

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ШВИДКІСНОГО ПРОТЯГУВАННЯ НА ШОРСТКІСТЬ ОБРОБЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ

О. З. Двірна, асистент;

О. П. Шумілов, проф.

Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв

Анотація. Розроблено методику та обґрунтовано доцільність застосування процесу стругання з використанням різця спеціальної конструкції в дослідженнях залежності шорсткості обробленої поверхні від технологічних умов протягування у широкому діапазоні швидкостей різання.

Ключові слова: стругальний різець, модель протягування, шорсткість, оброблена поверхня, жароміцна сталь.

Аннотация. Разработана методика и обоснована целесообразность применения процесса строгания с использованием резца специальной конструкции в исследованиях зависимости шероховатости обработанной поверхности от технологических условий протягивания в широком диапазоне скоростей резания.

Ключевые слова: строгальный резец, модель протягивания, шероховатость, обработанная поверхность, жаропрочная сталь.

Abstract. Methodology is developed and expediency is grounded as for application of planing process with the use of a specific cutting tool in the researches of the dependence of machined surface roughness from the technological conditions of broaching in a wide range of cutting speeds.

Keywords: cutting tool, model of broaching, roughness, machined surface, heat-resisting steel.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

У роботі [2] авторами була запропонована спеціальна конструкція стругального різця, яка може бути використана для дослідження впливу підвищених швидкостей різання на шорсткість обробленої поверхні.

Для обґрунтування доцільності такого способу дослідження необхідно провести порівняльний аналіз процесів стругання і протягування та експериментально підтвердити можливість використання стругального різця як моделі елемента протяжки.

МЕТА СТАТТІ — обґрунтувати доцільність застосування процесу стругання з використанням різця спеціальної конструкції в дослідженнях залежності шорсткості обробленої поверхні від технологічних умов протягування у широкому діапазоні швидкостей різання.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Для встановлення можливості застосування процесу стругання як моделі протягування порівняємо ці два процеси.

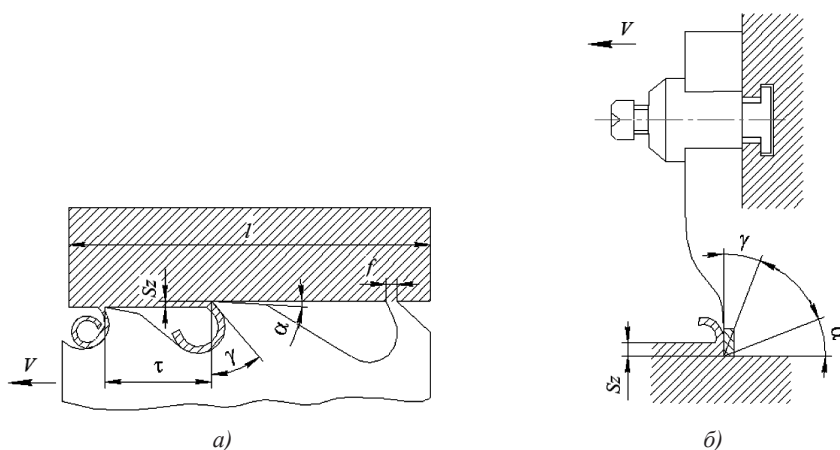


Рис. 1. Елементи і геометрія зубців протяжки (а) і різця (б)

Усі досліди з протягування проводились на горизонтально-протяжному верстаті 7Б57, а стругання — на поперечно-стругальному верстаті 7А33, тому кінематичні схеми стругання та протягування є абсолютно ідентичними. Розташування різальної кромки леза щодо напрямку головного руху різання в обох випадках прямокутне. Геометрія різального елемента стругального різця повністю збігається з геометрією протяжки, оскільки являє собою один з її зубців.

Відмінність процесу стругання полягає лише в деякому спрощенні умов стружкоутворення (процес вільного різання). Деформований шару, що зрізується при цьому, є плоским, тобто деформація відбувається в площинах, паралельних одна одній, і всі елементарні об'єми зрізаного шару можуть вільно переміщатись в паралельних напрямках.

