

УДК 621.9.025.004

Гах В. М., Гах И. О., Пальцев В. А.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ СБОРНЫХ РЕЗЦОВ ДЛЯ КРУПНЫХ СТАНКОВ

В результате анализа условий эксплуатации и весомости свойств, составляющих качество инструмента, были сформулированы требования, предъявляемые к сборным резцам для черновой обработки конструкционных сталей на крупных станках ($D_c = 800$ и 1000 мм): конструкция должна обеспечивать высокие показатели производительности, безотказности, долговечности, ремонтпригодности и технологичности [1–4]. Здесь следует отметить, что производительность, безотказность и долговечность определяются главным образом прочностью и виброустойчивостью конструкции. В процессе выполнения нескольких научно-исследовательских работ были разработаны около 15 конструкций сборных резцов, в которых в той или иной мере реализованы перечисленные выше требования. Однако ряд конструкций отличались большим количеством и сложностью составных элементов, что даже по предварительной экспертной оценке снижает их эксплуатационные характеристики, затрудняет их изготовление и эффективное внедрение в производство.

Целью работы является выбор одной или нескольких лучших конструкций резцов для заданных условий эксплуатации с учетом роста производительности, снижения затрат на изготовление и эксплуатацию, сокращения расхода инструмента.

На первом этапе работы по результатам групповой открытой экспертизы с взаимодействием экспертов были отобраны пять лучших конструкций и изготовлены опытные партии. Во всех конструкциях применена перетачиваемая режущая пластина повышенной прочности, полученная из твердосплавной заготовки по ТУ48-19-373-83 с угловой выемкой под прихват. Ниже приводится описание этих конструкций.

На рис. 1 показано сечение рабочей части сборного резца по авторскому свидетельству № 1144784 [5] (конструкция 1). Резец состоит из державки 1, режущей пластины 6, прихвата 2, опорной пластины 8, крепежного винта 3, сменной регулировочной прокладки 4 и пружинного штифта 9. Прихват снабжен рифлениями 11, контактирующими своими поверхностями 13, обращенными в сторону упорного выступа 5, с поверхностями 10 рифлений 12 державки. Упорный выступ контактирует с упорной поверхностью 7 выемки державки (после переточек – посредством прокладок 4).

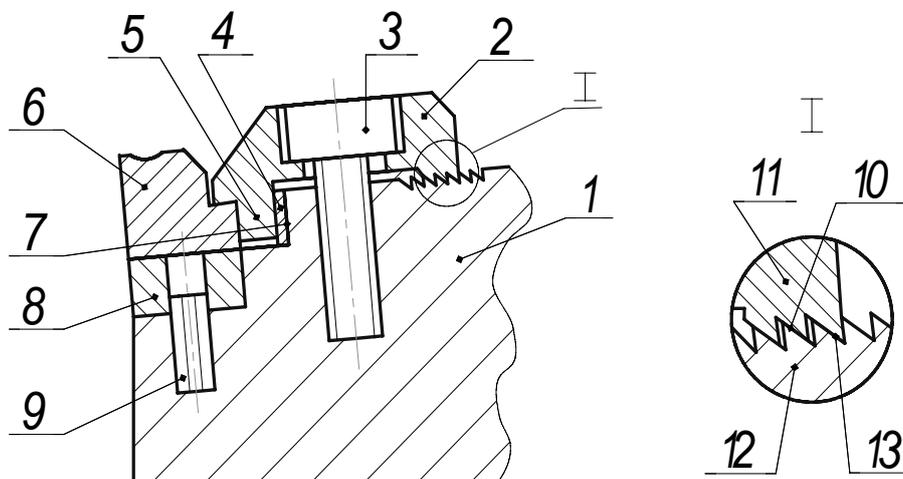


Рис. 1. Сборный резец по авторскому свидетельству № 1144784 (конструкция 1)

