

В.И.Лепилин, В.В.Чернякин

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЙКОСТИ ФРЕЗ
ИЗ МАТЕРИАЛА P6M5K5, АЗОТИРОВАННЫХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ**

В современном машиностроении широко применяются высокопрочные, жаропрочные и титановые сплавы, имеющие, как правило, низкую обрабатываемость резанием. Это вызывает снижение производительности обработки и возрастание расхода дорогостоящих, дефицитных вольфрамосодержащих инструментальных материалов.

В связи с этим рациональное использование и снижение расхода инструментальных материалов с большим содержанием вольфрама, замена их материалами с меньшим содержанием вольфрама или безвольфрамовыми при одновременном повышении производительности обработки является одной из важнейших задач науки и практики металлообработки.

Применение инструмента из быстрорежущей стали P6M5K5 на авиационном заводе показало, что его режущие свойства ниже режущих свойств фрез из стали P18 и резко колеблются.

Одним из путей повышения режущих свойств быстрорежущих сталей с уменьшенным содержанием вольфрама является их азотирование.

Процесс азотирования и его влияние на свойства поверхностного слоя инструмента достаточно хорошо изучены.

Азотированный слой обладает повышенной твердостью и имеет меньшую склонность к диффузии и адгезии с обрабатываемым материалом. Это повышает износостойкость инструмента, уменьшает возможность образования нароста, снижает силы резания, уменьшает шероховатость обработанной поверхности.

В связи со сказанным концевые фрезы из стали P6M5K5 на предприятии подвергаются азотированию. Стойкость их несколько повысилась и в отдельных случаях стала достигать стойкости фрез, изготовленных из стали P18. Однако разброс режущих свойств оставался значительным.

Проведенный анализ показал, что в большинстве случаев низкие режущие свойства инструмента связаны с дефектами, которые возникают еще на стадии термической обработки и заточки.

Стали указанного типа очень чувствительны к отклонениям от оптимальных режимов нагрева и охлаждения при закалке и отпуске. Выдержать оптимальные режимы с достаточной точностью на используемом в настоящее время оборудовании довольно трудно, а поэтому и исключить возникновение дефектов термической обработки практически тяжело. Кроме того, дефекты могут возникнуть также при шлифовании и заточке инструмента.

Исследования показывают, что азотирование позволяет в определенной степени исправлять (компенсировать) дефекты поверхностного слоя, возникающие как при термической обработке, так и при заточке. Чем больше дефекты, тем эффективнее применение азотирования.

При тщательном выполнении технологии азотирования режущие свойства инструмента, имеющего дефекты термической обработки и заточки, мало отличаются от режущих свойств инструмента, не имеющего указанных дефектов.

Упомянутый же выше разброс режущих свойств азотированных концевых фрез свидетельствует о том, что процесс азотирования проводился со значительными отклонениями от оптимальных условий и поэтому не давал существенного улучшения режущих свойств инструмента, и по этой же причине не способствовал компенсации дефектов термической обработки, а следовательно, и выравниванию режущих свойств.

Известно, что на процесс азотирования оказывает влияние целый ряд различных факторов. Для того, чтобы получить высокое качество инструмента, необходимо все параметры процесса оптимизировать. Особенно важно поддерживать оптимальными условия азотирования сталей с большим содержанием молибдена, к которым относится сталь Р6М5К5. Молибден способствует сохранению значительного количества остаточного аустенита при термической обработке, особенно при недостаточно качественном отпуске, и тем самым затрудняет азотирование.

Ранее проведенные исследования показывают, что большое влияние на качество азотирования оказывает характер подготовки азотируемой поверхности и температура выдержки в печи. С целью уточнения этого влияния проведено исследование стойкости концевых фрез, азотированных при изменении указанных факторов.

Исследования подвергались цельные хвостовые концевые четырехзубые фрезы диаметром 30 мм, изготовленные из стали Р6М5К5 с геометрией: $\omega = 30^\circ$; $\gamma_6 = 15^\circ$; $\alpha_6 = 16^\circ$; $\gamma_{торч} = 10^\circ$; $\alpha_{торч} = 8^\circ$.

Партия фрез была разделена на 7 групп. Одна группа фрез не азотировалась и использовалась в качестве контрольной.

Шесть групп фрез азотировались с различием в режиме подготовки поверхности и температуры выдержки, указанном в табл. I.

Т а б л и ц а I

Режим азотирования фрез

Номер группы фрез	Режим подготовки к азотированию	Температура выдержки при азотировании, °С
1	Обезжиривание в бензине	510
2		520
3		530
4	Обезжиривание в бензине, травление, промывка в горячей воде и сушка	510
5		520
6		530
7	Не азотировалась	—

Как видно из табл. I, фрезы групп 1, 2 и 3 перед азотированием обезжиривались в бензине, а фрезы групп 4, 5 и 6 подвергались более сложной подготовке: сначала они обезжиривались в бензине, затем травились в течение 15 минут при температуре 20°C в растворе следующего состава: 750 мл HCl, 5 граммов ингибитора ПБ-5, 250 мл H₂O, — после травления фрезы промывались в горячей воде и затем сушились. Разрыв во времени между травлением и загрузкой в печь для азотирования не превышал трех часов,

Технология азотирования всех шести групп фрез была одинакова.

После загрузки фрез в печь и закрытия крышкой печь включается. При достижении температуры 200–300°C в реторту печи подавался аммиак. Расход аммиака составлял 5–7 л/мин (10–12 делений шкалы ротаметра РС-3). После достижения заданной температуры в печи (см. табл. I) производилась выдержка в течение 30 минут. Затем печь выключалась и подача аммиака прекращалась. Инструмент остыв-

вал вместе с пещью до температуры 200⁰С. После выгрузки из реторты инструмент прокиривали в веретенном масле № 3 окунаем.