На думку професора Вульфа А.М. [1], роботу протягування можна уподібнити до роботи ряду стругальних різців, зміщених відносно один одного на невелику величину, яка називається підйомом (подачею на зуб) і визначає товщину шару металу, що знімається кожним зубом (рис. 1).

Кількість подвійних ходів стругального різця відповідає кількості зубців

протяжки. При протягуванні в роботі знаходився лише один зуб. Для цього було вирізано електроіскровим методом декілька зубців протяжки, тобто збільшено крок протяжки. Він дорівнював ширині зразка з урахуванням вильоту та перебігу.

Практичне підтвердження доцільності заміни процесу протягування струганням при дослідженні параметрів якості обробленої поверхні ґрунтується на експериментальних дослідах. Для цього було вдосконалено конструкцію стругального різця (рис. 2), сплановано [3] та поставлено повний факторний експеримент виду ПФЕ = 2^4 (табл. 1).

На стругальному та протяжному верстатах виконувалась обробка однакових зразків при ідентичних режимах різання. Порядок проведення експериментів установлювався виходячи з принципів мінімізації часу на переустановлення зразків та інструменту, переналадження верстатів.

Оброблена поверхня зразків здебільшого являла собою поверхню з неоднорідно розподіленою шорсткістю. Тому спочатку вона фотографувалася із 20-кратним збільшенням на фотомікроскопі відображеного світла НЕОРНОТ 21, а її зображення виводилося на монітор ПК для виявлення зон характерної шорсткості (рис. 3).

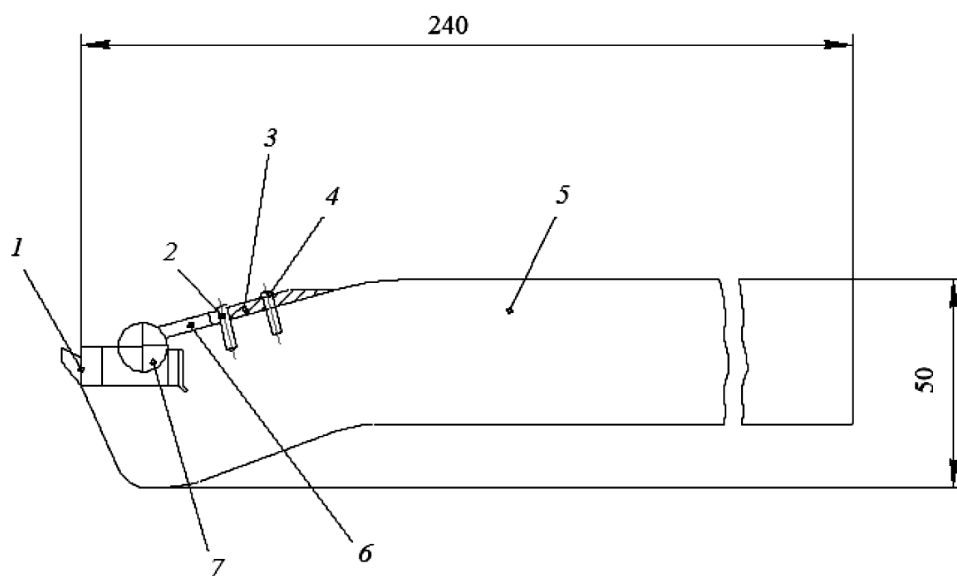


Рис. 2. Експериментальний стругальний різець: 1 — різальний елемент; 2 — штифт; 3 — фіксуюча пластина; 4 — гвинт; 5 — тримач; 6 — підпора; 7 — циліндричний валець