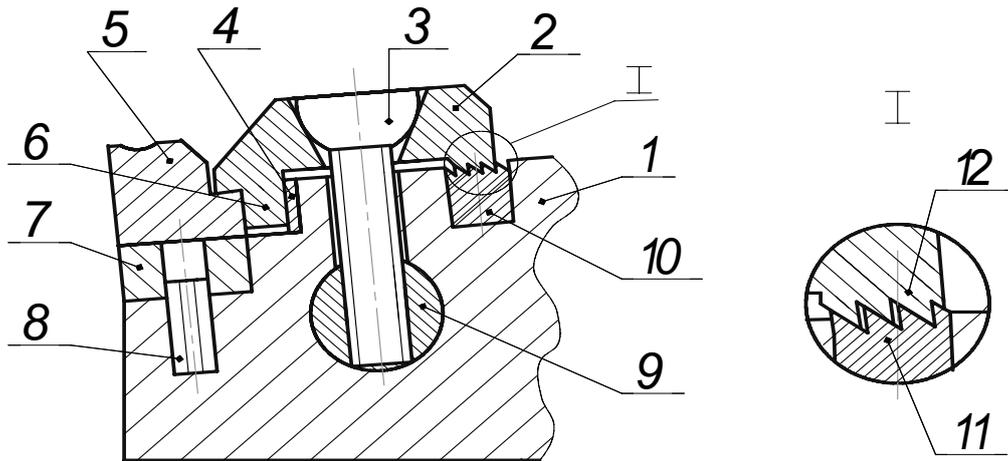


Рис. 3. Сборный резец по авторскому свидетельству № 1000160 и 1201064 (конструкция 3)

Прихват снабжен упорным выступом 10, контактирующим с режущей пластиной 9 и уступом 7 державки. С другой стороны прихват поверхностью 3 контактирует с уступом 7 державки через сферический промежуточный элемент 2 и прокладки 4.

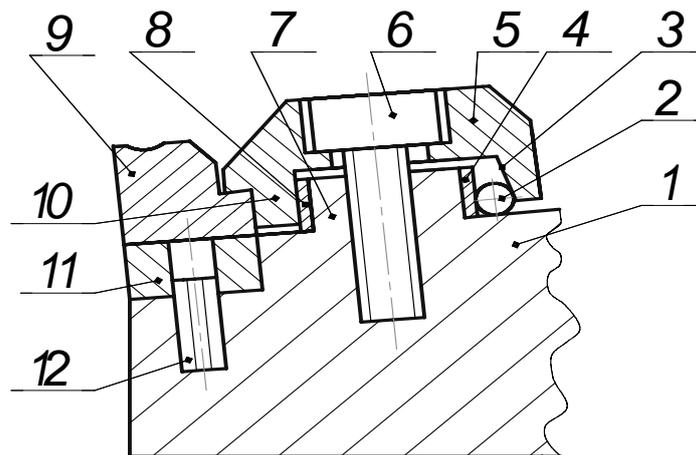


Рис. 4. Сборный резец по авторскому свидетельству № 1232384 (конструкция 4)

При завинчивании винта 6 прихват 5 взаимодействует своими контактными поверхностями с режущей пластиной 9 и уступом 7 державки 1. Поверхность 3 прихвата взаимодействует с промежуточным элементом 2, который прижимает прокладки 4 к уступу 7 державки, при этом обеспечивается самоустановка контактных поверхностей прихвата по соответствующим поверхностям режущей пластины и их дополнительный поджим к уступу 7 державки. Регулировка положения режущей пластины после переточек осуществляется прокладками 4 и 8.

На рис. 5 показано сечение рабочей части сборного резца по а. с. № 1282969 [9] (конструкция 5). Резец состоит из державки 1, режущей пластины 13, прихвата – стружколома 6, опорной пластины 14, крепежного винта 8, пружинного штифта 15. Прихват-стружколом снабжен эксцентрично расположенными относительно оси 7 прижимными участками 10 и 3, состоящими соответственно из стружколомающих поверхностей 9 и 5 с различными углами наклона γ_1 и γ_2 , прижимных поверхностей 11 и 4, выступов с упорными поверхностями 12 и 2. Упорной поверхности 12, имеющей меньшее удаление b_1 от оси 7, соответствует стружколомающая поверхность 9 с меньшим углом наклона γ_1 , а упорной поверхности 2, имеющей большее удаление b_2 от оси 7 – стружколомающая поверхность 5 с большим углом

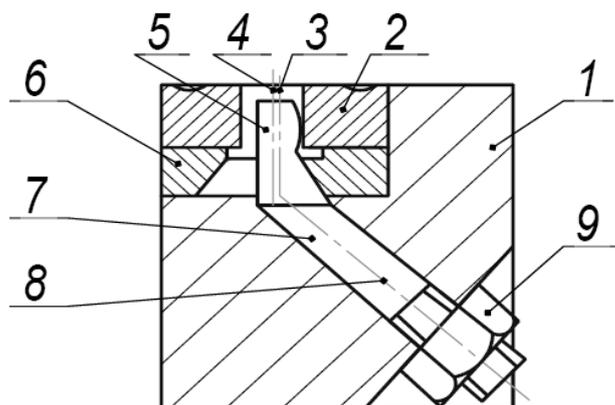


Рис. 6. Сборный резец по авторскому свидетельству № 994133 (конструкция 6)

Все конструкции резцов были оснащены режущими пластинами из твердого сплава Т5К10 и имели следующие основные конструктивные и геометрические параметры: рабочая высота резца $H = 50$ мм; длина режущей кромки $l = 25$ мм; главный угол в плане $\varphi = 60^\circ$; передний угол $\gamma = 10^\circ$; передний угол фаски $\gamma_f = -7^\circ$; главный задний угол $\alpha = 5^\circ$; угол наклона главной режущей кромки $\lambda = 3^\circ$; радиус при вершине $r = 1,6$ мм; радиус округления режущих кромок $\rho = 0,08$ мм.

