

УДК 621.91-941

Біланенко В.Г, канд. техн. наук, доцент,
Національний технічний університет України «КПІ ім. І Сікорського», victor_bilanenko@ukr.net

ПРОЕКТУВАННЯ ЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОБРОБЛЕННЯ РІЗАННЯМ

Сучасне машинобудівне виробництво базується на переважному застосуванні верстатів з ЧПУ та багатоцільових верстатів на їх основі. Конструкції таких верстатів, системи управління процесами оброблення, використанням сучасного інструментального забезпечення значно розширюють можливості технологічної обробляючої системи (ТОС) і дозволяють реалізовувати нові технологічні прийоми оброблення, оброблення за складними траєкторіями переміщення різальних інструментів та реалізацію нових сучасних стратегій оброблення.

Вдосконалення загальних закономірностей проектування технологічних процесів оброблення різанням з урахуванням можливостей сучасного верстатного обладнання, забезпечення їх надійності, підвищення продуктивності процесів оброблення різанням, зменшення тривалості технологічного підготовлення виробництва є актуальною проблемою сучасного машинобудівного виробництва.

Проектування операційного технологічного процесу оброблення є комплексним завданням і передбачає послідовне вирішення наступних типових технологічних завдань:

- проектування змісту технологічних операцій (послідовності виконання технологічних переходів);
- визначення загальних припусків для кожної обробної поверхні та припусків для виконання кожного технологічного переходу оброблення всіх обробних поверхонь деталі;
- визначення режимів різання для виконання кожного технологічного переходу.

Кожна технологічна операція або етап оброблення, які реалізуються в певній ТОС повинні забезпечувати підвищення точності розмірів, точності форми поверхні, геометричних та фізико-механічних характеристик поверхневих шарів, ступінь зміни яких можна узагальнено характеризувати коефіцієнтом уточнення. За результатами виробничого досвіду машинобудівного виробництва встановлені такі середні значення коефіцієнтів уточнення: для попереднього чорнового оброблення заготовок $K_y = (5-7)$, що буде в середньому забезпечувати точність розмірів оброблених поверхонь в діапазоні (IT14-IT12); для попереднього напівчистового оброблення $K_y = (3-4)$, відповідно, точність оброблення поверхонь (IT11-IT10); для чистового оброблення $K_y = (2-3)$, відповідно, точність оброблення поверхонь (IT9-IT8); для завершального (викінчувального) оброблення $K_y = (1,5-2,0)$, відповідно, точність оброблення поверхонь (IT6-IT7).

Формування технологічної обробляючої системи для реалізації кожної технологічної операції є багатоваріантним завданням, яке обов'язково потребує оптимізації рішень, які приймаються, за певними критеріями оптимізації. Дослідженнями сучасних технологічних операцій оброблення різанням визначено, що на сьогодні основним критерієм їх оптимізації є продуктивність оброблення, при досягненні якої практично забезпечуються і мінімальні витрати на оброблення. Встановлено, що зменшення витрат на різальні інструменти на 30% зменшує витрати на оброблення лише на 1%. Підвищення стійкості різального інструменту на 50% зменшує витрати на оброблення також на 1%. А зростання продуктивності оброблення на 20% (зменшення основного часу оброблення) забезпечує зменшення витрат на оброблення на 15%.

Тому при визначенні режимів різання для верстатів з ЧПУ критерієм оптимізації є найбільша продуктивність оброблення, яка забезпечується розрахунком оптимальних

умов оброблення: глибини різання h , мм, подачі інструмента S_0 або S_z та швидкості різання за характеристиками різального інструменту $[V_i]$ та потужністю двигуна головного приводу верстату $[V_g]$.

Визначення величини кожного елементу режиму різання потребує аналізу особливостей виду оброблення різанням та його кінематичної схеми. Для заданих умов оброблення, необхідно визначити систему технічних обмежень, які повинні враховувати характеристики оброблюваної заготовки, різального інструменту та верстату. За такими обмеженнями визначають величину граничної головної складової сили різання P_z , що допускається елементами ТОС для заданих умов оброблення. Глибина різання, для кожного технологічного переходу, визначається за результатами визначення припусків для даного етапу оброблення. Головна складова сили різання P_z визначається фізико-механічними характеристиками оброблюваного матеріалу та перерізом шару, що зрізується та її величину можна визначити за формулою:

$$P_z = p \cdot f = p \cdot a \cdot b = p \cdot h \cdot S_0 \quad (1)$$

де p – питома сила різання, МПа;

a – товщина шару, що зрізується, мм/об;

b – ширина шару, що зрізується, мм,

h – глибина різання, мм;

S_0 – подача, мм/об.

