

Рекомендації щодо застосування фрез для ЧПУ виробництва Belin та ONSRUD (США)

складені на підставі офіційного
каталогу продукції компанії Belin .Y та Onsrud

Склав: Чухрай Дмитро

2015 (редакція 2025)

Вибір інструменту, матеріал інструменту.

Твердосплавні (твердий карбід): цей матеріал забезпечує відмінну міцність та тривалий термін служби інструменту.

З твердосплавними ріжучими пластинами на кінцях: поєднують зносостійкість карбіду і пластичність корпусу зі швидкорізальної сталі.

Швидкорізальна сталь (HSS): цей матеріал забезпечує міцний корпус інструменту та гостру ріжучу кромку.

Геометрія ріжучих кромок.

Пряма ріжуча кромка: забезпечує нейтральне зусилля різання з найвищою силою.

Кромка з видаленням стружки вгору (лівосторонні): забезпечують найкращу обробку поверхні та гарне видалення стружки. Може викликати піднімання деталі при недостатньому закріпленні або вакуумному притиску.

Край з видаленням стружки вниз (правосторонні): створює притискну силу, яка усуває піднімання деталі. Якщо під деталлю немає місця видалення стружки, може статися приплавлення стружки.

Компресійна (ліво-правостороння): використовується для матеріалів, що заламіновані, добре обробляє верхню і нижню поверхні деталі.

Кількість заходів (ріжучих кромок).

Один захід: Забезпечує найбільше знімання стружки в м'яких матеріалах.

Два заходи: Забезпечує найкращу обробку поверхні деталі із твердих матеріалів.

Примітка: У міру збільшення кількості ріжучих кромок необхідно збільшувати швидкість подачі для запобігання обгоранню та передчасному затупленню інструменту.

Оптимізація швидкостей подачі та різання.

Використовуйте рекомендовані для оброблюваного матеріалу швидкість обертання та знімання стружки (див. нижче).

Збільшуйте швидкість подачі, доки якість обробки деталі не почне погіршуватися, щоб не допустити відриву деталі від робочої поверхні. Потім зменшіть швидкість подачі на 10%.

Зменшуйте швидкість обертання з певним кроком, доки якість обробки поверхні знову не почне погіршуватися. Збільште швидкість обертання до досягнення прийнятної якості обробки.

Тепер швидкість різання та подачі оптимізовані для максимально можливої швидкості знімання стружки.

Примітка: Таку оптимізацію необхідно виконувати з першим листом матеріалу, щоб не допустити затуплення інструменту через сильне перегрівання.

Нагрівання інструменту.

Якщо швидкість подачі занадто низька, тепло погано розсіюється і може призвести до поломки ріжучої кромки або до швидкого затуплення інструменту. Для перевірки виконайте різання ряду деталей і зупиніть шпиндель. Після зупинки обертання шпинделя обережно виміряйте температуру інструменту. Вона має бути приблизно кімнатної температури. Якщо інструмент гарячий, виконайте рекомендації розділу «Оптимізація швидкостей подачі та різання».

Рекомендовані швидкості обертання та знімання стружки (Onsrud, Belin)

1	2	3			4
Матеріал	Vc	До			СОЖ
		D<3 мм	3мм<D<8мм	D>8мм	
Технічно чистий алюміній	200-400	0,01	0,02	0,025	бензин
		R	R	D	
Алюмінієвий сплав	200-400	0,01	0,02	0,025	масляна емульсія
		R	R	D	
Латунь	150-300	0,01	0,02	0,025	масляна емульсія
		R	R	D	
Бронза , Цинк	100-150	0,01	0,02	0,025	масляна емульсія
		R	R	D	
		D <4мм	4мм<D<8мм	D>8мм	
Бакеліт	50-100	0,03	0,04	0,45	повітря

		1,5 * R	1,5*D	1,5*D	
ПВХ	100-200	0,03	0,04	0,45	повітря
		1,5 * R	1,5*D	1,5*D	
Ацетат, Акрил, Нейлон	300-500	0,03	0,04	0,45	осушене повітря
		1,5 * R	1,5*D	1,5*D	
		D<3 мм	3мм <D<8мм	D>8мм	
Дерево	300-400	0,01	0,02	0,025	повітря
		1,5 * R	1,5*D	1,5*D	
Нержавіюча сталь	90	0,0033	0,0045	0,0045	масляна емульсія
		R	R	R	