Испытания проводились в условиях ЗАО «НКМЗ» на токарных станках модели 165 при черновом наружном точении заготовок из сталей 45, 9ХФ, 38Х2Н2МА (корка, окалина, неравномерный припуск). Режимы резания: глубина резания $t = 10 \dots 18$ мм, подача $S = 0,8 \dots 1,5$ мм/об; скорость резания $v = 50 \dots 70$ м/мин.

В процессе испытаний фиксировали условия испытаний, время работы до отказа и вид отказа. В качестве критериев отказа были приняты: износ по главной задней поверхности $h_z = 1,5$ мм; выкрашивания главной режущей кромки $\geq 1,0$ мм; поломка режущей пластины или других элементов резца, требующая прекращения процесса резания. Кроме того, фиксировали время восстановления (по элементам конструкций резца), характер процесса резания (наличие вибраций, тип стружки и др.), замечания станочника по удобству обслуживания резцов.

Таблица 1

Условия и результаты производственных испытаний резцов

Наименование параметра		Номер конструкции резца					
		1	2	3	4	5	6
Средняя величина глубины резания, мм		15	15	15	15	15	15
Средняя величина подачи, мм/об		1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	0,96
Средняя величина скорости резания, м/мин		59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0
Вид отказа, %	изнашивание	63	53	58	50	61	40
	выкрашивание	14	21	16	22	17	27
	поломка	23	26	26	28	22	33
Средний период стойкости, мин		24,7	23,2	22,7	22,1	27,6	27,5
Коэффициент вариации стойкости		0,41	0,43	0,48	0,48	0,4	0,47
Среднее число периодов стойкости		4,4	3,8	3,8	3,6	4,8	3,0
Средний полный период стойкости, мин		108,6	88,2	86,2	79,5	126,9	82,5
Удельный расход твердого сплава, кг/м ³		0,37	0,46	0,47	0,51	0,32	0,78

В результате испытаний было получено 130 реализаций стойкости, в том числе для каждой конструкции – не менее 15. Результаты испытаний приведены в табл. 1–3. Анализ результатов испытаний показал, что резцы конструкций 1...5 при работе на подачах в 1,4 раза больших по сравнению с резцами конструкции 6 превосходят последние практически по всем показателям эксплуатационных свойств.

Таблица 2

Результаты оценки ремонтпригодности резцов (мин на 1 период стойкости)

Наименование параметра	Номер конструкции резца					
	1	2	3	4	5	6
Очистка резца от окалины и снятие режущей пластины	0,26	0,28	0,28	0,28	0,23	0,23
Очистка гнезда под пластину, очистка рифлений	0,16	0,16	0,16	0,13	0,11	0,11
Установка и закрепление режущей пластины	0,16	0,25	0,25	0,28	0,13	0,15
Замена опорной пластины	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Замена прихвата	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Поворот прихвата					0,25	
Установка и замена регулировочной прокладки	0,35	0,35	0,35	0,35		
Замена крепежного винта или косой тяги	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Очистка, регулировка и замена промежуточного элемента с рифлениями		0,06	0,06			
Замена цилиндрического элемента или шарика			0,03	0,06		
Среднее полное время восстановления	1,06	1,23	1,26	1,23	0,85	0,57

Таблица 3

Недостатки конструкций, выявленные при проведении производственных испытаний резцов

Наименование недостатков резцов	Номер конструкции резца					
	1	2	3	4	5	6
Разворот прихвата при закреплении и раскреплении режущей пластины			+	+	+	
Сильное дробление стружки и вибрации при работе на $S > 1,0$ мм/об						+
Разрушение стружкой неработающих режущих кромок						+
Засорение отверстий винта и прихвата окалиной и мелкой стружкой	+	+	+	+	+	
Заклинивание промежуточного элемента с рифлениями			+	+		
Заклинивание косой тяги или цилиндрического элемента				+		+
Выпадение регулировочной прокладки во время работы резца	+	+	+	+		
Выпадение шарика при закреплении и раскреплении режущей пластины				+		
Разрушение опоры при поломке режущей пластины						+

Здесь следует отметить, что резцы конструкции 6 не могут удовлетворительно работать с подачами более 1,0 мм/об, так как стандартная стружечная канавка не обеспечивает нормального стружкообразования – имеют место сильное дробление стружки, вибрации, большое количество повреждений неработающих режущих кромок. Кроме того, горизонтально расположенная режущая пластина имеет относительно низкую прочность, о чем свидетельствует большая доля выкрашиваний и поломок. Эти резцы нецелесообразно применять при черновой обработке деталей на токарных станках с $D_c = 800$ и 1000 мм, хотя они могут эффективно применяться на получистовых и чистовых операциях.

