

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СХЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ РЕЗЦОВ С ТАНГЕНЦИАЛЬНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ПЛАСТИН

Полупан И.И., Гузенко В.С., Колот А.В., Миранцов С.Л.

(ДГМА, ЗАО НПО «МИНЭТЭК», г. Краматорск, Украина)

### Введение

Процесс обработки профиля колесных пар подвижного состава и локомотивов часто сопровождается отказом инструмента в виде сколов и поломок режущей пластины. Поломки сборного режущего инструмента [1], а также его элементов повышают себестоимость колесотокарной обработки и снижают ее производительность.

Анализ размеров разрушений тангенциальных пластин показал, что сколы и поломки режущего лезвия составляют до 80% всех отказов инструмента. Как показано на рисунке 1, выкрашивания и поломки по ширине величиной 2,5 мм имеют наибольший процент. По длине наибольший процент выкрашиваний приходится на величину 3 мм, однако здесь можно наблюдать еще один пик, соответствующий величине 17 мм, что объясняется наличием у пластины отверстия.

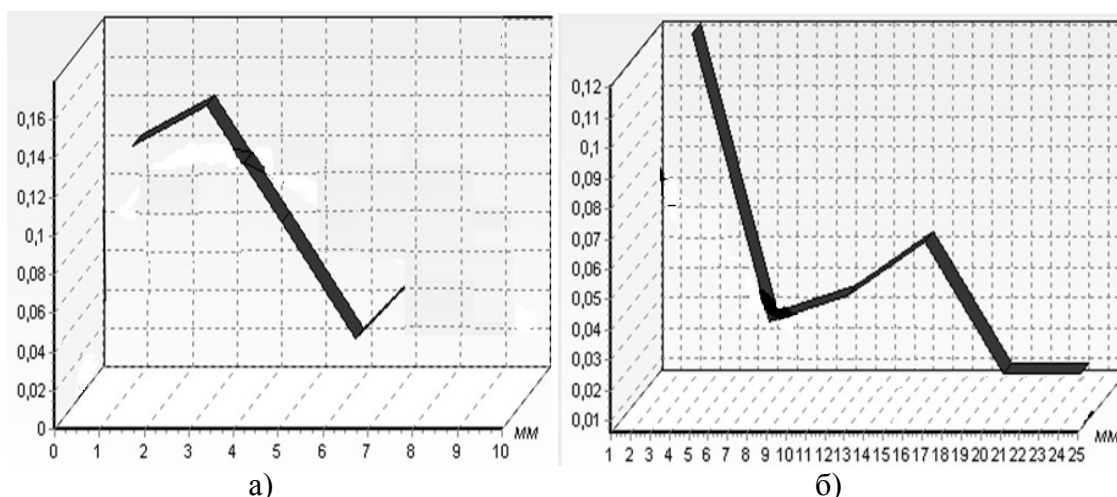


Рис.1. Распределение размеров выкрашиваний по ширине (а) и длине (б)

Целью работы является исследование влияния схемы крепления тангенциально расположенных режущих пластин на прочность резцов.

### Основное содержание работы

В качестве базовой конструкции был принят сборный резец (см. рис. 2) с тангенциальным расположением режущей пластины, использующийся при обработке колесных пар подвижного состава в вагонных депо г. Красный Лиман и г. Дебальцево. Базовая конструкция состоит из режущей пластины 1, установленной тангенциально в пазу корпуса 2. Режущая пластина 1 закреплена прихватом 4 сверху. Недостатком базовой конструкции является то, что закрепление режущей пластины по опорной поверхности осуществляется прижатием пластины со стороны передней поверхности на участке, оппозитном рабочей вершины режущего лезвия.

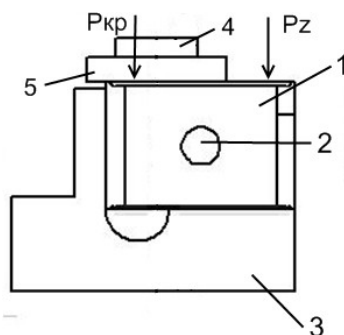


Рис. 2. Базовая конструкция сборного реза с тангенциальным расположением пластины

Под действием силы резания и температурных факторов происходит существенная деформация опорной зоны гнезда корпуса под режущей пластиной, в результате чего происходит опускание опорной зоны, что приводит к образованию зазора между режущей пластиной и корпусом.

Анализ прочности базовой конструкции сборного реза проводился путем расчета напряженно-деформированного состояния режущей части инструмента методом конечных элементов [2] с учетом сил контактного взаимодействия между элементами сборной конструкции, а также зазоров и сил трения.

