

Следует отметить, что наибольший рост стойкости отмечен у резцов с твердыми сплавами, имеющими пониженную прочность, но высокие потенциальные режущие свойства (Т15К6 и КНТ16). Для резцов из Т5К10 стойкость повышается незначительно. Это объясняется тем, что отказы резцов из Т15К6 и КНТ16 вызваны в первую очередь разрушением режущей части, а Т5К10 износом.

После проведения лабораторных испытаний резцов, полученных в условиях обработки наплавленной поверхности, можно сделать ряд выводов.

1. Износостойкость резцов, изготовленных на базе FeC-припоя находится на уровне или в 1,1-1,3 раза выше стандартных, паяных Cu-припоем.

2. Прочность режущей части твердосплавных резцов, паяных разработанным припоем в 1,4-2,2 раза выше стандартных. Данные результаты подтверждают предположение, что прочность режущей части инструмента в целом в значительной мере определяется жесткостью и прочностью соединения, образованного FeC-припоем.

3. Существенное повышение прочности режущей части и сохранение высокого уровня износостойкости позволит использовать для обработки наплавленных поверхностей резцы, оснащенные наиболее износостойкими твердыми сплавами Т15К6, КНТ16 при черновом и ТН20 и Т30К4 при чистовом точении.

Таким образом, обработка восстановленных наплавкой поверхностей твердосплавными резцами на базе FeC-припоя позволяет повысить производительность обработки, сократить расход режущих инструментов и обеспечивать заданные техническими условиями параметры качества обработанной поверхности.

Литература.

1. Коноводов В.В. Повышение ресурса технических изделий агропромышленного комплекса технологическими методами: монография/ НГАУ. – Новосибирск, 2010. – 378с.
2. Коноводов В.В., Глазачев С. У. Малышко А.А. Припой для пайки инструмента. Патент РФ № 2076795, 1997.
3. Каленчян К.О. Структура и свойства соединений твердый сплав-сталь при контактной сварке твердосплавного инструмента. Авто-реф. канд. техн. наук. – М., 1984. – 19 с.
4. Коноводов В.В., Малышко А.А., Глазачев С.У., Каллойда Ю.В, Совершенствование технологии изготовления паяного твердосплавного инструмента/Новые модели и технические решения в аграрном производстве.: Сб. науч. тр. / НГАУ. - Новосибирск, 1995.
5. Коноводов В.В., Каллойда Ю.В., Малышко А.А., Глазачев С.У., Лузянина З.А, Влияние напряжений на формирование структуры при кристаллизации промежуточного слоя биметаллических соединений/ Прочность и пластичность материалов в условиях внешних энергетических воздействий.: Тез. докл. IV Межд. конф./СМИ. - Новокузнецк, – 1995. - с. 189.

## **ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РЕЗЦОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ, ВОССТАНОВЛЕННЫХ НАПЛАВКОЙ**

*В.В. Коноводов, А.В. Валентов*

*Новосибирский Государственный аграрный университет*

*630039, г. Новосибирск, ул. Никитина, 147, тел.: (383) 267-35-07*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

*Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451)-6-05-37*

*E-mail: valentov@mail.ru*

Для ремонтного предприятия наиболее характерна группа способов, при которых производится наращивание изношенных поверхностей наплавкой, доля которых составляет 75-80% валового объема и 90-95% по номенклатуре. Наплавка, в сравнении с другими способами восстановления, позволяет получить на поверхности деталей слой необходимой толщины и химического состава, высокой твердости и износостойкости при относительно невысокой стоимости наращивания [1]. Одной из сложных и актуальных является задача повышения эффективности механической обработки восстановленных деталей наращиванием труднообрабатываемых материалов. Как правило, здесь проблемным вопросом становится обеспечение стойкости и ресурса режущих инструментов, особенно для черновых операций.

Тяжелые условия обработки поверхностей, восстановленных наплавкой, вызывают разрушение режущей части инструмента (68-94%), интенсивный износ, в 2-4 раза превосходящий общемашиностроительные нормы, при этом наблюдается снижение скорости резания на 15-25% [1]. Низкие стойкость резцов и производительность при обработке восстановленной наплавкой деталей обусловлена недостаточной прочностью режущей части инструмента.

Повышение прочности инструмента можно обеспечить двумя способами: адаптивно изменяя геометрию инструмента в процессе обработки, или применяя специальные условия изготовления инструмента.

