

Міністерство освіти України
Тернопільський державний технічний
університет імені Івана Пулюя

Кафедра
технології машинобудування

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з курсу
«Технологія машинобудування»

для лабораторної роботи, курсового та дипломного проектування

на тему:
«Технологія нарізання різи в отворах деталей машин»

для студентів всіх форм навчання за спеціальностями:

- 7.090202 «Технологія машинобудування»
- 7.090203 «Металорізальні верстати та системи»
- 7.050108 «Маркетинг»
- 7.050201 «Менеджмент організацій»

Тернопіль 1999

Методичні вказівки розроблені у відповідності з учбовими планами підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня - спеціаліст за спеціальностями: 7.090202 «Технології машинобудування», 7.090203 «Металорізальні верстати та системи», 7.050108 «Маркетинг» та 7.050201 «Менеджмент організацій».

Укладачі: к.т.н., доцент ГупкаБ.В.
к.т.н., ст.викл. Радик Д.Л.
к.т.н., ст.викл. Ткаченко І.Г

Рецензент: д.т.н., професор Стухляк П.Д.

Відповідальний за випуск: к.т.н., ст.викл. Радик Д.Л.

Методичні вказівки розглянуто та схвалено на засіданні кафедри технології машинобудування.

Протокол № 1 від 8.09.1998 р.

Методичні вказівки рекомендовано до друку методичною радою МТФ.
Протокол № 1 від 10.09.1998 р.

Мета роботи: Вибір режимів різання та ріжучого інструменту для нарізки різи в отворах деталей машин. Розрахунок режимів різання та вибір методу контролю різи.

1 Вихідні дані для виконання лабораторної роботи

Лабораторна робота виконується на верстатах різенарізної групи (5991, 2056) або свердлильної (2Н52, 2Н55) розміщених в лабораторії університету.

Погрібні для роботи вихідні дані про обладнання, прилади, інструмент (ріжучий та вимірювальний), матеріал, заповнюються при отриманні завдання і заносяться в звіт в такому вигляді:

Верстат, його характеристика _____

Параметри різи, які необхідно досягнути _____

2 Загальні відомості

В машинобудівному виробництві застосовують циліндричні різи - кріпильні і ходові, а також конічні різи. Основною кріпильною різзю є метрична різь трикутного профілю з кутом профілю 60° . Дюймова різь з кутом профілю 55° також є кріпильною, але вона застосовується тільки при виготовленні запчастин і ремонті старого або зарубіжного обладнання.

Ходові різи виготовляють з прямокутним і трапецеїдальним профілем; останні бувають однозахідні і багатозахідні.

Для виготовлення внутрішньої різі застосовують: різці, мітчики, розсувні мітчики, групові фрези, накатні ролики.

Той чи інший метод нарізання різі застосовується в залежності: від профілю різі, характеру і виду матеріалу виробу, обсягу виробничої програми і необхідної точності.

Внутрішню різь згідно ГОСТу виготовляють по точності - 6Н, 7Н, яка приблизно відповідає 11-12 квалітетам точності для гладких отворів. При нарізанні різі крім основного критерію - точності середнього діаметру різі, необхідно витримати в певному співвідношенні кут профілю і крок, що значно ускладнює процес нарізання різі; крім того поверхня різі повинна бути чистою і гладкою.

Нарізання різі різцями

Трикутну різь часто нарізають на токарно-гвинторізних верстатах різевими різцями, тобто різцями звичайного тилу, заточеними під необхідним кутом (60° для метричної різі і 55° для дюймової).

Одержання профілю різі забезпечується відповідним профілем різевого різця, який повинен бути заточений дуже точно, і правильною установкою різця відносно деталі, різець повинен бути розміщений строго перпендикулярно осі верстата. Крім того, передня поверхня різця повинна бути розміщена на висоті центрів верстата. При іншому її положенні різь буде нарізана з неправильним кутом.

Високі вимоги до заточування різців і збереження правильного профілю, призвели до впровадження у виробництво фасонних різевих різців - призматичних і круглих (дискових). У цих різців розміри елементів профілю різі витримуються більш точніше, ніж у звичайних, так як такі різеві різці заточуються по передній поверхні, а відшліфовані при виготовленні задні (бічні) поверхні зберігають профіль незмінним. Недоліком нарізки різі цими різцями є те, що ними можна нарізувати тільки внутрішню різь великих діаметрів ($D > 60\text{мм}$). При нарізанні різі одним різцем ріжуча крайка його внаслідок швидкого притуплення втрачає форму, тому чорнові проходи

рекомендується проводити одним різцем з менш точним профілем, а чистові — чистовим різцем.

