

УДК 621.951

О.В. Мамлюк, інж.  
Київський авіаційний технікум

## СВЕРДЛІННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

(Представлено д.т.н. Б.В. Лукінін)

Розглянуто вплив різних конструктивних варіантів свердел на сили різання, стійкість і шорсткість обробки. На базі широкого спектра досліджень і виробничого досвіду даються конкретні рекомендації з геометрії заточення свердел при свердлінні композиційних матеріалів (КМ). Інформація призначена для інженерно технічних працівників, які займаються обробкою і створенням виробів з КМ.

Одним з достоїнств технології виробництва конструкцій з полімерних композиційних матеріалів (ПКМ), що визначають зміст і особливості наступної механічної обробки, є високий коефіцієнт використання матеріалів (0,75...0,9). Остаточні геометричні розміри, форма і профіль деталей, які виготовляються, в основному забезпечуються застосуванням процесів викладення, намотування, формування і пресування. Технологічні припуски, що передбачаються при цьому, незначні, а наступна механічна обробка в більшості випадків є розрізуванням, фрезуванням, свердлінням і зачищенням.

Наступне з'єднання деталей у вузли та агрегати здійснюється в основному за допомогою традиційних болтових, заклепувальних і гвинтових з'єднань. Обсяг робіт механічної обробки при цьому займає до 25 %.

Процес свердління в загальному обсязі механічної обробки складає близько 40 %.

Ріст обсягу застосування композиційних матеріалів у виробах АНТК ім. О.К. Антонова найбільш наочно показаний у табл. 1.

Таблиця 1

Обсяги застосування КМ у літаках «АН»

Показники	Ан-28	Ан-72	Ан-124
Конструкція з КМ:			
– кількість (шт)	90	430	1100
– площа (м <sup>2</sup> )	100	250	1500
– маса (кг)	180	980	5500
Зниження маси літака (кг)	60	35	більше 2000

Найбільш яскравим представником за обсягами застосування КМ є літак АН-124 «Руслан», на якому необхідно свердлити близько 1,0 млн. отворів підвищеного квалітета, що виготовлений із склопластику, для зниження шумового ефекту потрібно свердлити близько 100 тисяч отворів.

Основними особливостями КМ, що визначають специфіку їх механічної обробки, є:

- значна абразивна дія волокнистого наповнювача на різальний інструмент, що призводить до інтенсивного зносу інструмента;
- порівняно мала міжшарова міцність шаруватого КМ, що може призвести до розшарування КМ під дією сил різання;
- значна пружність матеріалу, що викликає «усадку» отворів при їх обробці, а також великі сили тертя на задніх поверхнях інструмента;
- порівняно високий параметр шорсткості обробленої поверхні;
- токсичність і шкідливість пилу та стружки, що викликають необхідність їх ефективного видалення із зони обробки;
- мала теплопровідність КМ, що викликає інтенсивний розігрів інструмента;

➤ небажаність застосування мастильно-охолодних рідин при різанні внаслідок зниження міцнісних і електричних властивостей КМ при змочуванні.

Абразивна дія волокна на різальний інструмент є причиною досить низьких швидкостей різання порівняно із швидкостями при обробці конструкційних сталей.

Пружність КМ призводить до так званого «пружного наслідку» при різанні, що складається з деформації обробленого шару після припинення дії на нього сил різання. Це в свою чергу, викликає збільшення площі контакту по задній поверхні крайки інструмента, що різє, з виробом і зростання сил тертя, а також призводить до «усадки» отворів при свердлінні, зенкуванні, розгортанні, нарізуванні різьб мітчиками і т.д. Тому різучі інструменти повинні мати збільшені задні кути, а діаметр мірних інструментів має бути більшим за діаметр отвору.

Для визначення впливу різних конструкцій свердел на осьове зусилля і крутячий момент були проведені дослідження силових залежностей. Відомо, що за значеннями осьової сили  $P_{oc}$  і крутячого моменту можна судити про роботоздатність свердла, деякою мірою прогнозувати стійкість свердел при розробці нових конструкцій [1].

При проведенні випробувань були використані заготовки однієї партії свердел із сталі Р6М5.

Заточування свердел робилось по площинах на універсально-заточувальному верстаті моделі ЗА64М за допомогою універсально-заточувальної головки. У процесі випробувань свердлили наскрізні отвори без застосування СОЖ. Для забезпечення вірогідності результатів кожен дослід повторювався три рази і визначалися середні значення осьової сили і крутячого моменту.

Випробувалися стандартні свердла (№ 0) і свердла № 1–№ 7 з різними формами заточення, наведеними на рис. 1.