В качестве примера на рисунке 3 приведено распределение нормальных напряжений  $\sigma_z$  в продольных сечениях режущей пластины.

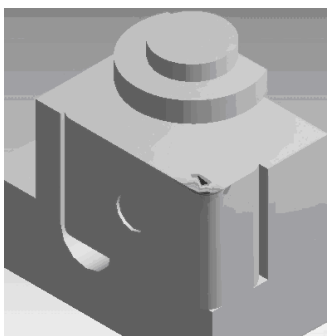


Рис.3. Пример расчета нормальных напряжений  $\sigma_z$  в продольных сечениях режущей пластины

Схема расположения сечений, в которых исследовалось напряженно-деформированное состояние режущей части пластины, представлена на рисунке 4.

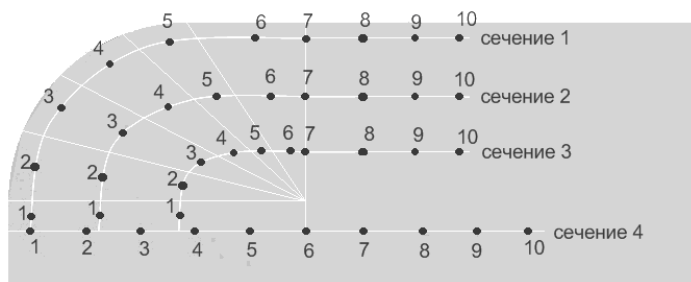


Рис. 4. Исследуемые сечения режущей части сборного инструмента

Здесь сечение 1 бралось на расстоянии 0,5 мм от режущей кромки, а следующие сечения 2, 3, 4 – через 1 мм каждое соответственно.

Расчеты производились для следующих режимов резания:  $v = 12$  об/мин,  $s = 2$  мм/об,  $t = 5$  мм, величины составляющих силы резания рассчитывались согласно методикам, описанных в [3] и для данных режимов резания составила:  $P_x = 3900$  Н,  $P_y = 3950$  Н,  $P_z = 9150$  Н.

На рис. 5 представлено распределение эквивалентных напряжений, а также нормальных напряжений  $\sigma_z$  базовой конструкции сборного инструмента.

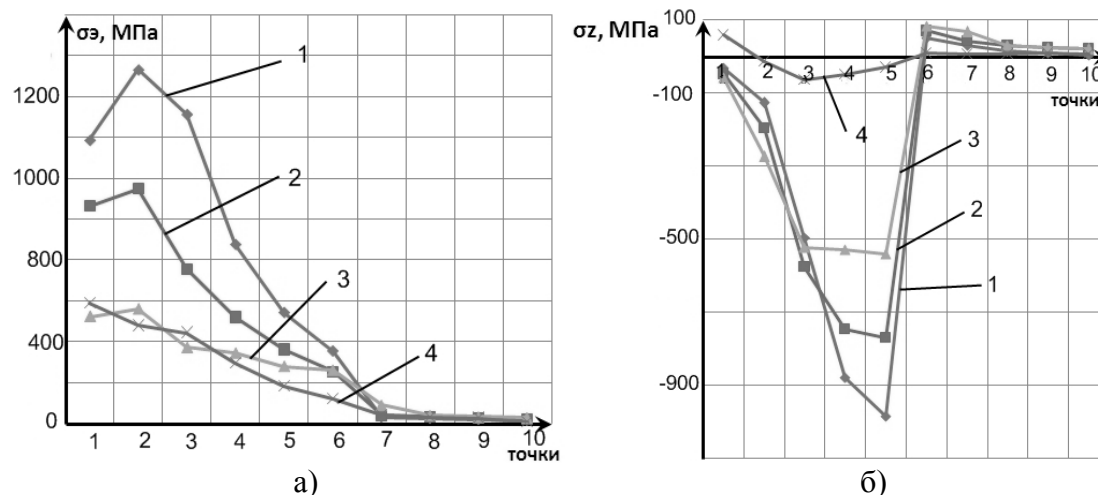


Рис. 5. Распределение эквивалентных напряжений  $\sigma_3$  (а) и нормальных  $\sigma_z$  (б) в продольных сечениях режущей пластины:  
1 - сечение 1, 2 - сечение 2, 3 - сечение 3, 4 - сечение 4