Таблиця 1. Матриця планування експерименту 2⁴

| Номер досліджу | X1 | X2 | X3 | X4 | V, м/хв | S, мм/зуб | γ, град | HRC |
|----------------|----|----|----|----|---------|-----------|---------|---------|
| 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 2,3 | 0,05 | 20 | 30...32 |
| 2 | +1 | -1 | -1 | -1 | 3,0 | 0,05 | 20 | 30...32 |
| 3 | -1 | +1 | -1 | -1 | 2,3 | 0,10 | 20 | 30...32 |
| 4 | +1 | +1 | -1 | -1 | 3,0 | 0,10 | 20 | 30...32 |
| 5 | -1 | -1 | +1 | -1 | 2,3 | 0,05 | 27 | 30...32 |
| 6 | +1 | -1 | +1 | -1 | 3,0 | 0,05 | 27 | 30...32 |
| 7 | -1 | +1 | +1 | -1 | 2,3 | 0,10 | 27 | 30...32 |
| 8 | +1 | +1 | +1 | -1 | 3,0 | 0,10 | 27 | 30...32 |
| 9 | -1 | -1 | -1 | +1 | 2,3 | 0,05 | 20 | 40...42 |
| 10 | +1 | -1 | -1 | +1 | 3,0 | 0,05 | 20 | 40...42 |
| 11 | -1 | +1 | -1 | +1 | 2,3 | 0,10 | 20 | 40...42 |
| 12 | +1 | +1 | -1 | +1 | 3,0 | 0,10 | 20 | 40...42 |
| 13 | -1 | -1 | +1 | +1 | 2,3 | 0,05 | 27 | 40...42 |
| 14 | +1 | -1 | +1 | +1 | 3,0 | 0,05 | 27 | 40...42 |
| 15 | -1 | +1 | +1 | +1 | 2,3 | 0,10 | 27 | 40...42 |
| 16 | +1 | +1 | +1 | +1 | 3,0 | 0,10 | 27 | 40...42 |

Після чого вимірювалася шорсткість обробленої поверхні у виділених зонах у повздовжньому напрямку по п'яти точках з використанням шупового приладу — електронного профілометра

моделі 296 з відсичкою 0,8 та довжиною траси 3...6 мм (рис. 4).

Результати вимірювання шорсткості поверхонь зразків, оброблених методами стругання та протягування, зведені



Рис. 3. Фіксація та дослідження обробленої поверхні

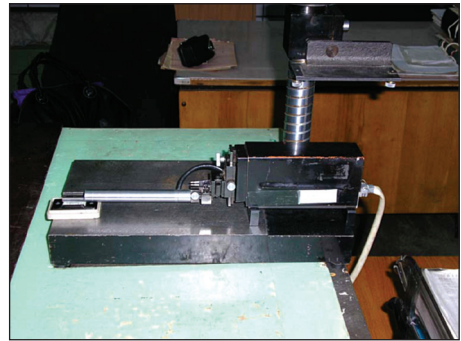


Рис. 4. Вимірювання шорсткості поверхні на профілометрі

Таблиця 2. Результати дослідів (стругання)

