпинделя та контактного вала

Вихідні данні для розрахунку рисунку 5.2:

$$c = 0,22\text{ м};$$

$$l_1 = 1,12\text{ м};$$

$$c_2 = 2,4\text{ м};$$

$$P_z = 615\text{ Н},$$

$$P_y = 352\text{ Н},$$

$$Q = 18093\text{ Н}.$$

Достатньою точністю розподіленого навантаження, яка діє на контактний вал можна замінити силами:

$$g_{Py*n} = P_y = 352\text{ Н}$$

$$g_{Pz*n} = P_z = 615\text{ Н}$$

Отримані сили прикладемо до центру враховується кут α . Сила Q направлена до горизонту під кутом $\alpha = 40^\circ$, тоді:

$$Q_y = Q * \sin 40^\circ\text{ Н} \quad (5.23)$$

$$Q_y = 18093 * 0,7 = 12665\text{ Н}$$

$$Q_z = Q * \cos 40^\circ\text{ Н} \quad (5.24)$$

$$Q_z = 18093 * 0,78 = 14112\text{ Н}$$

Сили діють у вертикальній площині.

Розрахункова схема має вигляд (рис. 5.3):

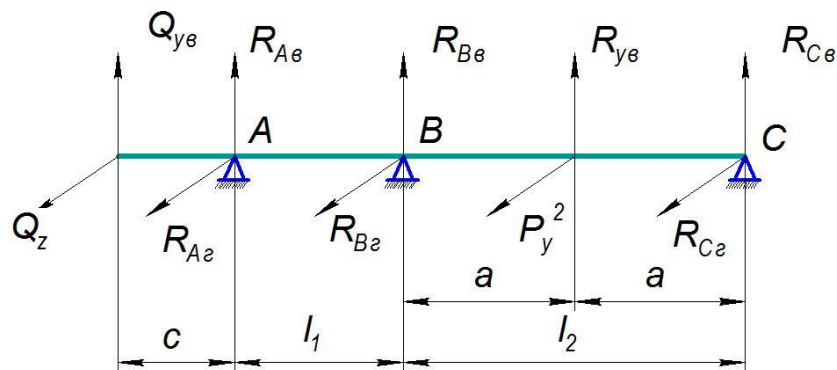


Рисунок 5.3 - Розрахункова схема

Дана система статично невизначена. Позбутися від статичної невизначеності методом трьох моментів. Розглянемо окремо сили, які прикладені у вертикальній (рис. 5.4) і горизонтальній (рис. 5.5) площинах.

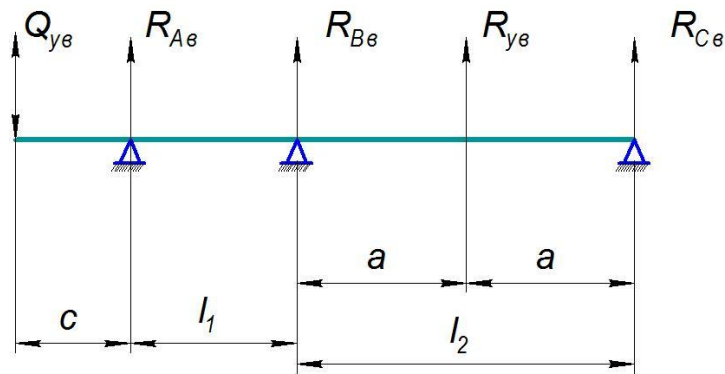


Рисунок 5.4 - Сили прикладені у вертикальній площині

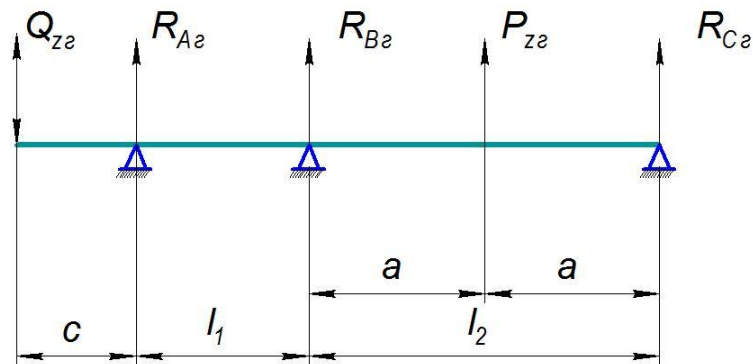
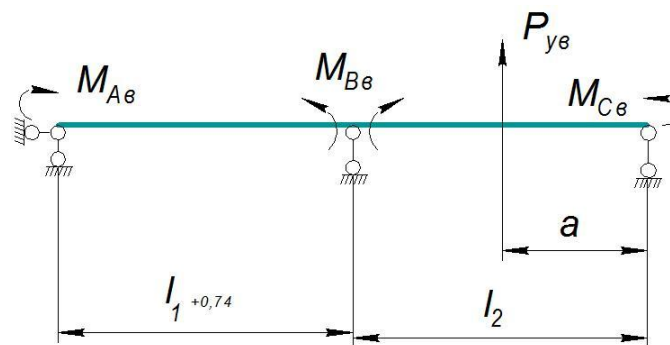


Рисунок 5.5 - Сили прикладені у горизонтальній площині

Для того, щоб позбутися статичної невизначеності та замінити сили реакції прикладені до опори В моментом M_B .

Розрахункова схема для визначення моменту M_B (рис. 5.6) буде мати вигляд:

Рисунок 5.6 - Розрахункова схема для визначення моменту M_B

Для горизонтальної площини розрахункова схема матиме аналогічний вигляд, тільки замість M_{Av} буде M_{Az} і так далі; а замість сили P_{yv} буде P_{zv} .

Рівняння трьох моментів для вертикальної площини записується:

$$M_{AB} = l_1 + 2M_{BB} * (l_1 + l_2) + M_{CB} * l_2 = 6EI_x (\varphi_a + \varphi_{пр}) \quad (5.25)$$

$$M_{AB} = -Q_B * C \quad (5.26)$$

$$M_{AB} = -0,22 * 12665 = -2786 \text{ Нм}$$

$$M_{CB} = 0$$

Визначимо кути повороту φ_a та $\varphi_{пр}$ методом Верещагіна. Для цього будемо: епюру навантаження та епюру моментів від одиничної сили приведені на рисунку 5.7.

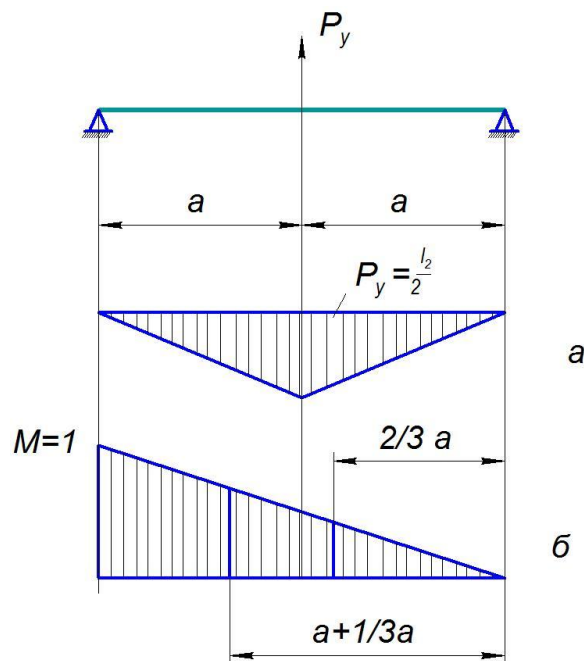


Рисунок 5.7 - а) епюру навантаження; б) епюру моментів від одиничної сили.