Анализ нормальных напряжений показал, что в сечении 1 вблизи режущей кромки сжимающие напряжения достигают своего максимального значения  $\sigma_x = 1300$  МПа в окрестности точек 4 и 5,  $\sigma_y = 2068$  МПа – в окрестности точки 3,  $\sigma_z = 985$  МПа – в окрестности точки 5; нормальные напряжения  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  в точке 7, а  $\sigma_z$  в точке 6 переходят в растягивающие напряжения. Величина эквивалентных напряжений в сечении 1 достигает своего максимального значения  $\sigma_3 = 1735$  МПа в окрестности точки 2. В сечении 2 сжимающие напряжения достигают своего максимального значения  $\sigma_x = 940$  МПа в окрестности точек 4 и 5,  $\sigma_y = 1359$  МПа – в окрестности точки 2, что оказывает влияние на максимальную величину эквивалентных напряжений в этой точке  $\sigma_3 = 1150$  МПа,  $\sigma_z = 769$  МПа – в окрестности точки 5; нормальные напряжения  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  в точке 7, а  $\sigma_z$  в точке 6 переходят в растягивающие напряжения. В сечении 3 сжимающие напряжения достигают своего максимального значения  $\sigma_x = 536$  МПа в окрестности точки 3,  $\sigma_y = 758$  МПа – в окрестности точки 3,  $\sigma_z = 540$  МПа – в окрестности точки 5; нормальные напряжения  $\sigma_x$  и  $\sigma_y$  в точке 7 переходят в растягивающие напряжения и не оказывают существенного влияния на прочность пластины, тогда как нормальные напряжения  $\sigma_z$  в точке 6 переходят в растягивающие напряжения и достигают своего максимального значения  $\sigma_z = 68$  МПа. Величина эквивалентных напряжений в сечении 3 достигает своего максимального значения  $\sigma_3 = 564$  МПа в окрестности точки 2. В сечении 4 сжимающие напряжения достигают своего максимального значения  $\sigma_x = 247$  МПа в окрестности точки 1,  $\sigma_y = 338$  МПа – в окрестности точки 2, нормальные напряжения  $\sigma_z$  в точке 1 имеют растягивающий характер и принимают здесь максимальное значение  $\sigma_z = 59$  МПа, что оказывает влияние на максимальную величину эквивалентных напряжений в

этой точке  $\sigma_z = 590$  МПа, далее они принимают сжимающий характер со 2-й по 6-ю точки, достигая максимального значения  $\sigma_z = 63$  МПа в окрестности точки 3; а с 6-й точки принимают опять растягивающий характер, нормальные напряжения  $\sigma_x$  и  $\sigma_y$  в точке 7 переходят в растягивающие напряжения и не имеют сильного влияния на изгиб пластины.

Таким образом, по мере удаления от режущей кромки величина сжимающих напряжений уменьшается, а растягивающих увеличивается. Максимальные растягивающие напряжения достигают своего значения за контактной зоной на расстоянии 3,5 мм от режущей кромки, что соответствует участку 6-7 сечения 3.

Для устранения указанных недостатков была предложена усовершенствованная конструкция сборного режущего инструмента с тангенциальным креплением пластины [4], представленная на рисунке 6.

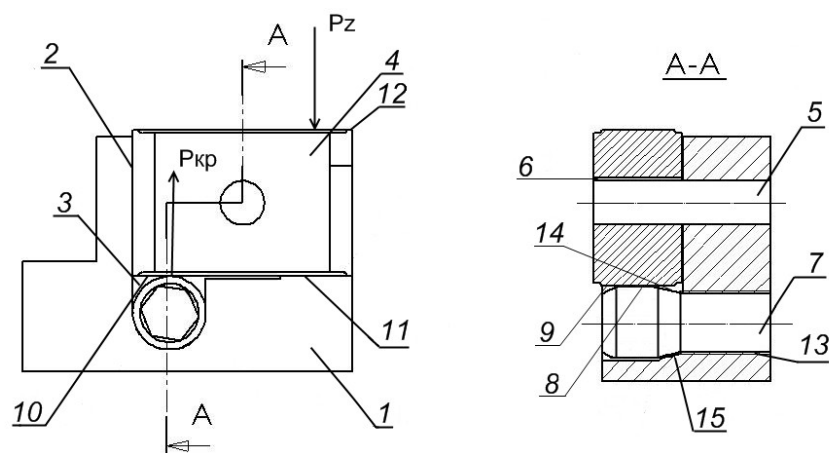


Рис. 6. Усовершенствованная конструкция сборного резца с тангенциальным расположением пластины

