

ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ СБОРНЫХ МОДУЛЬНЫХ ФРЕЗ КОНТАКТНО-РЕАКТИВНОЙ ПАЙКОЙ

В.Н. Шабалин, В.Г. Радченко, Г.А. Околович

В статье представлены материалы по разработанной в АлтГТУ технологии высокотемпературной контактно-реактивной пайки – закалки сборных модульных фрез, их лабораторных и производственных испытаниях.

Ключевые слова: контактно-реактивная пайка – закалка (КРП), сборно-паяная модульная фреза.

На многих инструментальных и машиностроительных предприятиях с целью экономии быстрорежущих сталей насадные модульные фрезы большого диаметра ($D \geq 100$ мм) изготавливают с механическим креплением режущих пластин (реек) в корпусе.

Однако, фрезы сборной конструкции с механическим креплением режущих элементов в корпусе имеют недостаточную жесткость при эксплуатации, что снижает их стойкость и точность обрабатываемых деталей. Крупно-модульные составные червячные фрезы по ГОСТ 9324-80 с механическим креплением реек в корпусе имеют заниженную стойкость и приводят к необходимости выполнения дополнительных работ при сборке зубчатых передач.

Контактно-реактивную пайку (КРП) реек насадных модульных фрез с корпусом ($m=6...8$ мм, $m=10...16$ мм, $m=18...22$ мм) проводили на специально спроектированном и изготовленном агрегате конвейерного типа для термообработки в соляных хлорбариевых ваннах (рисунок 1) при совмещении с нагревом для закалки через стальные борированные прокладки из низкоуглеродистой стали 0,8, толщиной 0,5-0,6 мм со слоем боридов 80-100 мкм [1-3].

Для режущих реек использовали полосу прокат быстрорежущей стали Р6М5, для корпусов фрез поковки из стали 45 или 40Х. Температура окончательного нагрева фрез в агрегате для пайки - закалки составляла $1230...1250$ °С, время выдержки 3...15 мин. Закалку паяемых фрез ($m=6-8$ мм) проводили в масле, фрезы большего модуля закаливали в расплаве солей ($BaCl_2$ - 50 %, $CaCl$ - 25 %, $NaCl$ - 25 %) при температуре $550-600$ °С, а затем охлаждали на воздухе. После трехкратного отпуска по одному часу при температуре $550-560$ °С фрезы проходили очистку, закалку посадочного отверстия,

шлифовку, заточку и контроль. Изготовленная по данной технологии сборно-паяная модульная фреза ($m=10$ мм) приведена на рисунке 2.

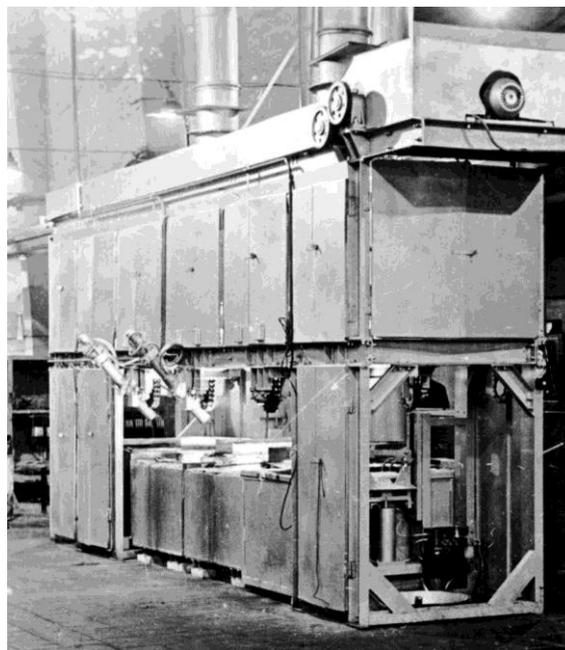


Рисунок 1 – Агрегат для высокотемпературной пайки – закалки

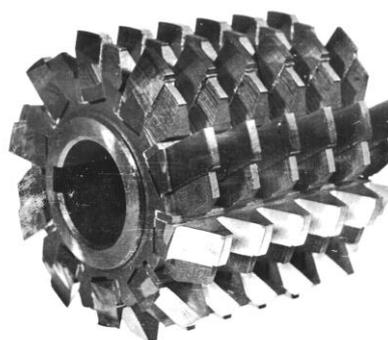


Рисунок 2 – Сборно-паяная модульная фреза (m=10 мм)

Промышленные партии паяных модульных фрез (m=6...22 мм) прошли широкие производственные испытания на различных машиностроительных предприятиях при нарезании зубчатых колес. Паяные фрезы (m=6...8 мм) испытывали на операциях нарезания зубчатых колес при скоростях резания 24...37 м/мин, подачи 1,5...2,6 мм/об и обрабатываемых материалах – сталь 20 ХГНР, 18ХГТ, 20ХНЗА с твердостью 156...211 НВ. Проведенные испытания показали, что для паяных фрез обеспечивается надежность крепления режущих реек, высокая жесткость и достигается необходимая точность обрабатываемых деталей при высокой стойкости фрез. Фрезы проходили необходимое количество переточек и работали до полного износа. Паяные фрезы с модулем (m=16...18 мм) испытывали в сравнении с фрезами, имеющими механическое закрепление реек в корпусе (ГОСТ 9324-80). Нарезание зубчатых колес проводили на зубофрезерных станках FO-25 и IWF. Обрабатываемый материал – стали 40Х, 40ХН, 20Х2Н4А, 25ХГНТА с твердостью 219...300НВ. Режимы резания: черновой проход – n=16 об/мин, Vp=13 м/мин, S=1 мм/об; чистовой проход – n=20 об/мин, Vp=17 м/мин, S =1,68 мм/об. При этом установлено, что стойкость фрез с механическим креплением режущих реек на данной операции составляла около 500 мин, а с рейками, закрепленными контактно-реактивной пайкой 600...650 мин, т.е. в 1,2...1,3 раза выше.