Площа:

$$\omega_1 = \frac{1}{2} * l_1 * P_y * \frac{l}{2} \text{ Нм} \quad (5.27)$$

$$\omega_1 = \frac{1}{2} * 2,4 * 352 * \frac{2,4}{2} = 506,88$$

$$\omega_1 = \omega_2 = 506,88 \text{ Нм}$$

Спроекуємо центри ваги епюр на епюру одиничного моменту та знайдемо їх ординати y_{c1} та y_{c2} проекції на цій епюрі:

$$y_{c1} = \frac{2}{3} * a, \text{ м} \quad (5.28)$$

$$y_{c1} = \frac{2}{3} * 1,2 = 0,8 \text{ м}$$

$$y_{c1} = a + \frac{1}{3} * a, \text{ м} \quad (5.29)$$

$$y_{c1} = 1,2 + \frac{1}{3} * 1,2 = 1,6 \text{ м}$$

За формулою [32]

$$y_{\text{пр}} = \frac{\omega_1 * y_{c1} + y_{c2} * \omega_2}{EY_x} \quad (5.30)$$

Поставимо $\varphi_{\text{пр}}$ у формулу трьох моментів:

$$M_{AB} = 1_1 + 2M_{BВ} * (1_1 + 1_2) + M_{CВ} * 1_2 = 6EI_x (\varphi_a + \varphi_{\text{пр}}) = 2M_{BВ} * (1_1 + 1_2) + 6 * (\omega_1 * y_{c1} + y_{c2} * \omega_2) - (M_{AB} * 1_1 + M_{CВ} * 1_2), \text{ Нм} \quad (5.31)$$

$$M_{BВ} = \frac{6 * (\omega_1 * y_{c1} + y_{c2} * \omega_2) - (M_{AB} * 1_1 + M_{CВ} * 1_2)}{2 * (1_1 + 1_2)}, \text{ Нм} \quad (5.32)$$

$$M_{BВ} = \frac{6 * (506,88 * 0,8 + 506,88 * 1,6) - (-2786 * 1,2 + 0 * 2,4)}{2 * (1,2 * 2,4)} = 1440 \text{ Нм}$$

Тоді еюра у вертикальній площині (рис. 5.8) матиме вигляд:

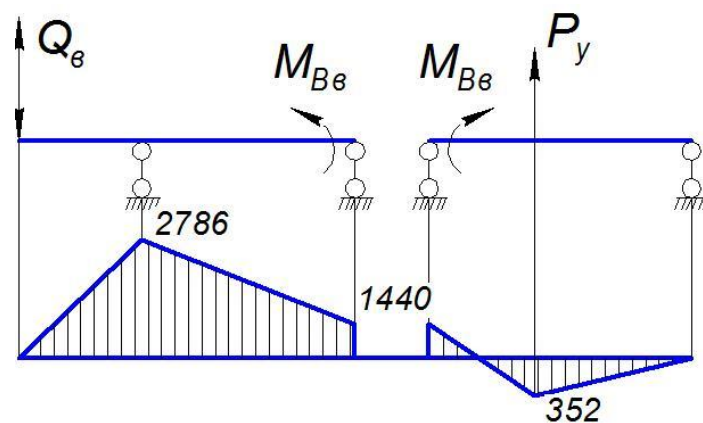


Рисунок 5.8 - Еюра моментів у вертикальній площині

Суміщенням цієї еюри можна отримати еюру згинальних моментів всієї балки в цілому. Аналогічно знайдемо еюру згинальних моментів в горизонтальній площині. Рівняння трьох моментів запишемо в вигляді:

$$M_{A\Gamma} * l_1 + 2M_{B\Gamma} * (l_1 + l_2) + M_{C\Gamma} * l_2 = 6EI_x (\varphi_a + \varphi_{np}) \quad (5.33)$$

Кут повороту:

$$\varphi_{np} = \frac{\omega_1 * y_{c1} + y_{c2} * \omega_2}{EY_x} \quad (5.34)$$

$$\omega_1 = \frac{1}{2} * l_2 * P_z * \frac{1}{2} \text{ Нм} \quad (5.35)$$

$$\omega_1 = \frac{1}{2} * 2,4 * 615 * \frac{2,4}{2} = 886 \text{ Нм}$$

$$\omega_1 = \omega_2 = 886 \text{ Нм}$$

$$y_{c2} = \frac{2}{3} * a, \text{ м} \quad (5.36)$$

$$y_{c2} = \frac{2}{3} * 1,2 = 0,8 \text{ м}$$

$$y_{c2} = a + \frac{1}{3} * a, \text{ м} \quad (5.37)$$

$$y_{c2} = 1,2 + \frac{1}{3} * 1,2 = 1,6 \text{ м}$$

$$M_{A\Gamma} = -Q_{\Gamma} * C \quad (5.38)$$

$$M_{A\Gamma} = -14112 * 0,22 = -3104 \text{ Нм}$$

$$M_{C\Gamma} = 0$$

Тоді:

$$M_{B\Gamma} = \frac{6 * (\omega_1 * y_{c1} + y_{c2} * \omega_2) - (-M_{A\Gamma})}{2 * (l_1 + l_2)} \text{ Нм} \quad (5.39)$$

$$M_{B\Gamma} = \frac{6 * (886 * 0,8 + 886 * 1,6) - (-3104)}{2 * (1,1 + 2,4)} = 1825 \text{ Нм}$$

Епюра моментів у горизонтальній площині (рис. 5.9) матиме вигляд:

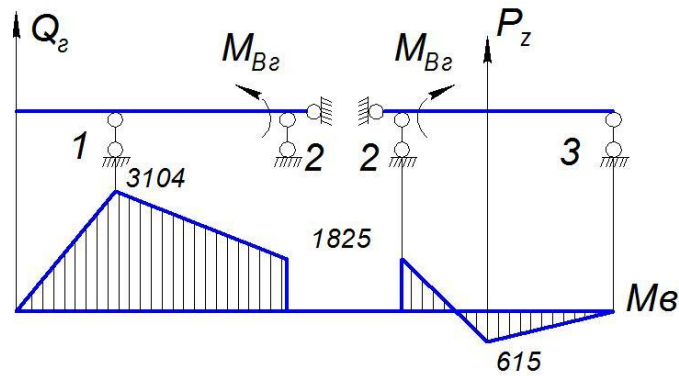


Рисунок 5.9 - Епюра моментів у горизонтальній площині

Сумарний згинальний момент у перерізах 1-1, 2-2, 3-3:

$$M_{\text{згин 1-1}} = \sqrt{M_{\text{зг.В1}}^2 + M_{\text{зг.Г1}}^2}, \text{Нм} \quad (5.40)$$

$$M_{\text{згин 1-1}} = \sqrt{3104^2 + 2786^2} = 4049 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{згин 2-2}} = \sqrt{M_{\text{зг.В2}}^2 + M_{\text{зг.Г2}}^2}, \text{Нм} \quad (5.41)$$

$$M_{\text{згин 2-2}} = \sqrt{1825^2 + 1440^2} = 2324 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{згин 3-3}} = \sqrt{M_{\text{зг.В3}}^2 + M_{\text{зг.Г3}}^2}, \text{Нм} \quad (5.42)$$

$$M_{\text{згин 3-3}} = \sqrt{615^2 + 352^2} = 708 \text{ Нм}$$

Крутний момент на валу:

$$M_{\text{кр}} = 4400 \text{ Нм}$$

Приведений момент дорівнює:

$$M_{\text{пр}} = \sqrt{M_{\text{зг}}^2 + (\alpha * M_{\text{кр}})^2} \quad (5.43)$$

У перерізі 1-1 та 2-2 приведені моменти визначаються:

$$M_{\text{пр 1-1}} = \sqrt{4049^2 + (0,58 * 4400)^2} = 4786 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{пр 2-2}} = \sqrt{2324^2 + (0,58 * 4400)^2} = 4077 \text{ Нм}$$

Діаметр вала у перерізі 1-1:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{np\ 1-1}}{0,1k[\sigma]_3}}, \text{ м}^2 \quad (5.44)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{4786}{0,1 \cdot 0,7 \cdot 75 \cdot 10^6}} = 9,7 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

де k - коефіцієнт, який враховує наявність концентрації напруг, викликаних галтеллю.