| Номер досліді | $V_s, \text{м/хв}$ | $S, \text{мм/зуб}$ | $\gamma, \text{град}$ | HRC | Ra_1 | $Ra_{\text{сеп1}}$ | Ra_2 | $Ra_{\text{сеп2}}$ | $Ra_{\text{сеп}}$ |
|---------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----|------------------|--------------------|------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 2,3 | 0,05 | 20 | 32 | 3,11; 3,08; 3,68 | 3,53 | 2,61; 2,87; 2,95 | 2,81 | 3,17 |
| 2 | 3,0 | 0,05 | 20 | 32 | 2,09; 2,18; 2,02 | 2,10 | 2,05; 2,17; 2,08 | 2,10 | 2,10 |
| 3 | 2,3 | 0,10 | 20 | 32 | 2,96; 3,60; 2,79 | 3,12 | 2,80; 2,53; 2,92 | 2,75 | 2,94 |
| 4 | 3,0 | 0,10 | 20 | 32 | 2,50; 2,44; 2,12 | 2,35 | 2,55; 2,57; 2,80 | 2,64 | 2,50 |
| 5 | 2,3 | 0,05 | 27 | 32 | 3,12; 2,80; 2,89 | 2,93 | 2,44; 2,27; 2,46 | 2,39 | 2,66 |
| 6 | 3,0 | 0,05 | 27 | 32 | 2,19; 2,20; 2,70 | 2,36 | 1,85; 1,56; 2,23 | 1,88 | 2,12 |
| 7 | 2,3 | 0,10 | 27 | 32 | 2,73; 3,26; 2,44 | 2,81 | 2,37; 2,50; 2,55 | 2,47 | 2,64 |
| 8 | 3,0 | 0,10 | 27 | 32 | 1,67; 1,79; 2,39 | 1,95 | 1,54; 1,54; 2,09 | 1,72 | 1,84 |
| 9 | 2,3 | 0,05 | 20 | 40 | 1,62; 1,26; 1,71 | 1,53 | 1,88; 2,07; 2,04 | 2,00 | 1,76 |
| 10 | 3,0 | 0,05 | 20 | 40 | 2,25; 2,13; 1,44 | 1,94 | 1,19; 1,89; 1,24 | 1,44 | 1,69 |
| 11 | 2,3 | 0,10 | 20 | 40 | 1,70; 1,23; 1,45 | 1,46 | 1,87; 2,00; 1,98 | 1,95 | 1,70 |
| 12 | 3,0 | 0,10 | 20 | 40 | 1,98; 1,35; 2,00 | 1,78 | 1,34; 1,94; 1,71 | 1,66 | 1,72 |
| 13 | 2,3 | 0,05 | 27 | 40 | 1,57; 1,57; 2,00 | 1,71 | 1,49; 1,51; 1,77 | 1,59 | 1,65 |
| 14 | 3,0 | 0,05 | 27 | 40 | 1,18; 0,86; 0,78 | 0,94 | 1,38; 1,41; 1,76 | 1,52 | 1,23 |
| 15 | 2,3 | 0,10 | 27 | 40 | 1,48; 1,62; 1,90 | 1,67 | 1,29; 1,50; 1,85 | 1,55 | 1,61 |
| 16 | 3,0 | 0,10 | 27 | 40 | 1,39; 1,45; 1,50 | 1,45 | 1,20; 1,63; 1,90 | 1,58 | 1,52 |

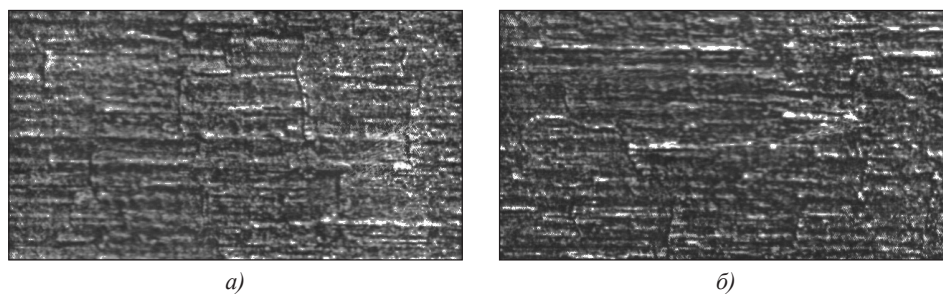


Рис. 5. Фото суміжних зразків при 20-кратному збільшенні матеріал – ЭП517-Ш; $V = 3$ м/хв; $S = 0,05$ мм/зуб; $\gamma = 20^\circ$: а) $Ra = 1,42$ мкм при протягуванні; б) $Ra = 1,69$ мкм при струганні

Таблиця 3. Результати дослідів (протягування)