Повышение стойкости сборно-паяных фрез (m=20 мм) в 1,3 раза в сравнении с фрезами с механическим креплением режущих

реек было получено при обработке зубчатых колес из стали 45Л, при ширине венца 180 мм и числе нарезаемых зубьев равном 88. Режим резания: n=16 об/мин, Vp=15 м/мин и S=1,05...1,5 мм/об. Повышенная стойкость и стабильность первоначальных размеров паяных фрез (m=16 мм) на протяжении всего срока эксплуатации получено при обработке паковок из стали 34ХНМ с твердостью НВ 248...293 и литья из стали 35ХМЛ с твердостью НВ 222...274 на зубофрезерных станках мод. 5353 и мод. 5370 при скорости резания Vp=16 м/мин и S=1,6 мм/об.

С целью проверки сохранности в процессе эксплуатации первоначальной точности составных модульных фрез (m=12 мм) и фрез (m=12 мм), полученных контактно-реактивной пайкой проведены сравнительные испытания в лаборатории резания НИ-ИПТмаш. Испытания проведены на вертикально-зубофрезерном станке мод. ОГ-16. Нарезалось зубчатое колесо с характеристикой: m=12 мм, Z=70, $\beta = 5^{\circ}36'$, B=350 мм, сталь 35ХМЛ, НВ=220...260. Режим резания Vp=18 м/мин, S=3 мм/об. Время работы каждой фрезы – 2 часа. Перед нарезанием зубчатого колеса и после него обе фрезы проверялись на измерительной машине мод. WMG-11.

Для обеспечения идентичности установки фрез на измерительной оправке до и после нарезания колеса на торце инструментов и оправки были нанесены соответствующие риски. Результаты испытания фрез до и после зубофрезерования представлены в таблице.

Таблица – Результаты измерения точности сборных (ГОСТ 9324-80) и сборно-паяных (КРП) фрез m=12 мм

№ п/п	Измеряемый параметр фрезы	Результаты измерения, мкм			
		фреза сборная (мех. закрепл.)		фреза сборно-паяная (КРП)	
		до	после	до	после
1.	Наибольшая погрешность винтовой линии фрезы на 1 обороте	30	41	26	29
2.	Наибольшая погрешность винтовой линии фрезы на 3- оборотах	42	67	39	47
3.	Наибольшая погрешность винтовой линии от зуба к зубу	18	27	20	25

ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ СБОРНЫХ МОДУЛЬНЫХ
ФРЕЗ КОНТАКТНО-РЕАКТИВНОЙ ПАЙКОЙ

Продолжение таблицы 1

4.	Наибольшая погрешность осевого шага зубьев	16	19	18	18
5.	Отклонение от радиальности передней поверхности реек в сторону поднутрения	67	70	58	59
6.	Радиальное биение по наружному диаметру	35	61	35	39
7.	Радиальное биение буртиков	22	34	18	20
8.	Торцевое биение буртиков	15	23	15	16

Как видно из представленных в таблице результатов измерений, испытываемые фрезы в процессе зубофрезерования претерпевают изменения. По действием сил зажима инструмента дистанционными кольцами и в результате циклического действия сил резания происходит деформация отдельных конструктивных элементов фрез. Эти деформации наиболее ощутимы для фрез сборной конструкции. Деформация сборных фрез со вставными рейками по величине такова, что снижает точность изготовленного инструмента на один класс.

Накопленная погрешность сборно-паяных фрез (КРП) под действием нагрузок значительно меньше, чем у фрез сборной конструкции и составляет 10...12% вместо 36...60% для сборных фрез по ГОСТ 9324-80. Анализ результатов измерений показывает, что применение контактно-реактивной пайки режущих реек к корпусу позволяет получить инструмент монолитным, практически сохраняющим в процессе эксплуатации свою первоначальную точность. Это подтверждают и результаты многосторонних испытаний модульных фрез сборно-паяной конструкции в производственных условиях.

Таким образом, разработанная на кафедре «Сварочное производство» АлтГТУ технология контактно-реактивной пайки-закалки позволяет повысить точность биметаллического зуборезного инструмента на один класс и стойкость в 1,25...1,3 раза по сравнению со сборными фрезами по ГОСТ 9324-80.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.С. 406662 СССР, М. Кл. В 23 К 1/20 Способ контактно-реактивной пайки сталей / В.Н. Шабалин, В.Г. Радченко, Н.Г. Долгих, И.Н. Цысь – заявл. 4.01.72 опубл. 21.11.73 Б.И. №46

2. Шабалин В.Н., Радченко В.Г., Фридман Л.Н., Долгих Н.Г. Высокотемпературная контактно-реактивная пайка // Машиностроитель. – 1974. - №11. – С.39-40.

3. Шабалин В.Н., Радченко В.Г. Контактное плавление боридных покрытий при пайке // Вестник Алтайского научного центра Сибирской Академии наук высшей школы – 2000. - №3. – С. 61-64.

Шабалин В.Н. к.т.н., профессор, проф. каф. МБСП тел. 8(3852) 290-879;

email: svarka-biznes@mail.ru;

Радченко В.Г., д.т.н., профессор, проф. каф. МБСП тел. 8(3852)290-765,

Околович Г.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой МТнО, ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»