Стойкостные испытания фрез производились на вертикально-фрезерном станке 6М13ГН-I (с программным управлением) при подаче $S = 30$ мм/мин; глубине резания $t = 5$ мм; в интервале скоростей $V = 0,1 - 0,6$ м/с.

Обрабатываемый материал - сталь 30ХГСА в состоянии поставки. Обработка производилась без применения СОЖ.

Если за критерий износа фрез принять износ по задней поверхности $h_3 = 0,3$ мм, то получим стойкость, приведенную в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

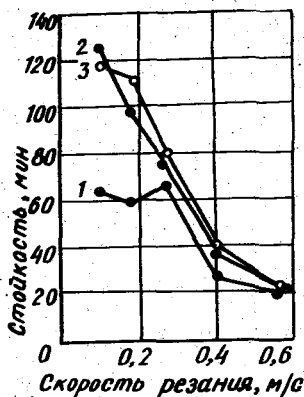
Стойкость азотированных фрез из PGM5K5

№ гр. $V, \text{ м/с}$	1	2	3	4	5	6	7
0,25	126	71	116	118	140	146	63
0,32	96	59	82	108	130	140	58
0,39	73	77	102	80	103	70	73
0,5	30	39	28	40	70	60	25
0,63	17	15	8	20	33	24	18

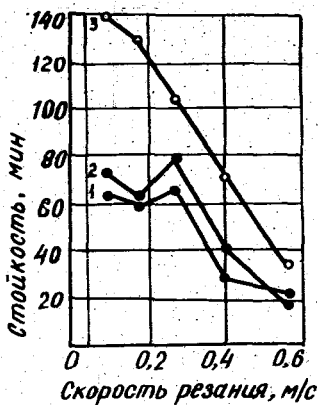
Из табл. 2 видно, что наибольшую стойкость имеют фрезы, азотированные при $t \approx 530^{\circ}\text{C}$ с применением травления. Фрезы, которые перед азотированием были обезжирены и протравлены, показали более высокую стойкость по сравнению с фрезами, обезжиренными в бензине. Особенно возрастает стойкость по сравнению с контрольными фрезами на скоростях 0,25-0,32 м/с.

В этом диапазоне скоростей стойкость азотированных фрез возросла в 2-2,5 раза по сравнению с контрольными.

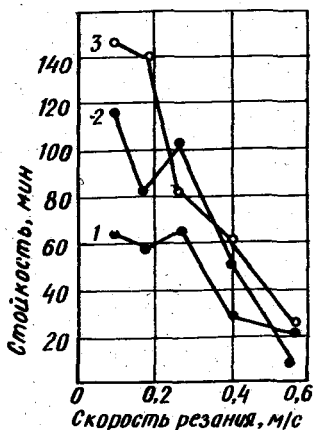
Сказанное подтверждается рисунками 1-3, на которых представлена зависимость стойкости фрез от скорости резания.



Р и с. 1. Зависимость стойкости фрез от скорости резания: обрабатываемый материал 30ХГСНА; фреза Р6М5К5, \varnothing 30 мм, $z=4$; режим резания: $t=5$ мм; $s=30$ мм/мин; температура азотирования $t=510^{\circ}\text{C}$; 1-контрольный вариант; 2-промывка в бензине



Р и с. 2. Зависимость стойкости фрез от скорости резания: обрабатываемый материал 30ХГСНА; фреза Р6М5К5, \varnothing 30 мм, $z=4$; режим резания: $t=5$ мм; $s=30$ мм/мин; температура азотирования $t=520^{\circ}\text{C}$; 1-контрольный вариант; 2-промывка в бензине; 3-травление



Р и с. 3. Зависимость стойкости фрез от скорости резания: обрабатываемый материал 30ХГСНА; фреза Р6М5К5, \varnothing 30 мм, $z=4$; режим резания: $t=5$ мм; $s=30$ мм/мин; температура азотирования $t=530^{\circ}\text{C}$; 1-контрольный вариант; 2-промывка в бензине; 3-травление

Наиболее устойчивое повышение стойкости во всем диапазоне скоростей ($v = 0,25 - 0,63$ м/с) по сравнению с контрольными фрезами наблюдается в 5-м варианте азотирования (см.рис. 2). Здесь во всем диапазоне скоростей наблюдается повышение стойкости в 2-2,5 раза.

УДК 621.95.025

Е.Н.Воронов

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МНОГОЛЕЗВИЙНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ СТУПЕНЧАТЫХ ОТВЕРСТИЙ В ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЯХ

При обработке деталей гидроавтоматики предъявляются повышенные требования к точности размеров, геометрической формы деталей и качеству обработанных поверхностей. В этих условиях роль многолезвийных комбинированных инструментов на предприятиях все более возрастает, так как их применение позволяет повысить производительность труда при одновременном повышении качества и точности обработанных отверстий.

Однако предприятия испытывают значительные трудности при использовании многолезвийных комбинированных инструментов. Эти трудности определяются, в первую очередь, отсутствием стандартов и нормативов на многолезвийные комбинированные инструменты, в связи с чем возрастает номенклатура применяемых инструментов, повышается сложность и трудоемкость их изготовления. Отсутствие нормативов по режимам резания при использовании многолезвийных комбинированных инструментов снижает их эксплуатационные качества, что в конечном счете приводит к снижению стойкости и увеличению расхода инструментов.

Анализ производственного опыта на одном из предприятий показал, что из всего многообразия изготавливаемых инструментов большую часть составляют многолезвийные комбинированные инструменты, номенклатура которых содержит свыше тысячи наименований. При этом только перовых сверл для обработки высокопрочных сталей насчитывается свыше 500 разновидностей.