При нарізанні різі також широко застосовуються твердосплавні різеві різці з спеціальною заточкою, яка значно підвищує режими різання, використовують для нарізання не тільки прямий, але і зворотний хід різця, застосовують автоматичні вимикачі, завдяки чому значно підвищують продуктивність праці.

Нарізання багатозахідної різі

Нарізання багатозахідної різі будь-якого профілю починають так, якби вимагалося нарізати однозахідну різь з кроком, рівним довжині ходу. Нарізавши одну гвинтову канавку на повний профіль, відводять різець на себе і, давши ходовому гвинту обернений хід, повертають супорт у початкове положення. Після цього при нерухомому ходовому гвинті, а відповідно, і нерухомому різці повертають деталь на таку частину кола, скільки заходів має різь, тобто при двозахідній - на половин оберта, при трьохзахідній - на третину оберта.

Фрезерування різі

Фрезерування внутрішньої різі широко застосовується в виробництві; воно здійснюється двома способами:

- а) дисковою фрезою;
- б) груповою фрезою.

Перший спосіб - фрезерування дисковою фрезою - застосовується при нарізанні різі з великим кроком і великим профілем. Нарізання дисковою фрезою здійснюється за один прохід, а для дуже великих різей - за два або три проходи. Профіль фрези відповідає профілю різі, вісь фрези розміщується по відношенню до осі деталі під кутом α , рівним куту нахилу різі. В залежності від конструкції верстату застосовуються симетричні і несиметричні дискові фрези. При нарізанні різі фреза обертається і має поступальний рух вздовж осі деталі, причому її переміщення за один оберт деталі точно відповідає кроку різі. Обертання деталі проходить помалу у відповідності з подачею.

Другий спосіб - фрезерування груповою фрезою - застосовується для одержання короткої різі з дрібним кроком. Групова або гребінчата фреза подібна до групи дискових фрез, зібраних на одну оправку (звідси назва "групова фреза"). Довжина фрези звичайно приймається на 2-5мм більше довжини фрезерованої різі. Фреза встановлюється паралельно осі деталі, а не під кутом, як дискова фреза. Попередньо проводять врізання фрези на глибину різі. Під час повного оберту деталі групова фреза переміщується на величину кроку різі. Фрезерування проходить за 1,2 оберта деталі; 0,2 оберти деталі необхідно для врізання фрези на глибину різі і перекриття місця врізання.

Нарізання різі мітчиками

Внутрішню різь часто нарізають мітчиками. Мітчики бувають ручні і машинні. Ручні мітчики застосовуються звичайно комплектом із двох або трьох штук. Повертання мітчика здійснюється воротками по ГОСТ22398-77 -22400-77. Машинно-ручні мітчики (ГОСТ3266-81) застосовуються для роботи головним чином на верстатах свердлильної групи. Вони бувають суцільні і гайкові, для нарізання в отворах великих діаметрів (до 300мм) - суцільні мітчики з вставними ножами або різенарізні головки з розсувними плашками.

Для нарізання гайок в спеціалізованому виробництві кріпильних деталей або при виготовленні великої кількості гайок в серійному виробництві застосовуються спеціальні верстати для нарізання гайок при допомозі зігнутого мітчика. Такий верстат має підшипник, в якому закріплений пустотілий шпindel з зігнутою трубкою; в цій трубці розміщений зігнутий мітчик, до початку роботи трубка заповнена гайками. Гайки після нарізання різі автоматично проходять крізь трубку і падають в ящик. Зігнута форма мітчика запобігає випаданню його із шпинделя.

Найбільш продуктивним є нарізання гайок на гайконарізних автоматах і напівавтоматах з кривими мітчиками (ГОСТ6951-71), закріпленими в спеціальному патроні, який складається з двох половин. Мітчик разом з направляючою втулкою закладається в одну половину патрона, після чого друга половина скріплюється болтами з першою. Від переміщення мітчик

утримується гайками, які знаходяться на його хвості. Гайки завантажуються в бункер верстата і під дією повзуна подаються до мітчика. Такі автомати виготовляються звичайно двошпindelними.