Згідно з рекомендаціями [50] обираємо діаметр контактного валу 280 мм.

5.8 Розрахунок натяжного валу

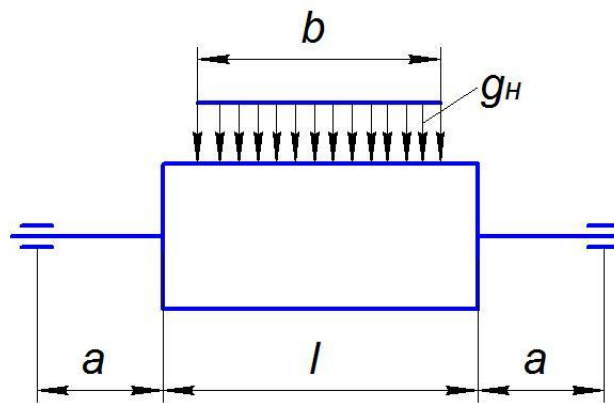


Рисунок 5.10 - Схема розрахунку натяжного валу

Вихідні данні для розрахунку рисунка 6.10:

$$g_H = 3920 \text{ Н/м}; b = 1,6 \text{ м}; a = 0,25 \text{ м}; l = 2,04 \text{ м}.$$

Визначаємо силу натягнення вала:

$$H = g_H \cdot b, \text{ Н} \quad (5.45)$$

$$H = 3920 \cdot 1,6 = 6272 \text{ Н}$$

Тоді схема для розрахунку вала (рис. 5.11) матиме вигляд:

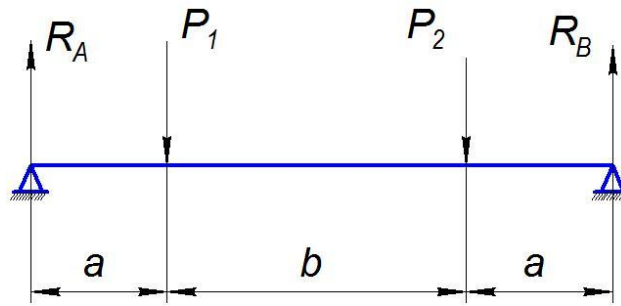


Рисунок 5.11- Схема розрахунку натяжного валу

Діаметр вала:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{np\ 1-1}}{0,1k[\sigma]_3}}, \text{ м}^2 \quad (5.46)$$

$$d = \sqrt{\frac{4786}{0,1 \cdot 0,7 \cdot 75 \cdot 10^6}} = 9,7 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

де k - коефіцієнт, який враховує наявність концентрації напруг, викликаних галтеллю.

Згідно з рекомендаціями [50] обираємо діаметр натяжного валу 400 мм.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Аналіз потенційних небезпек

Оскільки тема дипломного проекту – «Вплив полімеру у складі МОР на процес різання металу», передбачає проведення експериментальних досліджень впливу поліметилметакрилату у розчинному стані на ефективність токарної обробки конструкційної легованої сталі 40Х на верстаті 1К62 та обробку отриманих результатів за допомогою персонального комп'ютера (далі ПК), тому нижче розглянемо заходи по забезпеченню безпеки, виробничої санітарії, гігієни праці і пожежної безпеки для лабораторії, що обладнана верстатами та ПК, у відповідності з методичними вказівками.

На основі аналізу роботи існуючого обладнання і технологічних процесів у лабораторії, згідно ГОСТ 12.0.003-74 (1999) «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», виявлені наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, здатні привести до травм або ушкодження здоров'я дослідників та викладачів:

- ураження електричним струмом, у наслідок несправності електорообладнання, невиконання правил техніки безпеки при користуванні електричним обладнанням, що може призвести до електротравм або летального наслідку;

- механічне травмування в наслідок руйнування ріжучого інструменту при хибному виборі режимів різання під час експерименту;

- механічне травмування фахівців під час їх ходьби по коридорах та території університету внаслідок недостатньої уваги;

- існує небезпека отримання травм різного ступеню при застосуванні в приміщенні меблів, що не відповідають ергономічним вимогам, при неправильній організації робочого простору;

- подразнення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів можуть викликати мастильно-охолоджувальні технічні засоби (МОТС) при порушенні правил безпеки;

- небезпечним є вплив ацетону на загальне почуття фахівців при відсутності або неефективній системі місцевої вентиляції. Ацетон - один із найбільш небезпечних для здоров'я людини промислових розчинників. Належить до 4 класу небезпеки згідно і ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздухурабочей зоне», гранично допустима концентрація не повинна перевищувати 200 мг/м³. Як правило, ацетон попадає в організм людини через органи дихання, але, також має властивість проникати у кров через легені та розповсюджуватись по всьому організму. Максимальна кількість ацетону всмоктується через шкіру, викликає наркотичне сп'яніння, подразнення шкіри, та слизових оболонок. Зміни в організмі залежать від концентрації ацетону. При значних концентраціях – з'являється відчуття неспокою, головний біль, сонливість та суб'єктивне відчуття відсутності сил. В окремих випадках, в залежності від індивідуальних особливостей, - ураження нирок та печінки. Хронічні отруєння, виникають внаслідок тривалого впливу незначних концентрацій ацетону. Крім хімічної активності, ацетон є легкозаймистим та вибухонебезпечним, тобто утворює вибухові суміші з киснем та повітрям. Водний розчин ацетону також легкозаймистий. В умовах недотримання правил зберігання існує небезпека вибуху та розповсюдженню пожежі.

- при вимірюванні зносу ріжучої кромки за допомогою інструментального мікроскопу та шорсткості обробленої поверхні за допомогою оптичного мікроскопу недостатнє освітлення може стати причиною підвищеного стомлення робітників, збільшенню помилок в процесі роботи;

- недостатній рівень освітлення виробничих приміщень і робочих місць, у зв'язку з виходом з ладу освітлювальних приладів може стати причиною нервово-емоційному прояву;

- збільшення нервово-психічного навантаження в наслідок специфіки виконуваних робіт, що призводить до захворювань загального характеру;
- можливе нервово-емоційне напруження наслідок виконання інтелектуальних робіт в умовах дефіциту інформації та часу, що призводить до захворювань загального характеру.
- довготривалий дискомфорт в умовах недостатньої фізичної активності сприяє передчасному розвитку загального втомлення, зниженню працездатності.
- вірогідність загоряння, у зв'язку із несправністю електричного обладнання, недотримання, або порушення правил протипожежної безпеки обслуговуючим персоналом, що призводить до пожежі;
- неправильні дії персоналу в умовах надзвичайних ситуацій, які призводять до паніки та загибелі людей.