Из конструкций резцов с механическим креплением твердосплавной пластины с угловой выемкой под прихват лучшей оказалась конструкция 5. Эта конструкция отличается наиболее высокими показателями прочности и жесткости (минимальная доля выкрашиваний и поломок лезвия), безотказности (наибольший средний период стойкости), стабильности работы (наименьший коэффициент вариаций стойкости), долговечности (наибольшее среднее число периодов стойкости и средний полный период стойкости), удельному расходу твердого сплава, ремонтпригодности (минимальное среднее полное время восстановления) и удобства обслуживания (минимальное количество недостатков, выявленных при испытаниях). Здесь следует отметить, что в связи с минимальным количеством и простотой составных элементов данная конструкция отличается также минимальной трудоемкостью изготовления. Конструкция 5 может быть рекомендована для широкого внедрения при черновой обработке деталей из конструкционных сталей на токарных станках с $D_c = 800$ и 1000 мм.

ВЫВОДЫ

По результатам сравнительных производственных испытаний сборные резцы конструкции 5 имели наиболее высокие показатели производительности, безотказности, долговечности и ремонтпригодности. Эта конструкция рекомендуется как базовая конструкция для черновой обработки конструкционных сталей на токарных станках с $D_c = 800$ и 1000 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гузенко В. С. Модульная система токарных резцов для обработки крупногабаритных деталей / В. С. Гузенко, Е. В. Мироненко, Я. А. Музыкант // *Инструмент, технология, оборудование*. – М.: ИТО, 2008. – № 5. – С. 68–77.
2. Хаев Г. Л. Сборный твердосплавный инструмент / Г. Л. Хаев, В. М. Гах, К. Г. Громаков. – М.: Машиностроение, 1991. – 256 с.: ил.
3. Хаев Г. Л. Теория проектирования инструмента и его информационное обеспечение / Г. Л. Хаев, В. С. Гузенко, Л. Г. Хаев. – Краматорск: ДГМА, 1994. – 370 с.: ил.
4. Аналитическое исследование прочностных характеристик резцов для многонаправленной токарной обработки / Миранцов С. Л., Гузенко В. С., Мироненко Е. В., Музыкант Я. А. // *Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем*. – Краматорськ: ДДМА, 2009. – Вип. 24. – С. 106–110.
5. А. с. 1144784 СССР, МПК В 23 В 27/16. Сборный резец / Г. Л. Хаев, А. М. Боярунас, В. С. Гузенко, Г. В. Филиппов, Н. В. Водопьянов, В. М. Гах (СССР). – 3701531/25-08; заявлено 25.11.85; опублик. 15.03.85, Бюл. № 10. – 2 с.: ил.
6. А. с. 1201064 СССР, МПК В 23 В 27/16. Сборный резец / В. С. Гузенко, Я. А. Музыкант, А. Д. Коновалов, В. Ф. Дрожин (СССР). – 3764460/25-08; заявлено 04.07.84; опублик. 30.12.85, Бюл. № 48. – 2 с.: ил.
7. А. с. 1000160 СССР, МПК В 23 В 29/04. Резцедержатель / В. С. Гузенко, В. В. Скибин, В. В. Рязанцев (СССР). – 3271775/25-08; заявлено 09.04.81; опублик. 28.02.83, Бюл. № 8. – 2 с.: ил.
8. А. с. 1232384 СССР, МПК В 23 В 27/16. Сборный резец / Г. Л. Хаев, В. С. Гузенко, В. И. Витушкин, А. М. Боярунас, Н. В. Водопьянов (СССР). – 3802141/25/08; заявлено 17.10.84; опублик. 23.05.86, Бюл. № 19. – 2 с.: ил.
9. А. с. 1282969 СССР, МПК В 24 В 27/16. Резец / В. М. Гах, А. М. Боярунас, В. С. Самойлов, Н. В. Водопьянов, В. С. Гузенко, В. Ф. Дрожин (СССР). – 3916357/25-08; заявлено 24.06.85; опублик. 15.01.87, Бюл. № 2. – 2 с.: ил.
10. А. с. 994133 СССР, МПК В 24 В 27/16. Резец с механическим креплением многогранной пластины / А. Р. Мирзюкандов, И. Р. Ринберг, С. Х. Халияев (СССР). – 2990175/25-08; заявлено 29.08.80; опублик. 07.02.83, Бюл. № 5. – 2 с.: ил.