Таблиця 1

Позначення, що використовуються

Символ	Параметр	Од.
V_c	Допустима максимальна швидкість ріжучої кромки залежить від матеріалу	м/хв
K	Коефіцієнт інструменту	
D	Діаметр інструменту	мм
R	Радіус інструменту	мм
Ad	Бічна подача інструменту	мм/хв
N	Оберти шпинделя	1/хв
Z	Кількість різальних кромки фрези	
Ae	Макс. занурення за прохід	мм

Таблиця 2

Рекомендації заводу-виробника:

1. Обчислити кількість обертів шпинделя N за такою формулою:

$$N = 1000 * V_c / (\pi * D) \quad (1)$$

де V_c - Коефіцієнт залежить від матеріалу, його можна взяти зі стовбчика 2 Табл. 1.

2. Згідно з формулою

$$Ad = K * D * Z * N \quad (2)$$

де K - Коефіцієнт колонки 3 таблиці Таб. 1 обчислюємо швидкість бічної подачі Ad

3. Швидкість врізання в матеріал становить, для:

пластик, дерево – 40-60% від Ad

кольорові метали - 35-50% від Ad

чорні та нержавіючі сталі – 20-30% від Ad

4. Для досягнення високої якості різання необхідно добре закріпити матеріал, виключити вібрації

5. Максимальне занурення в матеріал **Ae** за один прохід вказано в стовбчику 3 Табл. 1 під формулою подачі.

6. У стовбчику 4. Таб. 1 вказано рекомендований метод охолодження та змащування інструменту. При невикористанні системи подачі СОЖ можуть виникнути такі проблеми:

пластики – затягування нижньої захисного матеріалу в зону різання та припаювання її до матеріалу

метали - під впливом надлишкового тепла в зоні різання відбувається розжарювання краю матеріалу та горіння фрези, що дуже знижує термін служби інструменту.

Приклад розрахунків.

Матеріал: Акрил 10 мм. Діаметр фрези 6 мм.

1. Рекомендовані фрези серії 13 xxx та 63-XXX. Фреза 6 мм - 13060D (Белін) або 63-838 (Онсруд), Z = 1

2. Обчислюємо кількість обертів шпинделя:

$$1000 * 400 / (3,14 * 6) = 21\,230 \text{ об / хв}$$

3. Обчислюємо подачу:

$$0,04 * 6 * 1 * 21230 = 5095 \text{ мм/хв (85 мм/сек)}$$

4. Швидкість врізання в матеріал:

$$5095 * 50\% = 2550 \text{ мм/хв (42,5 мм/сек)}$$

5. Занурення за один прохід становимо $1,5 * D = 9 \text{ мм}$

6. Охолодження – повітря

Практичні рекомендації (складені за опитуваннями операторів верстатів):

Акрил, полістирол

Швидкість різання – 40-60 мм/сек

Швидкість обертання шпинделя - 18 000 об/хв.

Подача врізання – від 10 до 20 мм/сек

Композит

Швидкість різання – 60-80 мм/сек

Швидкість пазування під вигин 100 мм/сек

Швидкість обертання шпинделя – 12 000 – 18 000 об/хв (залежно від якості матеріалу)

Подача врізання – до 20 мм/сек максимум

ПВХ

Швидкість різання - 80 мм/сек

Швидкість обертання шпинделя - 15 000 - 18 000 об/хв

Подача врізання - будь-яка

ВАЖЛИВО:

Фрези виробництва компаній Belin та Onsrud (США) мають високоточне балансування і можуть встановлюватися на шпинделі зі швидкістю до 60 000 об/хв.;

Дані фрези розраховані на 1500-2000 метрів якісного різання (за умови використання СОЖ);

Ресурс роботи фрез у 3-5 разів більший у порівнянні з китайськими аналогами.