Сборный режущий инструмент усовершенствованной конструкции состоит из корпуса 1, тангенциально установленной в гнезде 2 корпуса 1, который содержит отверстие 3, режущей пластины 4, неподвижного штифта 5, сопряженного с отверстием 6 режущей пластины 4, и зажимного элемента 7. Прижимной участок 8 зажимного элемента 7 контактирует с участком 9 опорной поверхности 10 режущей пластины 4, расположенной оппозитно контактирующей с опорной поверхностью 10 поверхностью 11 гнезда 2, который находится под режущей вершиной 12 пластины 4. Зажимной элемент 7 сопряжен с корпусом 1 по резьбовому участку 13 и контактирует своим коническим участком 14 с коническим участком 15 отверстия 3 гнезда 2 корпуса 1. Зажимной элемент 7 при перемещении в резьбовом участке 13 взаимодействует своим коническим участком 14 с коническим участком 15 отверстия 3 корпуса 1 и прижимным участком 8 с опорной поверхностью 10 режущей пластины 4, а также одновременно прижимая режущую пластину 4 через отверстие 6 к штифту 5 и по опорной поверхности 10 режущей пластины 4 к поверхности 11 гнезда 2 корпуса 1.

В усовершенствованной конструкции сила закрепления головки винта  $P_{кр}$  и составляющая силы резания  $P_z$  создают момент силы, который постоянно прижимает пластину к опорной поверхности, не позволяя образоваться зазору между ними.

Анализ напряженно-деформированного состояния режущей пластины усовершенствованной конструкции показывает снижение эквивалентных и нормальных напряжений во всех сечениях. Так, в сечении 1 максимальные эквивалентные напряже-

ния уменьшились до  $\sigma_3=1500$  МПа, в сечении 2 – до  $\sigma_3=1250$  МПа, в сечении 3 – до  $\sigma_3=534$  МПа, в сечении 4 – до  $\sigma_3=517$  МПа.

В качестве примера на рис. 7 представлен сравнительный анализ распределения эквивалентных  $\sigma_3$  и нормальных  $\sigma_z$  напряжений в сечении 3. Из рисунка видно, что нормальные напряжения в наиболее опасном сечении (на расстоянии 3,5 мм от режущей кромки) существенно уменьшились, а сами растягивающие напряжения распределены более равномерно вдоль сечения.

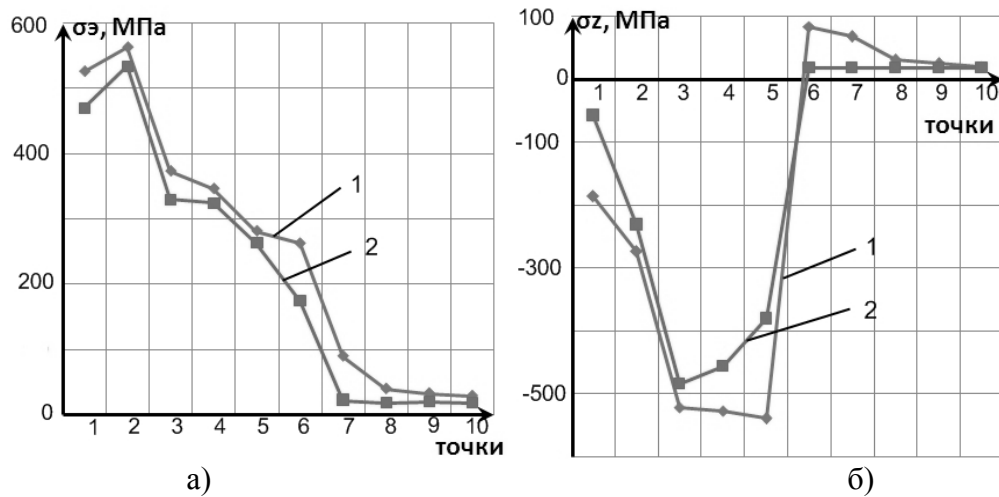


Рис. 7. Сравнительный анализ распределения эквивалентных  $\sigma_3$  (а) и нормальных  $\sigma_z$  (б) напряжений в сечении 3: 1 - базовая конструкция, 2 - усовершенствованная конструкция

Сравнительный анализ величин эквивалентных  $\sigma_3$  и нормальных  $\sigma_z$  напряжений в точках максимальных величин напряжений (для эквивалентных напряжений – это точки 2, а для нормальных напряжений  $\sigma_z$  – это точки 5) в сечениях, представленный на рисунке 8 показал, что в усовершенствованной конструкции имеет место намного меньший диапазон значений напряжений: для эквивалентных напряжений он в среднем снизился на 200 МПа, а для нормальных  $\sigma_z$  – на 100 МПа.

