

УДК 621.9

Заставський К.О., Ковальова Л. І.

Національний технічний університет України " Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського", м. Київ, e-mail: zastavskiy96@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ЖОРСТКОСТІ ТА МІЦНОСТІ РУШНИЧНОГО СВЕРДЛА

У сучасному виробництві рушничні свердла широко застосовують при обробленні точних отворів малого діаметру [1-2]. При цьому отримують високу діаметральну точність отворів (ІТ6-ІТ8), низьку шорсткість (Ra 0,63...0,32 мкм), відхилення від круглості менші 1 мкм, відхилення осей отворів 0,01...0,03 мм на 100 мм довжини отвору. Однак рушничні свердла мають і ряд недоліків, зокрема, низькі міцність і жорсткість, необхідність спеціального обладнання, складність виготовлення свердел.

Міцність рушничного свердла залежить від матеріалу і форми поперечного перерізу робочої частини та стебла, і може бути підвищена за рахунок застосування нових матеріалів та вдосконалення конструкції.

Аналіз конструкцій рушничних свердел, оснащених твердим сплавом, дозволив виявити типи поперечних перерізів робочої частини та стебла, які застосовуються на практиці [5-8]. У роботі досліджено вплив поперечного перерізу робочої частини і стебла свердла $d=4,5$ мм (рис.1) та його матеріалу на жорсткість і міцність. Порівнювались матеріали сталь 40Х, 30ХМ та твердий сплав ВК10.

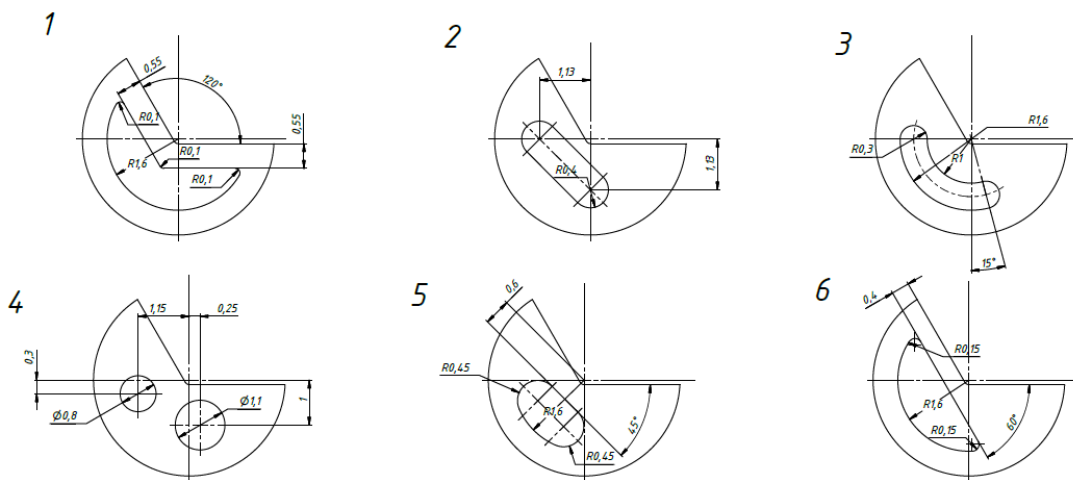


Рис. 1. Типи поперечних перерізів робочої частини та стебла для свердла $d=4,5$ мм

При роботі свердло витримує навантаження на кручення. За умовою міцності:

$$\tau_{max} = \frac{M}{W_p} \leq [\tau],$$

де M – крутний момент, Н*мм; W_p – полярний момент спротиву перерізу при крученні, мм³, $[\tau]$ – допустиме напруження.

Звідси:

$$M_{max} \leq W_p [\tau]$$

Умова жорсткості при крученні:

$$\theta_{max} = \frac{M \cdot l}{G \cdot J_p} \leq [\theta],$$

де G - модуль пружності другого роду матеріалу стебла, МПа; J_p – полярний момент інерції перерізу, мм⁴, $[\theta]=0,01745$ рад/м – допустимий кут закручування.

Звідси:

$$M = [\theta] \cdot G \cdot J_p.$$

Знаходження площ та полярних моментів інерції проводилось у системі Autodesk Inventor Professional 2013 за допомогою функції «Свойства области» (рис. 2). Результати розрахунків наведені в таблиці 1.