Якщо при нарізанні наскрізний прохід мітчика неможливий, необхідно вигвинтити мітчик після нарізання; для цього в багатьох револьверних і свердлильних верстатах є реверсивний пристрій. При відсутності у верстатів реверсивного пристрою застосовуються спеціальні реверсивні патрони, які мають зубчасту передачу, що перемикається на обернений хід в кінці нарізання різи.

Для усунення поломок мітчика при упорі його в дно глухого отвору, а також при перевантаженні, яке виникає внаслідок надмірної твердості матеріалу або відсутності змащування і т.д., застосовуються спеціальні запобіжні патрони, які дозволяють мітчику зупинитися при обертанні шпинделя, коли крутний момент перевищить величину, безпечну для міцності механізму.

Для нарізання внутрішньої різи на револьверних верстатах і автоматах застосовують різенарізні головки з розсувними плоскими плашками. Принцип дії цих головок схожий з принципом дії саморозкривних головок для нарізання зовнішньої різи. Як тільки нарізання різи закінчується, ріжучі плашки автоматично зсовуються, що дозволяє вивести їх з отвору, в якому нарізувалась різь.

Шліфування різи

Шліфування різи широко застосовується при виготовленні різевого інструменту, різевих калібрів, накатних роликів. Шліфують різь в основному після термічної обробки, яка часто спотворює елементи різи. Процес шліфування різи одно- і багатовитковим шліфувальним кругом аналогічний фрезеруванню відповідно дисковою або груповою фрезою.

Шліфування одновитковим кругом здійснюється при поздовжньому переміщенні деталі. Багатовиткові круги застосовують переважно при шліфуванні круга повинна бути більшою довжини шліфованої різи на 2-4 кроки

На крузі робиться кільцева різь з необхідним кроком. Шліфування проводиться по методу врізання при повздовжньому переміщенні деталі на 2-4 кроки за 2-4 оберти

Накатування внутрішньої різі

Накатування різі в отворах діаметром від 20 до 100мм проводиться накатним роликком, який вводиться в отвір заготовки і разом з нею обертається, одержуючи одночасно переміщення, напрямлене в тіло заготовки, і видавлюючи при цьому профіль різі на стінці отвору.

При накатуванні внутрішньої різі в глибоких отворах застосовується схема з осьовою подачею ролика. В цьому випадку використовується різенакатна головка з трьома накатними роликами.

Для накатування внутрішньої різі діаметром більше 100мм попередньо прорізають різь мітчиком або фрезерують на різіфрезерному верстаті, а потім накатують головкою з трьома роликами, які вгвинчуються в заготовку. В такій головці ролики мають кільцеві канавки, вісь ролика зміщена на кут підйому різі, кожний попередній ролик зміщений відносно наступного на $1/3$ кроку різі. Швидкість накатування 15-20 м/хв.

3 Визначення параметрів процесу різенарізання

Глибина різання і подача. При нарізанні різі різцями розрізняють поздовжню подачу S , рівну кроку різі P , і поперечну, яка визначає глибину різання t , рівну висоті різевого профілю, при нарізанні різі за один робочий хід або частини висоти профілю, яка відповідає кількості робочих ходів i , необхідних для утворення різі. Якщо крок різі $P \leq 2,5$, поперечна подача має радіальний напрямок s_p і утворення різі проходить по профільній схемі (рис.1а). Якщо крок різі $P > 2,5$ мм, чорнові проходи виконуються по генераторній схемі з поперечною подачею s_a , паралельно бічній стороні різевого профілю (рис. 1б), залишаючи припуск e на чистові робочі проходи, які зрізують по профільній схемі.