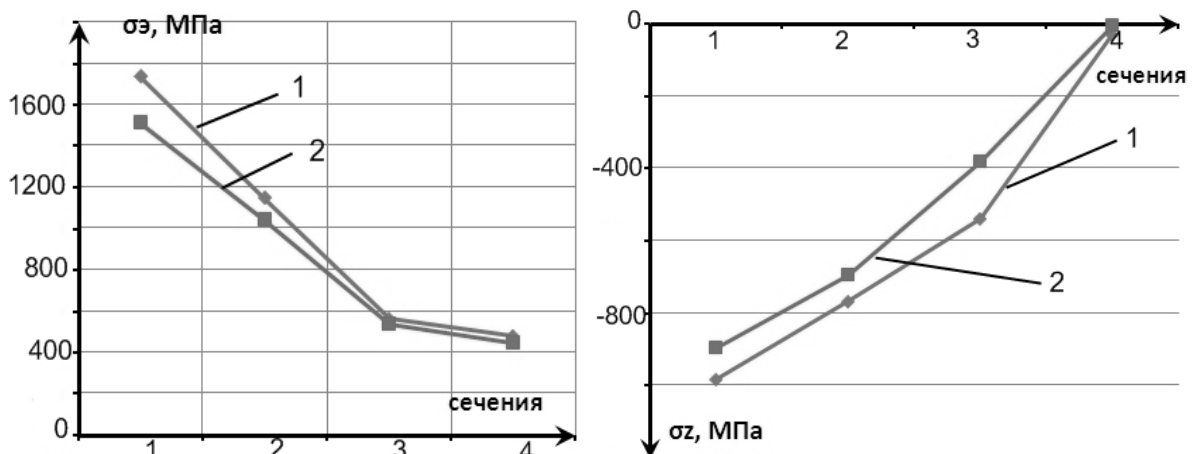


Рис. 8. Сравнительный анализ распределения эквивалентных  $\sigma_3$  и нормальных  $\sigma_z$  напряжений в окрестности точек максимальных значений в сечениях: 1 - базовая конструкция, 2 - усовершенствованная конструкция

## Выводы

Применение усовершенствованной конструкции сборного режущего инструмента позволяет повысить жесткость крепления и стойкость инструмента за счет гарантированного прижима режущей пластины по опорной поверхности под вершиной к базовой поверхности гнезда корпуса.

Максимальные эквивалентные напряжения режущей части усовершенствованной конструкции сборного резца уменьшились на 14%, в сечении 2 – на 9%, в сечении 3 – на 5%, в сечении 4 – на 12%. Существенно уменьшились нормальные растягивающие напряжения  $\sigma_z$  в наиболее опасном сечении.

**Список литературы:** 1. Хае Г.Л., Гах В.М., Гузенко В.С. и др. Сборный твердосплавный инструмент. - М.: Машиностроение, 1989.- 256 с. 2. Астафьев В.А. Расчет динамической прочности режущего инструмента. – М.: Машиностроение, 1979. – 168 с. 3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т 2. А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков. – М.: Машиностроение, 1989.- 657 с. 4. Заявка на корисну модель «Збірний різальний інструмент», МПК В23В27/16, № u 2009 04245 від 29.04.2009 р.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СХЕМИ КРІПЛЕННЯ НА МІЦНІСТЬ РІЗЦІВ З ТАНГЕНЦІАЛЬНИМ РОЗТАШУВАННЯМ ПЛАСТИН

Полупан І.І., Гузенко В.С., Колот О.В., Миранцов С.Л.

Запропонована удосконалена конструкція збірного різального інструменту з тангенціальним розташуванням пластины, який призначений для обробки колісних пар рухомого складу. Введення нового конструктивного елемента до вузла закріплення збірного різця дозволило значно знизити нормальні напруження у небезпечному перетині різальної частини зазначеного інструменту.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СХЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ РЕЗЦОВ С ТАНГЕНЦИАЛЬНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ПЛАСТИН

Полупан И.И., Гузенко В.С., Колот А.В., Миранцов С.Л.

Предложена усовершенствованная конструкция сборного режущего инструмента с тангенциальным расположением пластины, предназначенного для обработки колесных пар подвижного состава. Введение нового конструктивного элемента в узел крепления сборного резца позволило существенно снизить нормальные напряжения в опасном сечении режущей части данного инструмента.

## RESEARCH OF INFLUENCE OF CHART OF FASTENING ON DURABILITY OF CUTTING TOOL WITH TANGENTIAL LOCATION OF PLATES

Polupan I.I., Guzenko V.S., Kolot A.V., Mirantsov S.L.

The improved construction of collapsible toolpiece is offered with the tangential location of plate, intended for treatment of wheel pairs of rolling stock. Introduction of new structural element to the fastening joint of collapsible cutter allowed substantially to reduce normal tensions in the weak section of cutting part of this tool.

*Рецензент: к.т.н. Гринёв Ю.А.*