Питома сила різання для заданих умов оброблення розраховується за формулою:

$$p = (1 - 0,01 \cdot \gamma) \cdot p_c / a_{max}^m = (1 - 0,01 \cdot \gamma) \cdot p_c / (S_0 \cdot \sin\varphi)^m \quad (2)$$

де γ – передній кут інструменту, град;

p_c – одинична питома сила для даної групи конструкційних матеріалів, МПа;

a – товщина шару, що зрізується, м.

Величина подачі за таких умов обмежень визначається за формулою:

$$[S_0] = \left\{ \frac{[P_z]}{(1 - 0,01 \cdot \gamma) \cdot p_c \cdot h \cdot (\sin\varphi)^m} \right\}^{\frac{1}{1+m}}, \text{ мм/об} \quad (3)$$

Зменшення вартості оброблення деталей машин при застосуванні сучасних верстатів з ЧПУ, в першу чергу, досягається за рахунок підвищення продуктивності оброблення. Ефективні умови використання верстатів з ЧПУ характеризуються повним використанням потужності двигуна головного приводу верстату, що визначається співвідношенням:

$$N_p \leq N_g \quad (4)$$

де N_p – потужність різання, Вт;

N_g – ефективна потужність двигуна головного приводу верстату, Вт.

Потужність різання визначається за загальними формулами:

$$N_p = P_z \cdot V \quad N_p = M \cdot \omega \quad (5)$$

де P_z – головна складова сили різання, Н;

V – швидкість різання, м/с;

M – крутний момент, Н·м;

ω – кутова швидкість, рад/с.

Відповідно, за співвідношенням (4) можна визначити швидкість різання, яка допускається двигуном головного приводу верстату за формулою:

$$V_{\text{e}}^{-} = \frac{N_{\text{д}} \cdot 10^3 \cdot n \cdot K_n}{P_z}, \text{ м/с} \quad (6)$$

де N_z – потужність двигуна головного приводу верстату, кВт;
 n – коефіцієнт корисної дії кінематичної ланки головного руху різання;
 K_n – коефіцієнт, допустимого короточасного перевантаження двигуна;
 P_z – головна складова сили різання, Н.

Характеристики різального інструменту повинні забезпечувати швидкість різання, яка буде максимально близькою до визначеної швидкості різання $k = \frac{V_{\text{e}}^{-}}{V_{\text{i}}^{-}} \rightarrow 1,0$.

Волох В.И., аспірант

Буря А. И. канд. техн. наук, професор

Днепропетровский государственный технический университет, г. Каменское, aliha2004@ukr.net

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СТРУКТУРУ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА СТАЛЕЙ

При термической обработке (нагреве сталей) происходит внутреннее изменение микроструктуры сталей, в результате изделие приобретает определённые магнитные и физико-механические свойства.

Коэрцитивная сила отражает интегральные свойства ферромагнетика и характеризует общую устойчивость к внешним температурным воздействиям. Учитывая это, цель работы заключалась в оценке влияния структуры сталей 3пс; St37; 09Г2С на их магнитное состояние H_c , после нагрева образцов.

Для исследований из горячекатаного уголка были вырезаны образцы размером 90 x 40 x 5 мм из сталей, химический состав которых представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав исследуемых сталей

| Марка стали | C | Mn | Si | S | P | Cr | Ni | Cu | Al |
|-------------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|-------|
| 09Г2С | 0,08 | 1,58 | 0,63 | 0,018 | 0,028 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,018 |
| St37 | 0,17 | 0,53 | 0,19 | 0,016 | 0,030 | 0,05 | 0,03 | 0,06 | 0,023 |
| 3пс | 0,15 | 0,47 | 0,21 | 0,018 | 0,010 | 0,04 | 0,02 | 0,01 | 0,034 |

Для изменения структуры образцы сталей нагревали до 750°C, выдерживали 1 и 5 часов. Для фиксации полученной структуры образцы после окончания нагрева охлаждали в воде. Измерения коэрцитивной силы H_c и твердости НВ каждого из этих образцов, представлены в таблице 2

Таблица 2 – Свойства образцов после нагрева, при разной выдержке

| № п/п | До нагрева | | Нагрев при 750°C, | | | |
|-----------|------------|--------|-------------------|--------|------------------|--------|
| | | | выдержка 1 час | | выдержка 5 часов | |
| | H_c | НВ | H_c | НВ | H_c | НВ |
| Сталь 3пс | 3,5 | 125 | 4,71 | 166,85 | 4,0 | 140,3 |
| St37 | 3,42 | 100,71 | 5,01 | 143,5 | 4,57 | 137,4 |
| 09Г2С | 3,45 | 121,37 | 6,86 | 166 | 6,61 | 136,33 |