6.2 Заходи по забезпеченню безпеки

У приміщенні лабораторії застосовується широке різноманіття електроприладів: персональні комп'ютери, принтери, ксерокси, факси, освітлювальні прилади, кондиціонери, побутові електроприлади тощо. Відповідні вимоги (ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні стандартні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин», НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями») поширюються на всі підприємства, установи, організації, юридичні особи незалежно від форми власності, відомчої належності, видів діяльності, які здійснюють розробку, виробництво і застосування ЕОМ і ПК у тому числі, які мають робочі місця обладнані ЕОМ або виконують ремонт обслуговування та налагодження ЕОМ.

При облаштуванні робочих місць обладнаних 6 ПК в даному проекті передбачається забезпечити:

- належні умови освітлення приміщення і робочого місця, відсутність „відблисків”;
- оптимальні параметри мікроклімату (температура, відносна вологість, швидкість руху, рівень іонізації повітря);
- належні ергономічні характеристики основних елементів робочого місця,
- м'якого рентгенівського випромінювання;
- електромагнітного випромінювання;
- ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання;
- електростатичного поля між екраном і оператором;
- наявності пилу, озону, окисів азоту і аероіонізації.

Ймовірність механічного травмування може виникнути внаслідок нерационального розташування робочих місць, захарашення робочих місць або у зв'язку з недбалістю та неухажністю обслуговуючого персоналу. Зроблено більш зручне та раціональне розташування робочих місць, таким чином збільшена відстань між ними.

Для запобігання ураження електричним струмом встановлено електроустаткування, яке відповідає вимогам: ПУЕ («Правила устрою електроустановок») і ГОСТ 12.1.030-81 (2001) «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление», величина опору захисного заземлення електрообладнання приміщення – 4 Ом; НПАОП40.1-1.32-01 «Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок». ГОСТ 12.1.009-76 (1999) «ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения» обладнання в лабораторії має подвійну ізоляцію, яка складається з робочої та додаткової ізоляції; ГОСТ 12.2.007.0-75* (2001) «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности» ЕОМ, периферійні пристрої ЕОМ та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ по способу захисту людини від ураження електричним струмом, належать до I класу, оскільки мають подвійну ізоляцію, елемент для заземлення та провід для приєднання до джерела живлення, що має

заземлюючу жилу і вилку з заземлюючим контактом. Експлуатація електроустановок і електроустаткування проводиться відповідно до НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок» та НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»

Ергономічні вимоги до моніторів, їх технічні характеристики (розмір екрана, роздільна здатність, зернистість зображення, значення частот вертикальної та горизонтальної розгортки, смуга пропускання відеосигналу, можливості регулювання, мікропроцесорне управління, динамічне фокусування, наявність інварової маски та розмагнічування, антивідблискове покриття, захист від електростатичних та електромагнітних полів, система управління енергоспоживанням) враховано згідно вимог розділу «Мінімальні вимоги по охороні праці» директиви ЕС90/270 ЕЕС. Символи на екрані чіткі і добре розрізняються, зображення без блимання, яскравість та контрастність легко регулюються, екран вільний від відблисків і відбиття, випромінювання знижені до надзвичайно малих рівнів. Застосування плоских екранів зменшує спотворення зображення, на екрані утворюється менше відблисків від відбитого світла. Для підвищення якості зображення, для зменшення відблисків, а також запобігання накопичення статичного заряду передбачається застосування моніторів, на поверхні екрана якого, на переднє скло ЕПТ нанесено спеціальні покриття.

Розрахунок приміщення оснащеного відео дисплейними терміналами.

Приміщення, що обладнане ПК з ВДТ і розміщені робочі місця з ПК, спроектовано і організовано згідно ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».

Приміщення категорій «А» і «Б» (НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», а також виробництва з мокрими

технологічними процесами поряд з приміщенням, де розташовуються ЕОМ, виконується їх обслуговування, налагодження і ремонт не передбачається.

Виробничі приміщення, в яких розташовані ЕОМ, не межують з приміщеннями, де рівні шуму та вібрації перевищують норму (механічні цехи, майстерні тощо).

Робоча кімната, де розташовані комп'ютери знаходиться на другому поверсі, т.б. відповідно до НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» враховано, що неприпустимим є розташування приміщень, призначених для роботи з ВДТ у підвалах та цокольних поверхах.

Площу приміщення, в якому розташовують відео термінали, визначено згідно з чинними нормативними документами з розрахунку, що для забезпечення виробничого процесу необхідним є застосування **6** комп'ютерів.

Планування розміщення комп'ютеризованих робочих місць у приміщенні проводимо із врахуванням наступних вимог:

- робочі місця з ВДТ розміщуються на відстані не менше 1 м від стіни зі світловими прорізами;
- відстань між бічними поверхнями ВДТ має бути не менше за 1,2 м;
- відстань між тильною поверхнею одного ВДТ та екраном іншого не повинна бути меншою за 2,5 м;
- прохід між рядами робочих місць має бути не меншим 1 м.
- площа на одне робоче місце, обладнане відео терміналом - не менше 6,0 м².
- об'єм - не менше 20,0 м³, з урахуванням максимальної кількості осіб, які одночасно працюють у зміні.

Врахуємо також розміри меблів на комп'ютеризованих робочих місцях, зокрема робочого столу. Відповідно до НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» рекомендовані розміри столу для робочого місця з ВДТ становлять: висота – 725 мм, ширина – 600-1400 мм, глибина – 800-1000 мм.

Приймаємо, що робочий стіл має такі розміри: ширина – 1200 мм, глибина – 800 мм.

Найкращим є розмістити комп'ютеризовані робочі місця рядами вздовж стіни з вікнами. Це дасть змогу унеможливити дзеркальне відбиття на екрані ВДТ джерел природного світла (вікон) та потрапляння останніх у поле зору операторів, що погіршує умови їх зорової роботи. Враховуючи, що в приміщенні 6 комп'ютерів (рис.7.1), то найкраще комп'ютеризовані робочі місця розмістити в два ряди по три штуки, відстань між робочими місцями становить 2.2метри, що більше ніж відстань зазначена нормативом.

Оскільки площа, на якій розташовується одне робоче місце з ВДТ, згідно з ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» повинна становити не менше 6,0 м², а шість ПК повинні займати площу 36 м² для безпечної та комфортної роботи приймаємо, що площа робочого приміщення складає 40 м² (рис 7.1).

Конструкція робочого стільця (крісла) забезпечує підтримку раціональної робочої пози при роботі на ПЕОМ, дозволяє змінювати позу з метою зниження статичної напруженості м'язів шийно-плечової області та спини з метою попередження розвитку втоми, у відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.032-78. «ССБТ Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».

Стіни, стеля, підлога приміщень, де розміщені ЕОМ, виготовлені з матеріалів, дозволених для оздоблення приміщень органами державного санітарно-епідеміологічного нагляду.

Обслуговування, ремонт та налагодження ЕОМ, вузлів та блоків ЕОМ виконується в окремому приміщенні (майстерні).

У приміщеннях з ЕОМ щоденно проводиться вологе прибирання.

У приміщеннях з ЕОМ знаходяться медичні аптечки першої допомоги.