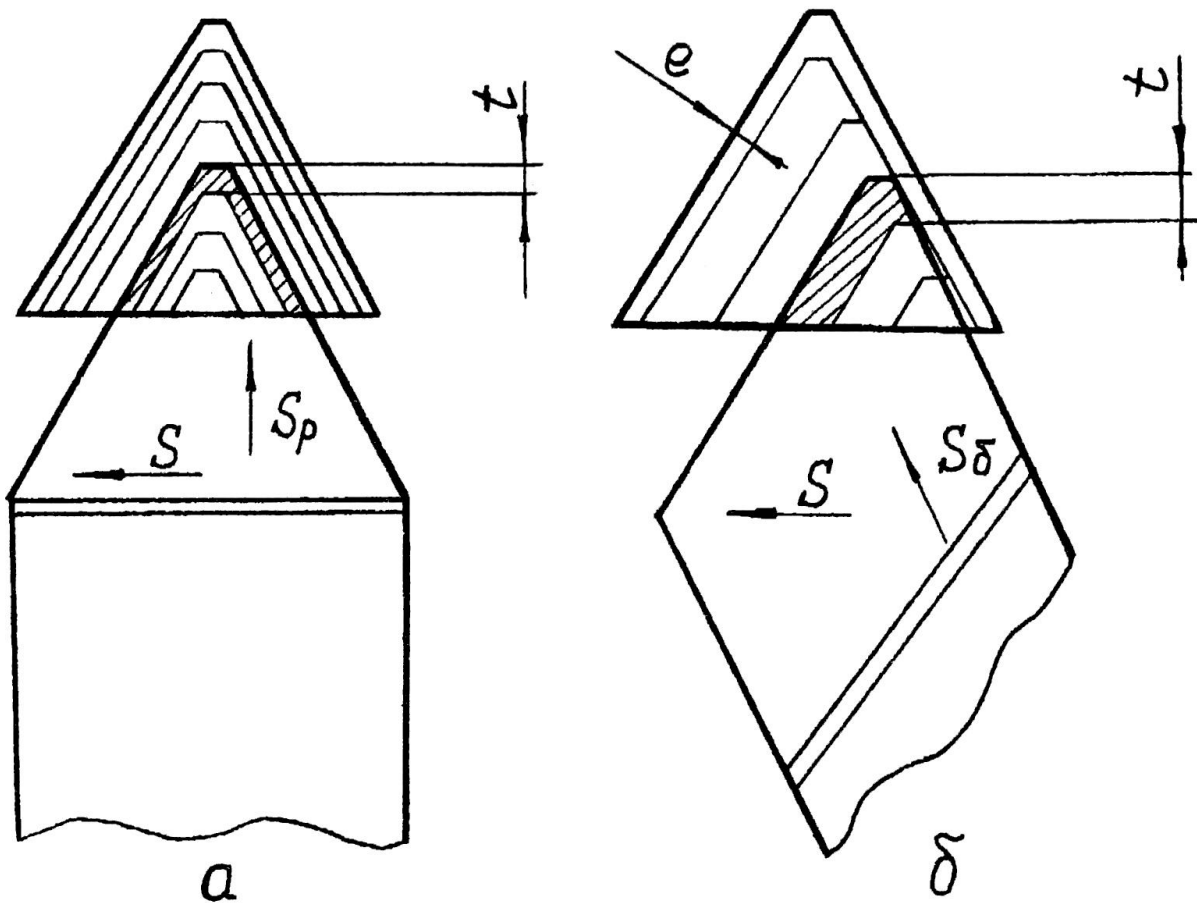


Рисунок 1 – Схема утворення різі

Кількість робочих ходів вибирається з таблиць 1 і 2.

Таблиця 1-Кількість робочих ходів при нарізанні внутрішньої метричної і трапецеїдальної по сталі різевими різцями з пластинами з твердого сплаву Т1

Крок різі Р,мм	Сталь конструкційна вуглецева і легована				Чавун			
	Різь метрична		Різь трапецеїдальна		Різь метрична		Різь трапецеїдальна	
	Кількість робочих проходів							
	чорнові	чистові	чорнові	чистові	чорнові	чистові	чорнові	чистові
1,5	4	2	-	-	-	-	-	-
2			-	-	3	-	-	
3	6		6	3	4	5	3	
4	7		7	4	6			
5	8		8	4	7			
6	9		9	6	8	4		
8	-	-	11	5	-	-	10	5
10			13	6			11	
12			15				13	
16			19				15	

5К6 та по чавуну — з пластинами з твердого сплаву ВК6

Таблиця 2-Кількість робочих ходів при нарізанні метричної і трапецеїдальної різі різцями із швидкоріжучої сталі

Крок різі Р,мм	Сталь конструкційна вуглецева		Сталь конструкційна легована і сталіні відливки		Чавун, бронза і латунь	
	Кількість робочих ходів					
	чорнові	чистові	чорнові	чистові	чорнові	чистові
Кріпильна метрична внутрішня однозахідна різь						
1,25÷1,5	5	3	6	4	5	3
1,75	6	4	8	5	6	4
2,0÷3,0	8		9			
3,5÷4,5	9	5	12	6	7	
5,0÷5,5	10		13			
6	12		16			
Трапецеїдальна внутрішня однозахідна різь						
4	13	8	15	9	10	7
6	14	10	17	11	12	8
8	17		21		14	
10	22	11	27	13	17	9
12	26		31		21	
16	35		41		27	
20	44		53		35	

Подачі на один зуб гребінчастої фрези s_z наведені в таблиці 3. Мітчики та різеві головки працюють з самоподачею.