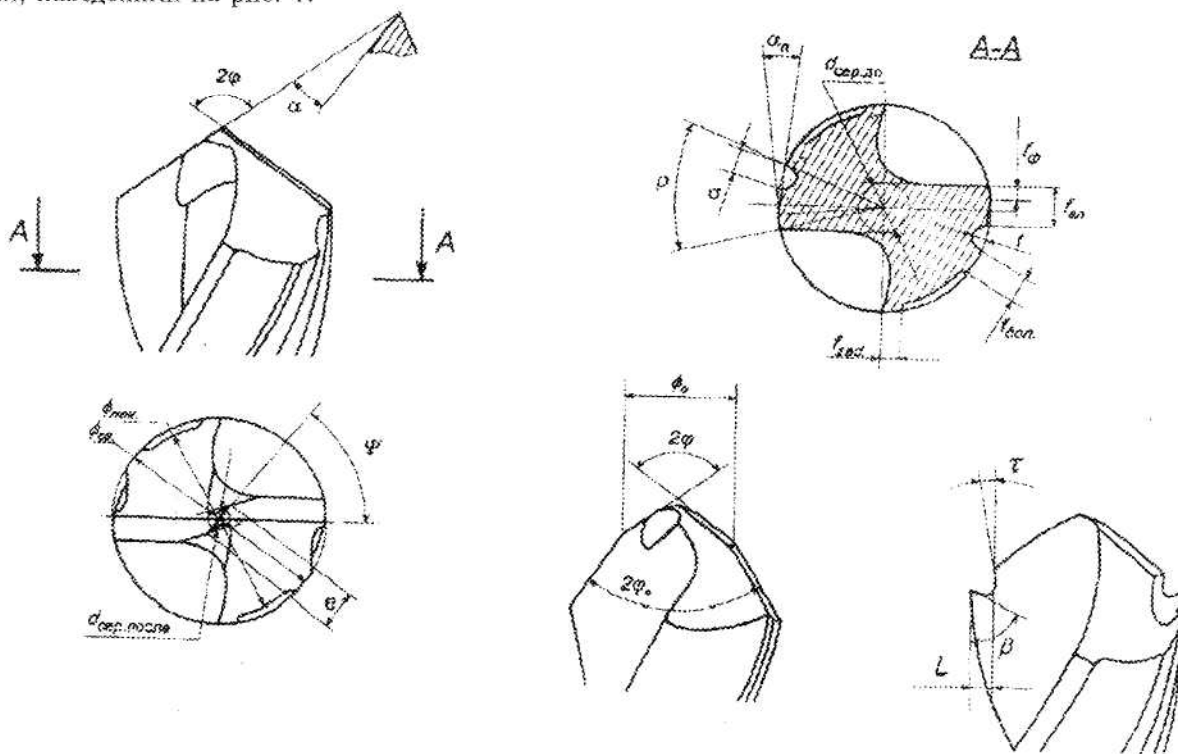


Рис. 1

Конструктивні і геометричні параметри різучої частини експериментальних свердел наведені в табл. 2. Номінальні величини основних геометричних параметрів різучої частини свердел вибирались відповідно до їх рекомендованих значень, за нормативами режимів різання згідно з літературними даними [2].

В експериментах були прийняті наступні режими різання:

– частота обертання свердла  $n = 125$  об./хв., що відповідає швидкості різання, рівної  $V = 12$  м/хв;

- подача на оборот свердла  $S_o = 0,28$  мм/об.;
- свердління наскрізне на глибину  $H = 20$  мм.

Результати експериментів наведено в табл. 2.

Додатково до вимірів сил різання і шорсткості поверхні були проведені міцнісні випробування для перевірки гіпотези про підвищення роботоздатності свердел, у конструкцію яких додатково вводяться допоміжні ріжучі крайки, з позитивними задніми кутами і відособленими направляючими стрічками, розташованими на спинці частини, що калібрує.

Порівняльні міцнісні випробування стандартних свердел і свердел з відособленими направляючими стрічками проводилися на вертикально-свердлильному верстаті з ЧПК – 2ДО13502.

Таблиця 2

№ свер-дла	D	I	2φ	2φ <sub>o</sub>	β	ψ	α	Ш <sub>0</sub> , мм	P <sub>ос</sub> (Н)	M <sub>кр</sub> (Нм)	R <sub>a</sub> (мкм)
<b>Вплив відособлених стрічок</b>											
0	25,96	3,4	100°			54°	19°		597	8,5	296
1	25,99	3,5	100°			53,6°	19,5°		520	6,0	5,1
3	25,76	3,5	100°			53°	20°		533	6,4	3,18
5	25,85	3,3	100°			75°	20°		590	7,2	2,11
<b>Вплив крайок, що підрізають</b>											
0			100°			54°	19°	-	597	8,5	2,96
2			100°			57°	21°	17,8	530	8,6	2,21
6			100°			52,4°	20°	-	500	7,0	2,41
<b>Вплив подвійного заточення</b>											
0			100°			54°	19°	-	597	8,5	2,96
7			100°			54,2°	20°	17	525	8,7	2,27
4			100°			55,9°	20°	17,5	530	9,0	1,85

Випробування проводились у наступних режимах різання: частота обертання  $n = 710$  об/хв, подача  $S = 028$  мм/об, глибина свердління на прохід – 20 мм.