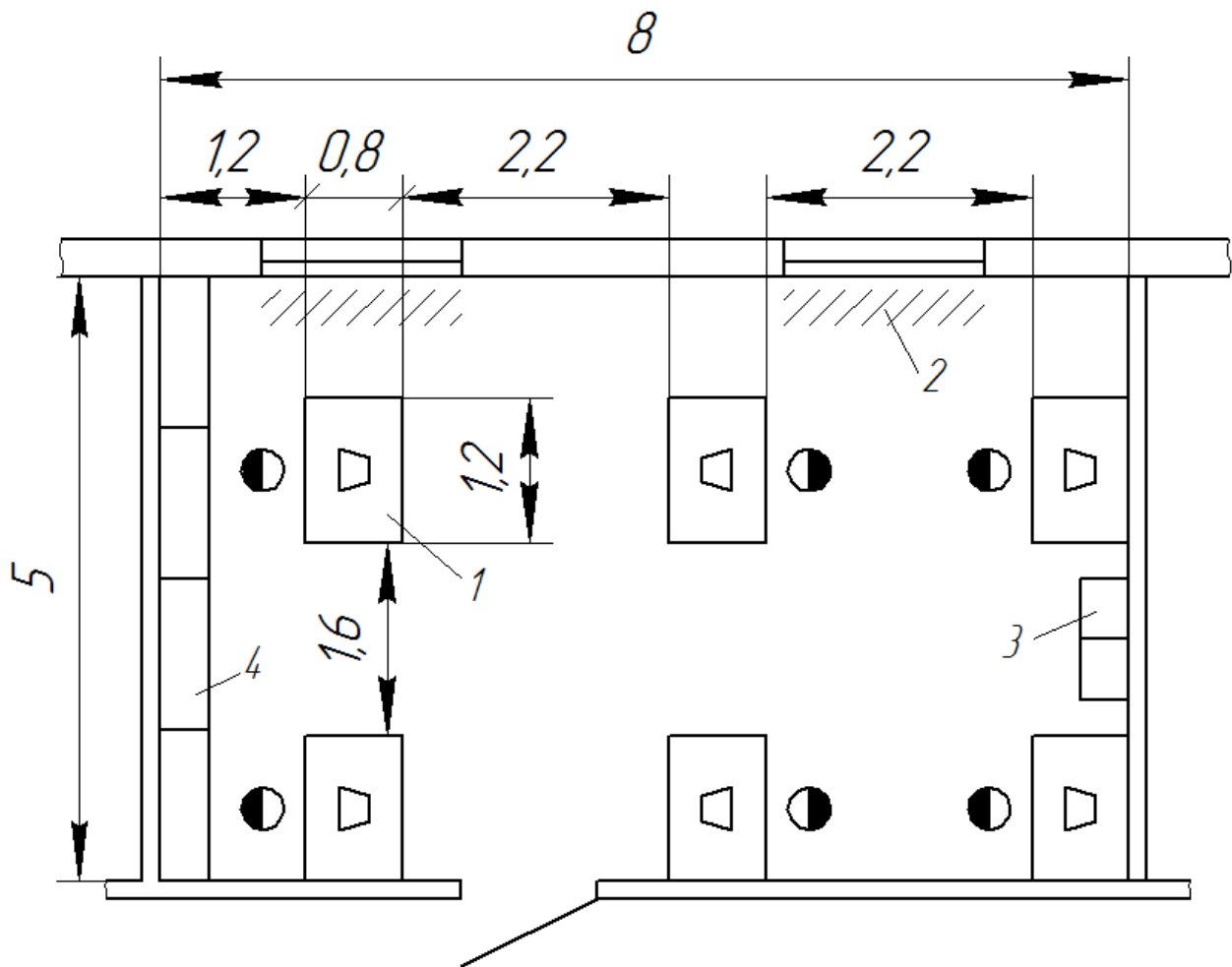


Рисунок 6.1. План приміщення з комп'ютеризованими робочими місцями:

1 - комп'ютеризоване робоче місце з ВДТ; 2- сонцезахисні жалюзі; 3- шафи для зберігання дискет та програмного забезпечення; 4- шафи для зберігання документації та фахової літератури.

6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії і гігієни праці розроблені відповідно до вимог Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», МЮУ 06.05.2014 р. за № 472/25249 (далі – «Гігієнічна класифікація праці»).

Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії і гігієни праці для приміщення обладнаного ПК з ВДТ розроблені відповідно до вимог

ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні стандартні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями».

Метеорологічні умови в приміщенні – температура повітря, відносна вологість повітря й швидкість його переміщення відповідають встановленим санітарно-гігієнічним вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» і ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «ССБТ. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони Общие санитарно-гигиенические требования к воздухорабочей зоны». Роботи в приміщенні, належать до категорії Іб - легка робота, тому передбачені наступні оптимальні значення параметрів мікроклімату:

- у холодний період року: температура 21-23°C; відносна вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,1 м/с;

- у теплий період року: температура 22-24°C; відносна вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,2 м/с.

Оптимальні параметри мікроклімату і чистоти повітря у приміщенні (лабораторії) обладнаному ПК з ВДТ для категорії Іб фізичних робіт, згідно вимог ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздухурабочей зоны» і ГН 2152-80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень» становлять 21-23°C в холодний період року, 22-24°C - в теплий. Забезпечення таких параметрів мікроклімату та трьохкратний повітря обмін за годину досягається оснащенням приміщень пристроями кондиціонування, вентиляції та дезодорації повітря, системами опалювання згідно ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

У приміщенні, згідно ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення» передбачено природне та штучне освітлення. Природне освітлення здійснено через світлові прорізи, які

забезпечують коефіцієнт природної освітленості (КПО) не нижче 1,5%. Для захисту від прямих сонячних променів, які створюють прямі та відбиті відблиски на поверхні екранів і клавіатури, передбачено сонцезахисні пристрої, на вікнах встановлені жалюзі або штори. Штучне освітлення в приміщенні, здійснено системою загального рівномірного освітлення. Як джерела штучного освітлення в приміщенні застосовані люмінесцентні лампи типу ЛБ. При застосуванні яких дотримались наступних умов:

- температура навколишнього повітря не повинна бути нижче, ніж 5°C;
- напруга на освітлювальних приладах повинна бути не менше, ніж 90% номінальної.

Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приміщення відповідають вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» та ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». Зниження рівня шуму в приміщенні здійснено за допомогою: використання більш сучасного обладнання; розташування принтерів та різноманітного устаткування колективного користування на значній відстані від більшості робочих місць працівників; переведення жорсткого диска в режим сну (Standby), якщо комп'ютер не працює протягом визначеного часу; використання блоків живлення ПК з вентиляторами на гумових підвісках.

Рівні вібрації під час виконання робіт з ЕОМ у виробничих приміщеннях не перевищують допустимих значень, визначених в ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації» і ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 «ССБП. Вібраційна безпека. Загальні вимоги».

У відповідності ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», з метою зниження нервово-емоційного напруження, стомлення зорового аналізатора, поліпшення мозкового кровообігу, подолання несприятливих наслідків гіподинамії, запобігання втоми, передбачені перерви у

роботі – 15 хвилин кожні дві години, а також спеціально обладнане приміщення – кімната відпочинку.

Для запобігання кістково-м'язових порушень у зв'язку з тривалим статичним напруженням м'язів спини, шиї, рук і ніг необхідно передбачити перерви в роботі та виконувати фізичні вправи 2-3 рази протягом робочого часу. Застосування меблів та організація робочого місця згідно рекомендацій ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ « Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования», ДСТУ ISO 9241-5-2004 «Ергономічні вимоги до роботи з відео терміналами в офісі. Частина 5. Вимоги до компонування робочого місця та до робочої пози» дає можливість не тільки уникнути прояву захворювань але і забезпечує гарний настрій та високий рівень працездатності.