К первому способу можно отнести резцы (рис.1), способные изменять геометрию непосредственно в процессе резания [2]. При обработке заготовки на режущий элемент 3 воздействует сила резания. При нормальных условиях резания упругости прокладки 4 (фиг.1), перемычки 7 (фиг.2) и пружины 9 (фиг.3) достаточно для обеспечения жесткости системы инструмент-деталь.

В случае попадания в зону резания наплывов, сварных швов, неоднородностей металла заготовки и т.д., сила резания возрастает и уже упругости прокладки 4, перемычки 7 и пружины 9 недостаточно, поэтому происходит их деформация и режущий элемент 3 отклоняется вниз (по вертикали), изменяя тем самым главный передний угол, и процесс резания протекает в более благоприятных условиях. Таким образом, обеспечиваются оптимальные условия обработки наплавленных и неоднородных поверхностей. Проведенные лабораторные испытания предлагаемых инструментов выявили повышение стойкости инструмента на 86% по сравнению с базовыми моделями, однако, применение инструментов на основе WC приводит к быстрому затуплению и износу рабочей поверхности.

При проведении экспериментов с безвольфрамовыми твердыми сплавами износ незначителен, но механическое крепление пластинки к корпусу резца вызывает частые разрушения режущей части.

Ко второму способу повышения прочности лезвийного инструмента относятся специально подготовленные инструменты. В частности, к таким инструментам можно отнести инструменты, паянные на железоуглеродистый припой [3]. Фактором, определяющим эффективность применения FeC-припоев является их высокая активность взаимодействия по отношению к стали и компонентам твердых сплавов. FeC-припой из-за этого обладает хорошей смачиваемостью по отношению к металлам связки и карбидам твердых сплавов. Известно [4], что железо в жидкой фазе полностью смачивает кристаллы WC, которые являются основой большинства твердых сплавов, краевой угол смачивания  $\theta^0$  равен нулю, а также достаточно хорошо смачивает карбиды других элементов (TiC, NbC, NiC и др.), входящих в состав твердых сплавов. FeC-припой характеризуется полной смачиваемостью металлов связки (Co, Ni, Mo) и образует с ними, как правило, непрерывный ряд растворов. Медные припои при этом взаимодействуют только со связкой, в системе WC-Cu смачиваемость и растворимость весьма ограничены, а в системе (TiC-WC)-Cu смачиваемость и растворимость отсутствуют, чем и объясняется плохая паяемость твердых сплавов с пониженным содержанием Co и безвольфрамовых твердых сплавов.

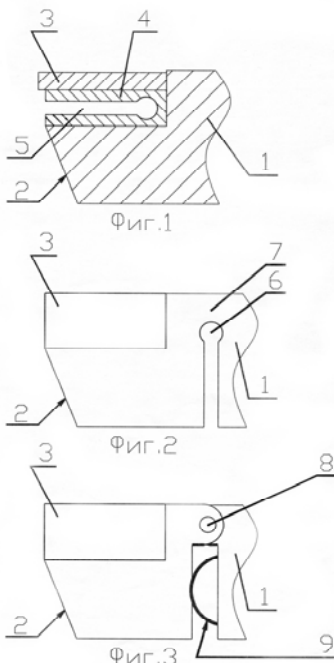


Рис. 1. Резцы с адаптивно изменяемой геометрией

Следовательно, при пайке FeC-припоем будет иметь место активный объемно-диффузионный характер взаимодействия припоя со сталью и твердым сплавом [5]. Данное обстоятельство обеспечивает хорошую паяемость FeC-припоями различных твердых сплавов, в частности безвольфрамовых твердых сплавов (ТН20, КНТ16).

Действительно, при металлографическом исследовании образцов в нетравленном состоянии (рис. 2) наблюдается хорошая адгезия FeC-припоя как с материалом державки, так и с материалом режущей части.