Таблиця 3 – Подачі на один зуб гребінчастої(групової) фрези

Оброблюваний матеріал	Діаметр нарізуваної різи, мм											
	До 30			30÷50				50÷76				76
	S _z мм, при кроці нарізуваної різи Р, мм											
	До 1	1÷2	2÷3,5	До 1	1÷2	2÷4	До 1	1÷2	1÷2	2÷4	До 2	2÷4
Сталь σ _в ≤800МПа σ _в >800МПа	0,03-0,04 0,02-0,03	0,04-0,05 0,02-0,03	0,05-0,06 0,03-0,04	0,04-0,06 0,03-0,04	0,05-0,06 0,03-0,04	0,06-0,07 0,04-0,05	0,05-0,06 0,03-0,04	0,06-0,07 0,04-0,05	0,06-0,07 0,04-0,05	0,07-0,08 0,05-0,06	0,07-0,08 0,04-0,05	0,08-0,09 0,05-0,06
Чавун сірий ковкий	0,05-0,06 0,04-0,05	0,06-0,07 0,05-0,06	0,07-0,08 0,06-0,07	0,06-0,07 0,05-0,06	0,07-0,08 0,06-0,07	0,08-0,09 0,07-0,08	0,07-0,08 0,06-0,07	0,08-0,09 0,07-0,08	0,08-0,09 0,07-0,08	0,09-0,1 0,08-0,09	0,09-0,1 0,08-0,09	0,1-0,12 0,08-0,09

Швидкість різання, м/хв, при нарізанні кріпильної різі різцями з пластинами з твердого сплаву визначають за формулою:

$$v = \frac{C_v \cdot i^x}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v \quad \text{стор.295[2]},$$

а при нарізанні кріпильної і трапецеїдальної різі різцями із швидкоріжучої сталі-за формулою:

$$v = \frac{C_v \cdot i^x}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \quad \text{стор.295[2]},$$

Значення коефіцієнта C_v і показника степені вибираються з таблиці 49 стор. 296 [2].

K_v — загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання вибирається з таблиць 1-4,6 [2]

При нарізанні різі з обмеженим виходом різця (в упор) і необхідності при цьому ручного відведення різця швидкість різання, м/хв, зменшують, розраховуючи її за формулою:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot f}{1000 \cdot \tau \cdot P} \quad \text{стор.297[2]}$$

де D - номінальний діаметр різі, мм;

f - ширина виточки для виходу різця, мм,

P - крок різі. мм.

τ - час на відведення різця і переключення верстата на обернений хід, що дорівнює 0,01-0,04хв.

Швидкість різання, м/хв при нарізанні метричної різі мітчиками та різевими головками визначають за формулою:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v \quad \text{стор. 297 [2]},$$

а при нарізанні різевими гребінчастими фрезами — за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot S_z^x \cdot S^y} \cdot K_v \quad \text{стор. 297 [2]},$$

Сила різання та крутний момент

Тангенціальну складову сили різання, N при нарізанні різі різцями визначають за формулою:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_P \cdot P^Y}{i^n} \cdot K_P \quad \text{стор.297[2]},$$

Крутний момент, $N \cdot m$ при нарізанні різі мітчиками та різевими головками — за формулою:

$$P_Z = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot P^Y \cdot K_P \quad \text{стор.297[2]},$$

де P - крок різі, мм,

i - кількість робочих проходів,

D - номінальний діаметр різі, мм;

C_M, C_P - показники степені з таблиці 51 стор.298 [2].

Потужність, кВт, при нарізанні різі різцями визначають за формулою:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad \text{стор.297[2]},$$

мітчиками і різевими головками — за формулою:

$$N = \frac{M \cdot n}{975} \quad \text{стор.297[2]}.$$

4 Методи контролю різі

Точність нарізної поверхні залежить від точності наступних основних елементів різі:

- кут профілю різі;
- крок різі;
- середній діаметр різі;
- зовнішній діаметр різі;
- внутрішній діаметр різі.

Основним критерієм є точність різі по середньому діаметру. Точність всіх цих елементів повинна бути дотримана не тільки у відношенні величини, але і у відношенні до взаємозв'язку між собою.