6.4 Заходи з пожежної безпеки

Заходи з пожежної безпеки в дослідній лабораторії розроблено відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Залежно від агрегатного стану й особливостей горіння різних горючих речовин й матеріалів пожеж і згідно ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT)» приміщення відноситься до класу можливої пожежі А – пожежі твердих речовин, переважно органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням (деревина, текстиль, папір), та класу Е - пожежі, пов'язані горіння електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В.

Згідно із методикою визначення категорій приміщень та будівель за вибухопожежною та пожежною небезпекою, який регламентується ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» та СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания» приміщення (лабораторія) відповідає категорії Д – наявність незаймистих речовини і матеріали в холодному стані.

Відповідно до категорії виробництва з пожежної небезпеки і вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», ступінь вогнестійкості дослідницької лабораторії - П.

Приміщення (лабораторія), в якому розташовуються електрообчислювальні матеріали, різноманітне устаткування, відноситься до класу пожежонебезпечної зони П-Па, тому передбачений мінімальний ступінь захисту ізоляції обладнання IP44.

В приміщення (лабораторія) пожежний інвентар з пожежним інструментом і вогнегасниками розташовано на двох спеціальних пожежних щитах(стендах), відповідно до "Правил пожежної безпеки в Україні". Серед первинних засобів пожежогасіння особливе місце займають вогнегасники, які відзначаються високою ефективністю дії. В приміщення (лабораторія) встановлено 2 вуглекислотних вогнегасника місткістю 5 л. Доцільність використання даного вогнегасника пояснюються його властивостями. Вогнегасник ВВК-3 призначений для гасіння загорання різних речовин, горіння яких не може відбуватися без доступу повітря, загорання електроустановок, що знаходяться під напругою, загорання в приміщеннях при наявності оргтехніки. Головною особливістю вуглекислотних вогнегасників є відсутність слідів гасіння так як вуглекислота після використання не залишає слідів і бруду.

Також, для адміністративних приміщень рекомендується використання сповіщувачів пожежі, тому в приміщення буде обладнане адресованим автоматичним сповіщувачем ДПП-1, який буде реагувати на дим. Своєчасне виявлення ознак займання й виклик пожежних підрозділів дає змогу швидко локалізувати осередки пожежі та вжити заходи щодо її ліквідації, а отже, створює можливість суттєво зменшити обсяги заподіяної шкоди. Адресований сповіщувач постійно або періодично активно формує сигнал про стан пожежонебезпечності у захищеному приміщенні та про власну працездатність із зазначенням свого номера (адреси). Автоматичні пожежні сповіщувачі реагують на фактори, що супроводжують пожежу: підвищення

температури, дим, полум'я. Для адміністративних приміщень використовується димові пожежні сповіщувачі.

6.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

1. Організація навчання працюючого та непрацюючого населення діям у надзвичайних ситуаціях.

Навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях здійснюється:

- 1) за місцем роботи - працюючого населення;
- 2) за місцем навчання - дітей дошкільного віку, учнів та студентів;
- 3) за місцем проживання - непрацюючого населення.

2. Організація навчання діям у надзвичайних ситуаціях покладається:

- 1) працюючого та непрацюючого населення - на центральний орган виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, Раду міністрів Автономної Республіки Крим, місцеві державні адміністрації, органи місцевого самоврядування, які розробляють і затверджують відповідні організаційно-методичні вказівки та програми з підготовки населення до таких дій;
- 2) дітей дошкільного віку, учнів та студентів - на центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері освіти і науки, який розробляє та затверджує навчальні програми з вивчення заходів безпеки, способів захисту від впливу небезпечних факторів, викликаних надзвичайними ситуаціями, з надання до медичної допомоги за погодженням з центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту.

3. Стандартами професійно-технічної та вищої освіти передбачається набуття знань у сфері цивільного захисту.

4. Порядок здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях встановлюється Кабінетом Міністрів України.

5. Громадські організації та позашкільні навчальні заклади здійснюють навчання діям у надзвичайних ситуаціях відповідно до своїх статутів.

Стаття 40. Навчання працюючого населення

1. Навчання працюючого населення діям у надзвичайних ситуаціях є обов'язковим і здійснюється в робочий час за рахунок коштів роботодавця за програмами підготовки населення діям у надзвичайних ситуаціях, а також під час проведення спеціальних об'єктових навчань і тренувань з питань цивільного захисту.

2. Порядок організації та проведення спеціальних об'єктових навчань і тренувань з питань цивільного захисту визначається центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту.

3. Для отримання працівниками відомостей про конкретні дії у надзвичайних ситуаціях з урахуванням особливостей виробничої діяльності суб'єкта господарювання у кожному суб'єкті господарювання обладнується інформаційно-довідковий куточок з питань цивільного захисту.

4. Особи під час прийняття на роботу та працівники щороку за місцем роботи проходять інструктаж з питань цивільного захисту, пожежної безпеки та дій у надзвичайних ситуаціях.

5. Особи, яких приймають на роботу, пов'язану з підвищеною пожежною небезпекою, мають попередньо пройти спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум). Працівники, зайняті на роботах з підвищеною пожежною небезпекою, один раз на рік проходять перевірку знань відповідних нормативних актів з пожежної безпеки, а посадові особи до початку виконання своїх обов'язків і періодично (один раз на три роки) проходять навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки.

6. Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань цивільного захисту, зокрема з пожежної безпеки, забороняється.

7. Програми навчання з питань пожежної безпеки погоджуються з центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту.

Стаття 41. Формування культури безпеки життєдіяльності населення. Навчання учнів, студентів та дітей дошкільного віку

1. Культура безпеки життєдіяльності населення - це сукупність цінностей, стандартів, моральних норм і норм поведінки, спрямованих на підтримання самодисципліни як способу підвищення рівня безпеки.

2. Популяризація культури безпеки життєдіяльності серед дітей та молоді організовується і здійснюється центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, спільно з центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері освіти і науки, громадськими організаціями шляхом:

1) проведення шкільних, районних (міських), обласних та всеукраїнських змагань з безпеки життєдіяльності;

2) проведення навчально-тренувальних зборів і польових таборів;

3) участі команд - переможниць у заходах міжнародного рівня з цих питань.

3. Навчання учнів, студентів та дітей дошкільного віку діям у надзвичайних ситуаціях та правилам пожежної безпеки є обов'язковим і здійснюється під час навчально-виховного процесу за рахунок коштів, передбачених на фінансування навчальних закладів.

4. Навчання дітей дошкільного віку діям у надзвичайних ситуаціях та запобігання пожежам від дитячих пустощів з вогнем проводиться шляхом формування у них поведінки, відповідної віку дитини, щодо власного захисту та рятування.

Стаття 42. Навчання непрацюючого населення

1. Непрацююче населення самостійно вивчає пам'ятки та інший інформаційно-довідковий матеріал з питань цивільного захисту, правила пожежної безпеки у побуті та громадських місцях та має право отримувати від органів державної влади, органів місцевого самоврядування, через засоби масової інформації іншу наочну продукцію, відомості про надзвичайні ситуації,

у зоні яких або у зоні можливого ураження від яких може опинитися місце проживання непрацюючих громадян, а також про способи захисту від впливу небезпечних факторів, викликаних такими надзвичайними ситуаціями.

Таким чином, передбачений комплекс заходів з пожежної безпеки та цивільного захисту забезпечує безпеку персоналу в умовах пожежі та організацію навчання працюючого та непрацюючого населення діям у надзвичайних ситуаціях.