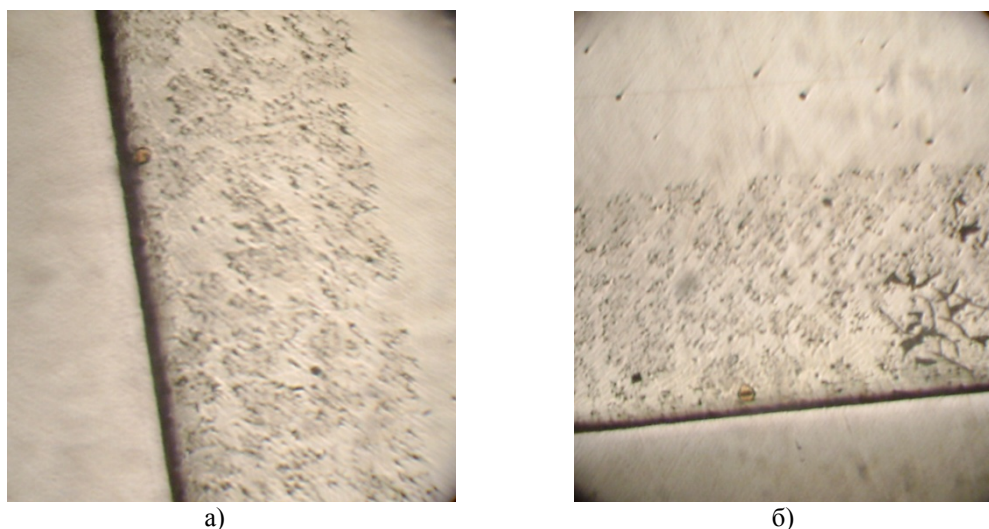


Рис. 2. Фотографии микрошлифов x100  
а) безвольфрамовый твердый сплав КНТ 16 – FeC-припой – державка.  
б) безвольфрамовый твердый сплав ТН 20 – FeC-припой – державка.

Повышение износостойкости определяется более высокой интенсивностью теплоотвода через паяное соединение в сравнении с механическим контактом, высокой жесткостью и сопротивлением ползучести режущей части, паяной FeC-припоем, благоприятным характером напряжений в режущем элементе.

Лабораторные испытания резцов, изготовленных на базе FeC-припоя по разработанной технологии, проводили относительным методом, основанном на сравнении их режущих свойств со стандартными резцами, паяными Si-припоями. Испытания проводили в соответствии с методикой, предусматривающей определение относительных показателей прочности и износостойкости. Оценка показателей произведена расчетом коэффициентов прочности ( $K_{пр}$ ) и стойкости ( $K_{ст}$ ). Режущие свойства инструментов определены при обработке точением поверхности, наплавленной электродом Нп-30ХГСА под слоем флюса АН-348А. Результаты лабораторных испытаний резцов приведены в таблице 1.

Анализ проведенного сравнительного эксперимента позволяет заключить, что стойкость резцов из Т15К6 и КНТ16, паяных FeC-припоем составляет более 60 мин при скорости резания соответственно 65-100 м/мин и 95-110 м/мин. Стойкость стандартных резцов находится на уровне до 30 мин, что достаточно хорошо согласуется с известными данными и практикой ремонтного производства.

Таблица 1

Результаты сравнительных лабораторных испытаний резцов  
при точении наплавленной поверхности

| Марка инструментально-го материала | Резцы паяные АНМЦ 06-4-2 |                        | Резцы паяные FeC-припоем |                 |                 |                 |                 |                 |
|------------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                    | Режущая пластина, формы  |                        |                          |                 |                 |                 |                 |                 |
|                                    | 01391 (1)                |                        | 01391                    |                 | 01651 (2)       |                 | 02631 (3)       |                 |
|                                    | T, мин                   | S <sub>p</sub> , мм/об | K <sub>ст</sub>          | K <sub>пр</sub> | K <sub>ст</sub> | K <sub>пр</sub> | K <sub>ст</sub> | K <sub>пр</sub> |
| ВК8                                | 9,2                      | 1,64                   | 1,0                      | 1,4             | 1,0             | 1,5             | 1,1             | 1,3             |
| Т5К10                              | 12,4                     | 1,50                   | 1,0                      | 1,5             | 1,1             | 1,6             | 1,2             | 1,4             |
| Т15К6                              | 21,0                     | 0,86                   | 1,1                      | 1,8             | 1,2             | 2,1             | 1,3             | 1,5             |
| Т30К4                              | 18,6                     | 0,56                   | 1,0                      | 2,0             | 1,1             | 1,9             | 1,3             | 1,6             |
| КНТ16                              | 22,7                     | 0,69                   | 1,0                      | 2,2             | 1,2             | 1,8             | —               | —               |
| ТН20                               | 19,6                     | 0,72                   | 1,1                      | 1,9             | 1,2             | 1,7             | —               | —               |

Следует отметить, что наибольший рост стойкости отмечен у резцов с твердыми сплавами, имеющими пониженную прочность, но высокие потенциальные режущие свойства (Т15К6 и КНТ16). Для резцов из Т5К10 стойкость повышается незначительно. Это объясняется тем, что отказы резцов из Т15К6 и КНТ16 вызваны в первую очередь разрушением режущей части, а Т5К10 износом.