Контроль внутрішньої різі деталей проводиться граничними різевими пробками. Для менш точного визначення кроку різі застосовують різеві шаблони. Перевірка різевих калібрів проводиться по елементах різі. Дуже поширеним інструментом для перевірки середнього діаметру є різевий мікрометр, який має спеціальні наконечники.

Для перевірки середнього діаметра застосовується також нутромір (типу НМ, НМЦ) з вимірювальними головками. Для цього на нижню частину трубки нутроміра надівається різева пробка, в якій розміщені сферичні вставки, розсувними корпусом, який зв'язаний через шток нутроміра з вимірювальною головкою.

Середній діаметр внутрішньої різі більше 18мм можна заміряти за допомогою спеціального пристрою, встановленого на столі універсального приладу, наприклад горизонтального оптиметра. На стіл горизонтального оптиметра (рис.2) встановлюють круглий столик 1, на якому розміщуються спеціальні боковички 3 і 4. Під один із боковичків підкладають блок кінцевих мір 5. розмір якого рівний половині кроку вимірюваної різі $P/2$. Боковички 3 і 4 збирають в державці. Між боковичками розміщують блок 2 кінцевих мір, розмір M якого визначають за формулою:

$$M = D_2 + H - (a + b)$$

де D_2 - середній діаметр різі;

H - висота різі;

a і b - постійні, числові значення, яких нанесені на боковичках.

На оптиметр надівають скоби з шаровими сферичними наконечниками в відповідності з параметрами різі, тобто відповідаючими найвигіднішому діаметру дротиків. Наконечники вводяться в розрізи боковичків, і відліковий