| Номер досліду | V , м/хв | S , мм/зуб | γ , град | HRC | Ra_1 | $Ra_{ср1}$ | Ra_2 | $Ra_{ср2}$ | $Ra_{ср}$ |
|---------------|------------|--------------|-----------------|-----|------------------|------------|------------------|------------|-----------|
| 1 | 2,3 | 0,05 | 20 | 32 | 2,56; 2,43; 2,00 | 2,33 | 2,34; 2,58; 2,60 | 2,50 | 2,42 |
| 2 | 3,0 | 0,05 | 20 | 32 | 2,09; 2,29; 2,04 | 2,14 | 1,98; 2,01; 1,75 | 1,91 | 2,03 |
| 3 | 2,3 | 0,10 | 20 | 32 | 2,58; 2,15; 1,26 | 2,00 | 2,07; 2,19; 2,00 | 2,09 | 2,05 |
| 4 | 3,0 | 0,10 | 20 | 32 | 2,26; 2,18; 1,68 | 2,04 | 1,95; 2,04; 1,73 | 1,90 | 1,97 |
| 5 | 2,3 | 0,05 | 27 | 32 | 2,01; 2,15; 1,89 | 2,02 | 1,68; 1,77; 1,85 | 1,77 | 1,90 |
| 6 | 3,0 | 0,05 | 27 | 32 | 2,18; 1,94; 2,00 | 2,04 | 1,49; 1,67; 1,34 | 1,49 | 1,77 |
| 7 | 2,3 | 0,10 | 27 | 32 | 1,72; 2,04; 1,57 | 1,78 | 1,65; 2,09; 2,09 | 1,94 | 1,86 |
| 8 | 3,0 | 0,10 | 27 | 32 | 1,55; 1,84; 1,40 | 1,60 | 1,64; 1,33; 1,79 | 1,59 | 1,60 |
| 9 | 2,3 | 0,05 | 20 | 40 | 1,57; 2,04; 1,65 | 1,75 | 1,26; 1,48; 1,72 | 1,49 | 1,60 |
| 10 | 3,0 | 0,05 | 20 | 40 | 1,42; 1,87; 1,07 | 1,45 | 1,37; 1,31; 1,49 | 1,39 | 1,42 |
| 11 | 2,3 | 0,10 | 20 | 40 | 1,73; 1,45; 1,44 | 1,54 | 1,31; 1,87; 1,32 | 1,50 | 1,52 |
| 12 | 3,0 | 0,10 | 20 | 40 | 1,18; 1,24; 0,98 | 1,13 | 0,81; 1,22; 1,33 | 1,12 | 1,13 |
| 13 | 2,3 | 0,05 | 27 | 40 | 0,97; 1,24; 0,88 | 1,03 | 0,98; 1,18; 0,96 | 1,04 | 1,04 |
| 14 | 3,0 | 0,05 | 27 | 40 | 1,02; 0,76; 0,89 | 0,88 | 0,94; 0,93; 1,31 | 1,06 | 0,97 |
| 15 | 2,3 | 0,10 | 27 | 40 | 0,95; 0,96; 0,90 | 0,94 | 1,09; 0,87; 0,94 | 0,97 | 0,96 |
| 16 | 3,0 | 0,10 | 27 | 40 | 0,97; 0,75; 0,87 | 0,86 | 0,98; 0,79; 0,99 | 0,92 | 0,89 |

в табл. 2, 3 відповідно. Для візуальної оцінки характеру розповсюдження шорсткості на обробленій поверхні були зроблені фото суміжних (при однакових умовах обробки) зразків (рис. 5).

ВИСНОВКИ

На всіх суміжних зразках рівень шорсткості поверхні, обробленої методом протягування, трохи нижчий у порівнянні зі зразками, отриманими методом стругання. Це пояснюється тим, що технологічна оброблювальна система протяжного верстата більш жорстка. Середнє відхилення дослідів при різних видах обробки не перевищує 23,5%, що для показників такої статистично

нестабільної величини, як шорсткість поверхні, є дуже гарним показником. В обох випадках спостерігаються однакові закономірності. Наприклад, шорсткість зменшується при підвищенні твердості зразків та швидкості різання у випадках застосування інструменту з переднім кутом 27° . Текстура та виявлені дефекти на обробленій поверхні ідентичні. Отже, стругання з використанням різця спеціальної конструкції може бути використано як модель протягування з передбаченим відхиленням числових результатів не більше 23,5 % при повному збереженні основних закономірностей формування шорсткості обробленої поверхні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] **Вульф, А.М.** Резание металлов [Текст] / А. М. Вульф. — Л. : Машиностроение, 1973. — 495 с.
- [2] **Двирная, О.З.** Определение параметров качества обработанной поверхности при протягивании жаропрочных материалов [Текст] / О. З. Двирная, А. П. Шумилов, Ю. И. Частовский // Наукові праці : науково-методичний журнал. — Т. 85. Вип. 72. Техногенна безпека. — Миколаїв : Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2008. — С. 35–37.
- [3] **Пальчевський, Б.О.** Дослідження технологічних систем (моделювання, проектування, оптимізація) [Текст] : навч. пос. / О. Б. Пальчевський. — Л. : Світ, 2001. — 232 с.