После проведения лабораторных испытаний резцов, полученных в условиях обработки наплавленной поверхности, можно сделать ряд выводов.

1. Износостойкость резцов, изготовленных на базе FeC-припоя находится на уровне или в 1,1-1,3 раза выше стандартных, паяных Cu-припоем.
2. Прочность режущей части твердосплавных резцов, паяных разработанным припоем в 1,4-2,2 раза выше стандартных. Данные результаты подтверждают предположение, что прочность режущей части инструмента в целом в значительной мере определяется жесткостью и прочностью соединения, образованного FeC-припоем.
3. Существенное повышение прочности режущей части и сохранение высокого уровня износостойкости позволит использовать для обработки наплавленных поверхностей резцы, оснащенные наиболее износостойкими твердыми сплавами T15K6, KНТ16 при черновом и ТН20 и Т30К4 при чистовом точении.

Таким образом, обработка восстановленных наплавкой поверхностей твердосплавными резцами на базе FeC-припоя позволяет повысить производительность обработки, сократить расход режущих инструментов и обеспечивать заданные техническими условиями параметры качества обработанной поверхности, а в комбинации со способом адаптивного изменения геометрии значительно увеличить стойкость инструмента.

Литература.

1. Коноводов В.В. Повышение ресурса технических изделий агропромышленного комплекса технологическими методами: монография/ НГАУ.–Новосибирск, 2010. – 378с.
2. Валентов А.В., Ретюнский О.Ю. Патент на полезную модель № 42000 по заявке № 2004109359/22 29.03.2004 Опубликовано 20.11.2004 Бюллетень № 32
3. Коноводов В.В., Глазачев С. У. Малышко А.А. Припой для пайки инструмента. Патент РФ № 2076795, 1997.
4. Каленчян К.О. Структура и свойства соединений твердый сплав-сталь при контактной сварке твердосплавного инструмента. Авто-реф. канд. техн. наук. – М., 1984. – 19 с.
5. Коноводов В.В., Малышко А.А., Глазачев С.У., Каллойда Ю.В, Совершенствование технологии изготовления паяного твердосплавного инструмента/Новые модели и технические решения в аграрном производстве.: Сб. науч. тр. / НГАУ. - Новосибирск, 1995.

### **ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНОЙ ПОГИБИ НА НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДКРЕПЛЕННЫХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПЛАСТИН С УЧЁТОМ НЕЛИНЕЙНОСТИ**

*М.О. Моисеенко, к.т.н., доц., О.Н. Попов, к.т.н., доц., Т.А. Тренутнева, ст.преп.  
Томский архитектурно-строительный университет  
634003, г. Томск, Соляная пл.2, тел.(3822)-65-98-47  
E-mail: ММО77@mail.ru*

На основе разработанного авторами алгоритма расчета подкрепленных гибких пластинчатых элементов конструкций с учетом физической нелинейности [1-3] проведен расчет и анализ напряженно-деформированное состояние (НДС) несимметрично нагруженной пластины из материала – Ст.3 относительной толщиной  $h/a = 1/50$  ( $h = 1$  см.). В центре пластины поставлено ребро размером  $b_p \times h_p = 4 \times 4$  см. с эксцентриситетом. Пластина имеет начальный прогиб  $W_n$  (рис. 1, а).

$$W_n(x, y) = W_0 F_1(x)F_2(y) \quad (1)$$

Здесь  $F_1(x) = \sin \pi x$  при  $(0 \leq x \leq 1)$ ,  $F_2(y) = \eta \sin 0.25\pi(1 + \eta y)$  при  $(-1 \leq y \leq 1)$ ;  $\eta = 1$  при  $k = 1$ ;  $\eta = -1$  при  $k = 2$  ( $k$  – номер панели).  $W_0$  – максимальный начальный прогиб центра пластины, находится в месте постановки ребра. Рассматривались случаи когда  $W_0 = -0,5h$ ;  $0$ ;  $+0,5h$ .  $W_s$  – перемещение пластины, получаемое суммированием начального и дополнительного прогиба от нагрузки:  $W_n, W$ .