7 ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Літературний огляд стану питання показав, що застосування полімерів в зоні різання є перспективним напрямком досліджень, оскільки під час деструкції полімеру у складі мастильно-охолоджувальної рідини утворюються макрорадикали, водень та інші продукти деструкції, які позитивно впливають на процеси різання. Полімери можливо застосувати у якості основної складової в різноманітних складах МОР при різних видах обробки.

Впровадження розчину ПММА до зони різання у розглянутих в наданій роботі умовах лезвійної обробки підвищує її ефективність. При різанні з полімерною складовою відбувається зниження сил різання, дисперсії та середнього лінійного відхилення сили різання, температури, а також зносу інструменту, що може бути пов'язано з утворенням у зоні обробки макрорадикалів та інших продуктів деструкції ПММА.

При цьому в основі різання лежать складні фізико - хімічні процеси перетворення полімеру з зниженням рівню поверхневої енергії заготовки, тобто процес механічної обробки фактично є механохімічним.

Ефективність впровадження полімерної складової відбувається за рахунок деструкції полімеру, яка залежить від числа його молекул, тобто від їх молекулярної маси. Використання поліметилметакрилату в якості полімерної складової при різанні дозволяє керувати величиною молекул полімеру та кількістю продуктів їх деструкції за рахунок варіювання умовами проведення контрольованої полімеризації.

За проведеними дослідженнями було встановлено, що застосування полімеру ПММА у концентрації 0,5% є найоптимальнішим. Данна концентрація призводить до підвищення зносостійкості різця з швидкоріжучої сталі при обробці конструкційної сталі до трьох разів, а також зниженню сили різання P_z до 30%, дисперсії сили різання P_z до 30%, та середнього лінійного відхилення P_z до 28%.

Було розроблено 2 заявки на корисну модель. Перша заявка пов'язана зі складом МОР та націлена на покращення фізико-механічних та технологічних властивостей МОР, які призведуть до зменшення зносу ріжучого інструменту та підвищення його стійкості. Досягається це тим, що концентрат мастильно-охолоджуючої рідини для механічної обробки металів має у своєму складі ПММА у розчиненому вигляді.

Друга заявка пов'язана з розробкою способу обробки металів різанням при котрому буде досягнуте підвищення ефективності обробки за рахунок введення розчину полімеру ПММА до водорозчинного мастильного агенту та утворення макрорадикалів в процесі його термомеханічної деструкції.

Аналіз можливості використання результатів досліджень впливу ПММА у складі МОР під час шліфування вказує на перспективність впровадження полімеру у зону контакту абразивного інструменту та заготовки. При цьому планується зменшення шорсткості обробленої поверхні та забезпечення оптимального за міцностними та деформаційними характеристиками поверхневого стану.

Була спроектована шліфувальна головка, яка дозволяє розширити технологічні можливості стрічково-шліфувальних верстатів та оброблювати листи металу шириною до 2000 мм. У конструкції верстата передбачено напівсухе шліфування та полірування з подачею полімерної МОР методом вприскування на стрічку.

Впровадження результатів роботи забезпечує отримання економічного та соціального ефекту на підприємствах машинобудівної, авіабудівної та металургійної галузі.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Худобин Л.В. Смазочно-охлаждающие средства применяемые при шлифовании. - Машиностроение. - 1971. - 214с.
2. Бранко Ивкович. Трибология резанья. Смазочно-охлаждающие жидкости. - Минск.: Наука и техника, 1982. - 144 с.
3. Энтелис С.Г. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием.: Справочник // Под ред. С. Г. Энтелиса Э. М. Берлинера. — М.: Машиностроение, 1986. – 352 с.
4. Технологические свойства новых смазочно-охлаждающих жидкостей для обработки резаньем. // Под ред. М.И. Клушина. - М.: Машиностроение, 1979. – 192 с.
5. Худобин Л.В., Бердичевский Е.Г. Техника применения смазочно-охлаждающих средств в металлообработке. - Машиностроение. - 1977. - 189с.
6. Маслов Е.Н. Основы теории шлифования. -М.: Машгиз, 1951.
7. Ребиндер П.А. Избранные труды. Поверхностные явления в дисперсионных системах. Физико-химическая механика. - М.: Наука, 1979. - 381с.
8. Перцов Н.В. Физико-химическое влияние среды на процессы разрушения при обработке тверды тел //Влияние физико-химической среды на жаропрочность металлических материалов. - М.: Наука, 1974.
9. В.И. Белоус. Модифицирование смазочно-охлаждающей жидкости при шлифовании труднообрабатываемых материалов. /Национальной аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского "ХАИ" //Авиационно-космическая техника и технология. - 2011, №7 (84), С. 66-70.
10. Лихтман В.М., Щукин Е.Д., Ребиндер П.А. Физико-химическая механика металлов. - М.: АН СССР, 1962.
11. Костетцкий Б.И., Колесниченко Л.Ф. Изменение дислокационной структуры стали при деформации в присутствии поверхностно-активных веществ. - Доклады АН СССР, №3, 1964.

12. Гороховский Г.А. Полимеры в технологии обработки металлов. - Наукова думка, Киев. - 1974. - 224с.

13. В.А.Воробьев, Р.А.Андрианов. Технология полимеров. - 2-е изд., перераб. - М.: Высшая школа. - 1980. - 304с.

14. Автореферат диссертации по теме "Повышение стойкости быстрорежущего инструмента путем применения активированной СОТС с кислородсодержащими полимерными присадками".
<http://www.dissercat.com/content/povyshenie-stoikosti-bystrorezhushchego-instrumenta-putem-primeneniya-aktivirovannoi-sots-s>.

15. М. И. Подольский, А. В. Музыка. Влияние полимерной присадки к СОТС на обрабатываемость стали http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/10990/2/ConfATMT_2015v1_Podolsky_M_I-Influence_polymeric_additives_208.pdf

16. Сошко в. А., симинченко и. П., ляшков в. С. Инициирование и самоускорение химических реакций поверхностно-активной среды при механическом разрушении. [http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/science_vesnik/%E2%84%961\(11%D0%95\)_2013/article/19.pdf](http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/science_vesnik/%E2%84%961(11%D0%95)_2013/article/19.pdf)

17. Физ.-хим. механика матер. / Щукин Е. Д., Брюханова Л. С., Полукарова З. М., Перцов Н. В. – К. :Наук. Думка, 1976. – 12, № 4. – С. 41.

18. Щукин Е. Д. Физ.-хим. механика матер. / Е. Д. Щукин. – К. : Наук. Думка, 1976. – 12, № 1. – С. 19.

19. Сошко А. И. Смазочно-охлаждающие средства в механической обработке металлов : [учеб. пособ.] /

А. И. Сошко, В. А. Сошко. – Херсон : Олди-плюс, 2008. – Ч. 1. – 388 с.; Ч. 2. – 230 с.

20. Химические реакции полимеров : пер. с англ. В 2-х т. Т. 2 / под ред. Е. Феттеса. – М. : Мир, 1967. – 519 с.

21. С.В. Havens, Ref. 43. – P. 107.

22. A.S. Kenyon, Ref.43. – P. 69.

23. P. E. Bertch, Rubb. Norld. – 1961. – № 144. – P. 33.

24. Химические реакции полимеров : пер. с англ. В 2-х т. Т. 1 / под ред. Е. Фетгеса. – М. : Мир, 1967. – 503 с.