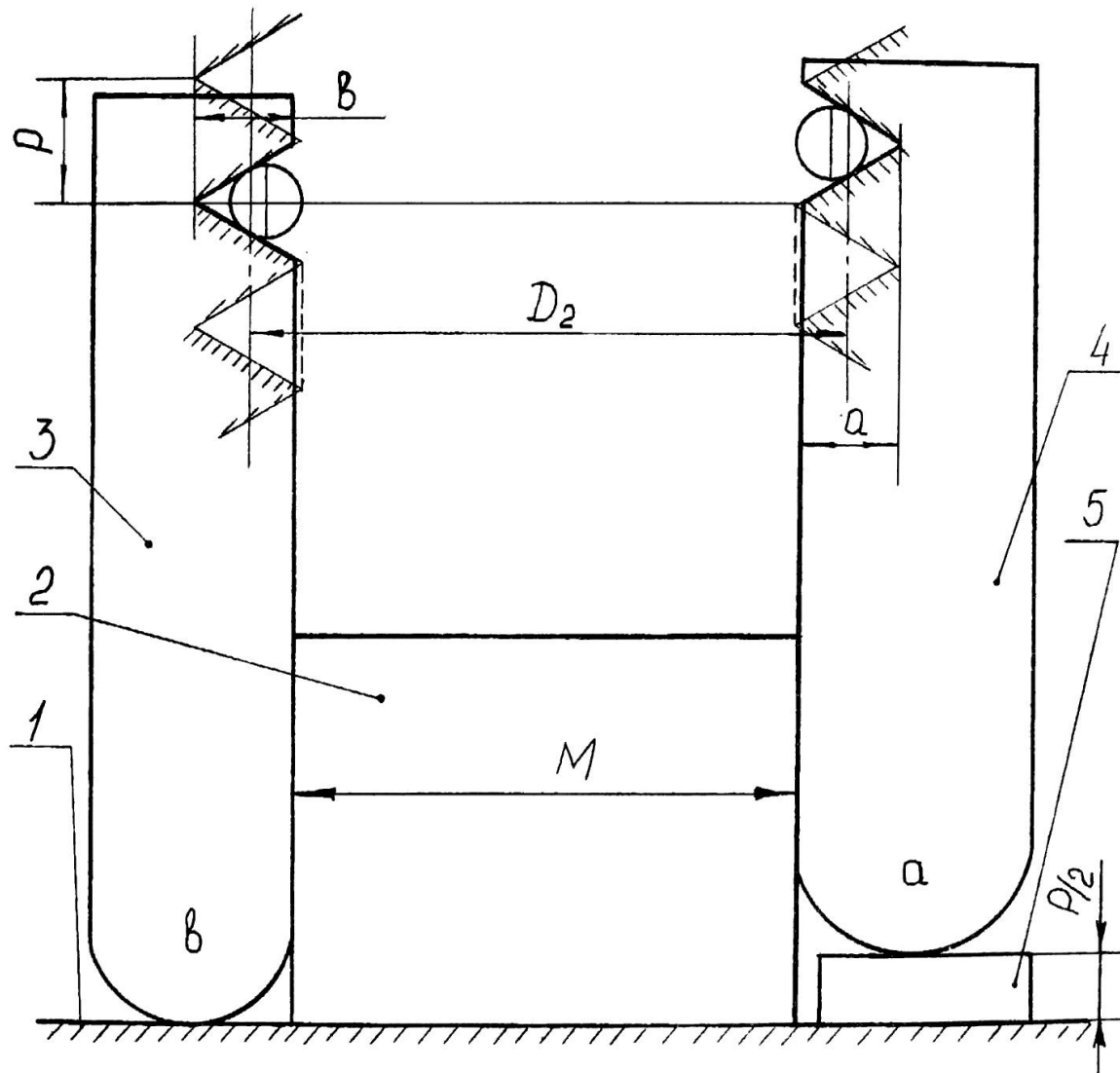


Рисунок 2 – Схема контролю різі за допомогою горизонтального оптиметра

пристрій приладу встановлюють на нуль. Потім на столику 1 розміщують деталь таким чином, щоб вісь різі була перпендикулярна до лінії виміру.

Наконечники вводять в впадини різі і по шкалі відповідного пристрою визначають відхилення середнього діаметру різі від його номіналу.

Параметри номіналу внутрішньої різі вимірюють по відливках. Відливки виконуються із сірки та легкоплавких сплавів, відбитки — із гіпсу.

5 Порядок виконання роботи

1. По заданому діаметру різі, та шорсткої поверхні підібрати необхідний метод нарізки різі та ріжучий інструмент.
2. Призначити по нормативах [2] режими різання (n) і встановити на верстаті.
3. Встановити і закріпити заготовку і інструмент.
4. Нарізати різь.
5. Вибраним вимірювальним інструментом проконтролювати різь.
6. Обчислити силові характеристики для даної різі.
7. Результат обчислень занести в таблицю:

Нарізувана різь, мм	Режим різання					Силові характеристики			Ріжучий інструмент	Вимірювальний інструмент
	L, мм	t, мм	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	P_z , Н	\dot{i}_{ep} , Н·м	N, кВт		

8. Оформити звіт по лабораторній роботі.

Зміст звіту

1. Назва і мета роботи.
2. Вихідні дані, характеристика обладнання.
3. Вибір ріжучого та вимірювального інструменту.
4. Вибір режимів різання.
5. Розрахунок силових характеристик.
6. Висновок

Питання для самопідготовки

1. Основні види різей.
2. Точність та жорсткість різі.
3. Нарізка різі різцями, її характеристика.
4. Види різців для обробки внутрішньої різі та їх характеристика.
5. Нарізка багатозахідної різі та її характеристика.
6. Фрезерування різі та його характеристика.
7. Типи фрез для нарізки різі.
8. Нарізка різі мітчиками.
9. Типи мітчиків для нарізки різі.
10. Шліфування різі та його характеристика.
11. Накатування різі та його характеристика.
12. Інструмент для накатування різі.
13. Основні силові характеристики при нарізці різі.
14. Методи контролю різі.

Перелік посилань

1. Егоров М.Е., Дементьев В.Ч., Дмитриев В.Л. "Технология машиностроения.- М.: Высшая школа, 1976.-534с.
2. Справочник технолога-машиностроителя: В 2-х Т. Т2. / Под.ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.- М.:Машиностроение, 1985.- 496 с.
3. Точность и производственный контроль в машиностроении: Под.ред. А.К. Кутая, Б.М. Сорочкина -Л.:Машиностроение 1983.- 352с.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя:В 3-х Т. Т .1.- М. Машиностроение, 1980.-728с.

Зміст

Мета роботи

1. Вихідні дані для виконання роботи
2. Загальні відомості:
 - нарізання різі різцями
 - нарізання багатопрохідної різі
 - фрезерування різі
 - нарізання різі мітчиками
 - шліфування різі
 - накатування різі
3. Рекомендації по визначенню силових характеристик
4. Вибір методу контролю різі
5. Порядок виконання роботи
6. Зміст звіту
7. Питання для самопідготовки