Геометричні параметри частини свердел, що ріжуть, наведені в табл. 3.

Таблиця 3

№	2φ <sup>0</sup>	α <sup>0</sup>		ψ <sup>0</sup>	α <sub>1</sub> <sup>0</sup>	
		1 зуб	2 зуб		1 зуб	2 зуб
<b>Стандартні свердла</b>						
1	102	20	19,3	54		
2	100	21	20	54		
3	103	23	24	55		
<b>Свердла з відособленими направляючими стрічками</b>						
1	100	20	21	53	10	10
2	101	21	22	54	10	11
3	104	20	22	56	11	12

За результатами експериментів були побудовані за середнім значенням графіки зносу стандартних свердел і свердел з відособленими направляючими стрічками (рис. 2).

Таким чином, експерименти підтвердили гіпотезу про підвищення роботоздатності свердел з відособленими направляючими стрічками в 2,5 раза порівняно із стандартними свердлами, для прийнятих режимів свердління.

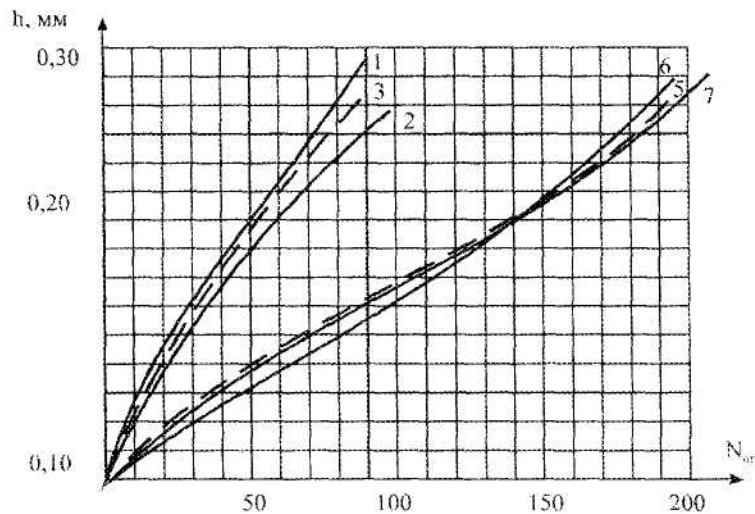


Рис. 2. Графік зносу стандартних і свердел з відособленими направляючими стрічками: 1, 2, 3 – свердла стандартні; 5, 6, 7, – свердла з відособленими направляючими стрічками

Аналізуючи величини зусиль різання стандартного свердла зі свердлами, що використовувалися в експериментах, можна зробити такі висновки:

- конструкція робочої частини спірального свердла при обробці полімерних композиційних матеріалів істотно впливає на величину осьового зусилля  $P_{ос}$  і крутячого моменту  $M_{кр}$ ;
- у свердла з гострозаточеними допоміжними ріжучими крайками істотно зменшуються величини крутячих моментів і зусиль подачі порівняно зі стандартною конструкцією свердла;
- введення в конструкцію свердла додаткових направляючих стрічков мало впливає на величини зусилля подачі, але викликає підвищення крутячого моменту;
- невеликі за величиною крайки, що підрізають, знижують як зусилля подачі, так і крутячий момент, це пояснюється зміною схеми зрізання припуску і поділом перетину на дві відособлені частини;
- у свердел з гострозаточеними допоміжними крайками, що ріжуть і не мають направляючих стрічков, величина  $R_a$  різко зростає порівняно з обробкою отворів стандартним свердлом;
- наявність відособлених направляючих стрічков призводить до зниження шорсткості обробленої поверхні;
- введення в конструкцію спірального свердла невеликих за розмірами ріжучих кромок, що підрізають, призводить до зміни схеми зрізання припуску, поділу перетину зрізу на дві відособлені області і відповідному зниженню шорсткості обробленої поверхні.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Родин П.Р. Геометрия режущей части спирального сверла. – К.: Техника, 1971. – 136 с.
2. Общеотроительные нормативы режимов резания, норм и расходов резцов, сверл и фрез при обработке неметаллических конструкционных материалов (пластмасс). – М.: НИИМАШ, 1962. – 144 с.

МАМЛЮК Олег Володимирович – інженер-механік, директор Київського авіаційного технікуму.

Наукові інтереси:  
– обробка матеріалів.