25. P. LeGoff, M. Letort, R. Acad. Sci., 239, 1954. – P. 970.

26. Макаров С.М. Підвищення ефективності механічної обробки деталей з використанням полімервмісних МОТЗ. <http://cinref.ru/razdel/04400proizvodstvo/03/146173.htm>

27. В.В. Коломиец. Применение высокоэффективных смазочных материалов при резании http://sbornik.college.ks.ua/downloads/sbornik3_8/pdf/20.pdf.

28. Пат. 2084497 Россия, МПК С10М 173/02, С10М 173/02. Смазочно-охлаждающая жидкость для механической обработки металлов [Текст] / Шаповал Й. М., Лининская Е. Д., Куликов В. Н., Пашков М. А., Хабер Н. В., Курганский В. С., Баран М. М., (Россия); заявитель и патентообладатель военная часть 35533. № 92 5039402; заявл. 04.03.1992.

29. Пат. 2185425 Россия, МПК С10М 173/02, С10N 40/22. Смазочно-охлаждающая жидкость для механической обработки металлов [Текст] / Крюкова Г.Г., Кошель С.Г., Кошель Г.Н., Москвичев Ю.А., Грачева Н.А., Савинова Ю.А., (Россия); заявитель и патентообладатель Ярославский государственный технический университет, ООО "Реахим". № 2001104708/04; заявл. 19.02.2001; опубл. 20.07.2002 Бюл. № 20. - 5 с.

30. Пат. 2303628 Россия, МПК С10М 173/00, С10М 129/08, С10М 129/50, ІС10М 159/04, С10М 145/28, С10М 137/04. Концентрат смазочно-охлаждающей жидкости для механической обработки металлов [Текст] / Шалунов Г.П., Шалунов С.Е., Чернов Д.Г., Липатов Я. М., Григорьев В.С., (Россия); заявитель и патентообладатель ООО "Научно-техническая фирма "Техма". № 2004110251/04; заявл. 05.04.2004; опубл. 27.07.2007 Бюл. № 21. - 7 с.

31. Пат. 2133666 Россия, МПК С10М 173/02, С10N 40/22, В23Q 11/10. Новые водорастворимые рабочие жидкости для обработки металла

[Текст] / Деннис Джером Калота, Скиппи Гарольд Рэмзи, Лэрри Алан Спикард, (Россия); заявитель и патентообладатель Монсанто Компани. № 96108800/02; заявл. 07.10.1994; опубл. 27.07.1999.

32. Пат. 2621729 Россия, МПК С10М 173/00, С10N 40/22, С10М 169/04. Водорастворимый смазочный агент для обработки металлов и способ обработки металлов [Текст] / ТАКАГИ Фумиаки, ДЗИДО Ёитиро, (Россия); заявитель и патентообладатель ИДЕМИЦУ КОЗАН КО., ЛТД. № 2014124350; заявл. 15.11.2012; опубл. 07.06.2017 Бюл. № 16.

33. Пат. 2029651 Россия, МПК В22С 3/00. Концентрат смазочно-охлаждающей жидкости для литья под давлением цветных сплавов [Текст] / Барыкин Н.П., Сергеева З.В., Саенков А.Н., Харламов Ю.А., (Россия); заявитель и патентообладатель Институт проблем сверхпластичности металлов РАН . № 4842179/02; заявл. 19.06.1990; опубл. 27.02.1995.

34. Пат. 2119534 Россия, МПК С10М 173/00, С10М 133/08, С10М 129/16. Концентрат смазочно-охлаждающей жидкости для механической обработки металлов [Текст] / Пудовик С.Т., Ланцберг Н.Л., Смоленцева С.И., Хлебников В.Н., (Россия); заявитель и патентообладатель Научно-исследовательский институт по нефтепромысловой химии . № 97101703/04; заявл. 19.05.02.1997; опубл. 27.09.1998.

35. Пат. 1383779 Россия, МПК С10М 125/26, С10М 133/08, С10N 30/06. Концентрат смазочно-охлаждающей жидкости для механической обработки металлов [Текст] / Калаганов В.А., Закирова В.З., Матвеева И.Н., (Россия); заявитель Камское объединение по производству большегрузных автомобилей и патентообладатель Калаганов Виктор Анатольевич. № 4126021/04; заявл. 16.06.1986; опубл. 09.07.1995.

36. Пат. 2041252 Россия, МПК С10М 125/26, С10М 133/08, С10N 40/20. Эмульсол смазочно-охлаждающей жидкости для механической обработки металлов [Текст] / Малков Ю.К., Хлебников В.Н., Евдокимов Г.А., Ланцберг Н.Л., Хуснутдинова Р.С., Смоленцева С.И., Хазанов И.В., (Россия);

заявитель и патентообладатель Научно-исследовательский институт по нефтепромысловой химии Научно-производственного объединения по химизации технологических процессов в нефтяной промышленности "Нефтепромхим". № 5050145/04; заявл. 30.06.1992; опубл. 09.08.1995.

37. Пат. 2107715 Россия, МПК C10M 129/16, C10M 133/08, C10N 40/20. Концентрат вододисперсионной смазочно-охлаждающей жидкости для механической обработки металлов [Текст] / Сайдаков Ю.Н., Ваганов В.К., Курзанова С.З., Кузнецова М.А., Титуренко С.Г., Черемухина Л.Н., Ротермель Г.В., (Россия); заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество "Пермский завод смазок и смазочно-охлаждающих жидкостей". № 96118749/04; заявл. 20.09.1996; опубл. 27.03.1998.

38. Сошко А.И., Плоткин Я.Д., Кузнецов В.С., Шкарапата Я.Е., Максимонько. Л.Л. Полимерсодержащие смазочно-охлаждающие жидкости. – Львов: Каменяр. – 1986. – 62 с.

39. Станчук Э. А., Сошко А. И. Повышение стойкости режущего инструмента диффузионным насыщением в процессе работы. Труды Николаевского кораблестроительного института. – 1981. – № 174. – 56 с.

40. Воробьев В. А., Андрианов Р. А. Технология полимеров. – 2-е изд., перераб. – М. Высшая школа, 1980. – 303 с.: ил.

41. Цыганов В.В. Пути повышения эффективности гранульного абразивного материала трибологическими методами. Вісник ЧДТУ. Серія «Технічні науки». – 2012. – №4(61). – С.77–85.

42. Республиканская научно-техническая конференция. Тыный А.Н., Шестоपालов В.Е., Нахаев П.П., Гороповская И.Н., Ярошевич Н.П. Применение СОТС для регулирования свойств поверхностного слоя изделий при механической обработке. - 21-23 сентября 1981. - 142с.

43. Цыганов В.В. Пути повышения эффективности гранульного абразивного материала трибологическими методами // Вісник двигунобудування. – 2012. – №1 – С.186-191.

44. Е.Н.Маслов. Теория шлифования материалов. - М.: - Машиностроение. - 1974. - 320с.
45. Л.А. Паньков, Н.В.Костин. Ленточное шлифование высокопрочных материалов. - М.: - Машиностроение. - 1978. - 126с.
46. Л.А. Паньков, Н.В.Костин. Обработка инструментами из шлифовальной шкурки. - Л.: Машиностроение. - 1988. - 235с.
47. В.Н. Вerezуб. Шлифование абразивными лентами. - М.: Машиностроение. - 1972. - 103с.
48. В.Н.Латышев. Повышение эффективности СОЖ. - М.: Машиностроение. -1975. - 88с.
49. Дьяченко С.К., Столбовой С.З. Расчет и проектирование деталей машин. - Техника. - Киев. -1964.
50. Магульский А.Н. Алмазные шлифовальные ленты на бесконечном металлическом основании. - НИИ ИНФОРМ ТЯЖМАШ. -1970.