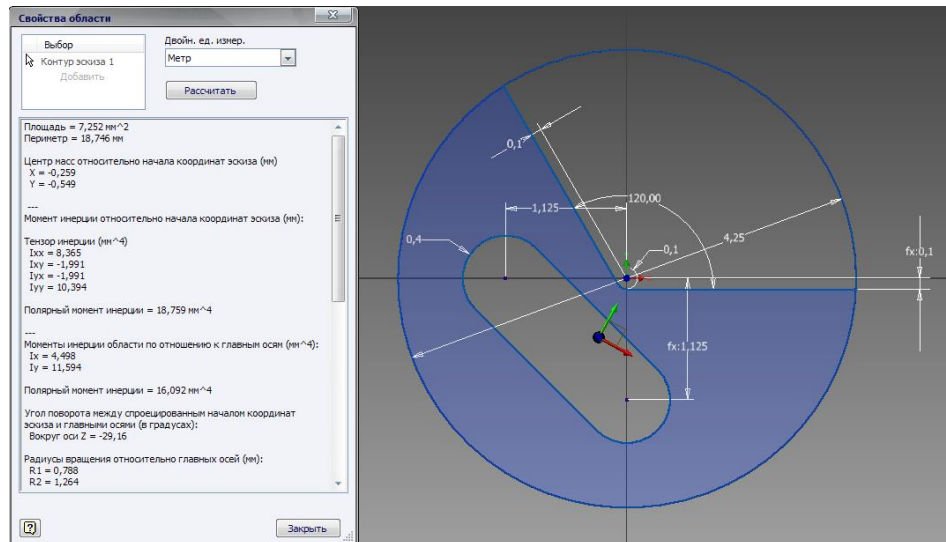


Рис. 2 Знаходження полярного моменту інерції

Таблиця 1

Результати розрахунків

Номер перерізу	1	2	3	4	5	6
Загальна площа, мм ²	14,186	14,186	14,186	14,186	14,186	14,186
Площа перерізу стебла, мм ²	6,118	7,211	7,234	7,533	7,163	6,357
Площа каналу для ЗОТС, мм ²	3,168	1,775	1,752	1,453	1,823	2,629
Полярний момент інерції, J_p , мм ⁴	14,294	16,092	15,654	16,004	16,299	14,926
Полярний момент спротиву W_p , мм ³	6,203	6,574	6,461	6,443	6,806	6,378
Сталь 40X						
$G \cdot J_p \cdot 10^6$, Н·мм ²	1,215	1,368	1,331	1,36	1,385	1,269
M_{\max} , Н·мм	1488,74	1577,81	1550,52	1546,4	1633,45	1530,62
M , Н·мм	21,2	23,9	23,2	23,7	24,2	22,1
30XM						
$G \cdot J_p \cdot 10^6$, Н·мм ²	1,189	1,339	1,302	1,332	1,356	1,242
M_{\max} , Н·мм	1922,96	2038,0	2002,76	1997,43	2109,88	1977,05
M , Н·мм	20,8	23,4	22,7	23,2	23,7	21,7
BK10						
$G \cdot J_p \cdot 10^6$, Н·мм ²	3,431	3,862	3,757	3,841	3,912	3,582
M_{\max} , Н·мм	6562,88	6955,5	6835,22	6817,04	7200,81	6747,49
M , Н·мм	59,9	67,4	65,6	67,03	68,3	62,5

За результатами дослідження можна зробити висновки:

- Різниця максимально допустимого крутного моменту за умовою міцності між перерізами складає не більше 9%, за умовою жорсткості – 12%.
- Допустимі навантаження при використанні сталі 30ХМ у порівнянні зі сталлю 40Х збільшуються на 22% за умовою міцності і на 2% за умовою жорсткості.
- Допустимі навантаження при використанні сплаву ВК10 у порівнянні зі сталями вищі у 3.4-4.4 рази за умовою міцності і більш ніж у 2.8 рази за умовою жорсткості.
- Найменші міцність та жорсткість забезпечує переріз типу 1, найбільші – переріз типу 5.

Список використаних джерел:

1. Н.Ф. Уткин Обработка глубоких отверстий/ Н.Ф. Уткин, Ю.И. Кинжяев, С.К. Плужников и др.: Под общ. ред. Н.Ф. Уткина. – Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1988. – 269 с.
2. Н.Д. Троицкий Глубокое сверление / Н.Д. Троицкий. - Л.: Машиностроение, 1971. – 176 с.
3. Е.Э. Фельдштейн Металорежущие инструменты: справочник конструктора./ Е.Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич. - Минск: Новое знание, 2009. – 1039 с.
4. Г.С. Писаренко Соппротивление материалов/ Под ред акад. АН УССР Писаренко Г.С. – 5 изд. Перераб. и доп. – К., Вища шк. 1986. – 775 с.
5. Глубокое сверление. Каталог продукции SANDVIK Coromant.
6. Инструменты, оснастка для глубокого сверления и заточные станки фирмы ТВТ. Каталог продукции.
7. Ружейные сверла. Каталог продукции ISKARGUNDRILLS.
8. Сверла ружейные перетачиваемые. Каталог продукции BOTEK.