

УДК 621.79:674.05

**А. В. Алифанов**, доктор технических наук, заведующий отделом (ФТИ НАН Беларуси);  
**А. М. Милюкова**, кандидат технических наук, заведующая лабораторией (ФТИ НАН Беларуси);  
**Н. В. Бурносков**, кандидат технических наук, доцент (БГТУ)

### МОДЕРНИЗИРОВАННАЯ КОНСТРУКЦИЯ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЗАГОТОВКИ ОСЕВОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Разработаны и научно обоснованы новые конструкции биметаллических заготовок различного осевого дерево- и металлорежущего инструмента, получаемых совместным горячим выдавливанием из инструментальных сталей (P6M5 и 40X). Различие предлагаемых конструкций заготовок связано с назначением соответствующих инструментов. Применяемая ресурсосберегающая технология получения биметаллических заготовок инструмента позволяет уменьшить расход быстрорежущей стали, увеличить прочность соединения рабочей и хвостовой частей заготовок.

The development and scientific foundation has been made of new-design bimetallic billets of different axial wood- and metal- cutting tools made by hot extrusion of tool steel combination (P6M5 and 40X). Difference in suggested billet designs is associated with the appointment of corresponding tools. The used resource-saving technology of fabricating the tool bimetallic billets makes it possible to decrease the consumption of high-speed steel and to increase the junction strength of billet operating and tail parts.

**Введение.** Осевой режущий инструмент (сверла, метчики, фрезы и др.) наиболее широко применяется в металло- и деревообрабатывающей промышленности. Обычно он изготавливается из высоколегированных инструментальных сталей и твердых сплавов. Для экономии инструментальной стали его рекомендуется выполнять составным: рабочую часть – из быстрорежущей стали P6M5, хвостовик – из более дешевых конструкционных сталей 45, 40X. Соединение частей можно осуществить с применением сварки трением, электроконтактной сварки, пайки. Однако эти методы обладают рядом серьезных недостатков: смещение сваренных торцов, непровар, микротрещины, образование хрупкой зоны обезуглероженного слоя, которые приводят к снижению прочности и стойкости инструмента. Последующее формообразование рабочей (режущей) части резанием повышает трудоемкость изготовления, расход инструментальной стали, а также повышает вероятность получения бракованных изделий из-за неравномерности по высоте режущих кромок.

В Физико-техническом институте НАН Беларуси разработан прогрессивный метод получения биметаллической заготовки (БЗ) осевого режущего инструмента горячим выдавливанием через профильную матрицу с обжатием и одновременным формообразованием рабочей части заготовки. При этом потери дорогостоящей инструментальной стали сводятся к минимуму за счет пластического перераспределения деформируемого материала и исключения процесса фрезерования стружечных канавок.

**Обоснование исследования.** Анализ современных технологий получения режущих инструментов, в том числе в биметаллическом исполнении, показал, что традиционные мето-

ды формообразования рабочей части резанием не решают проблему экономии инструментальных высоколегированных сталей, приобретаемых за рубежом. Методы поверхностного упрочнения повышают износостойкость режущего инструмента, однако не оказывают влияния на его объемное упрочнение. Осевой режущий инструмент при эксплуатации испытывает высокие сжимающие и крутящие нагрузки, которые часто приводят к поломкам, поэтому для такого инструмента необходимы повышенные механические свойства по всему объему. В настоящее время наиболее часто применяется способ изготовления биметаллической заготовки осевого режущего инструмента из разнородных сталей, заключающийся в получении неразъемного соединения сваркой трением. Однако формообразование его рабочей (режущей) части производится резанием, что приводит к рациональному расходу стали в стружку, а также к проявлению недостатков, отмеченных выше.

**Конструкции дереворежущего концевоего инструмента.** Наиболее распространенные осевые инструменты, используемые в деревообрабатывающей промышленности (фрезы и сверла), имеют цилиндрическую форму, а их конструкция включает режущую рабочую часть и хвостовик для крепления в державке (рис. 1, 2).

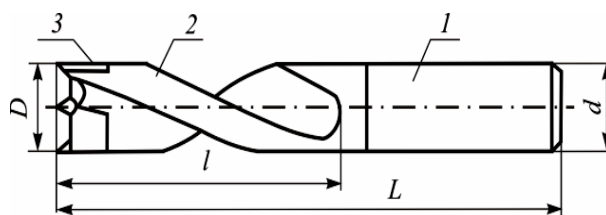


Рис. 1. Сверло спиральное:  
 1 – хвостовик сверла; 2 – режущая часть;  
 3 – упрочняющие элементы

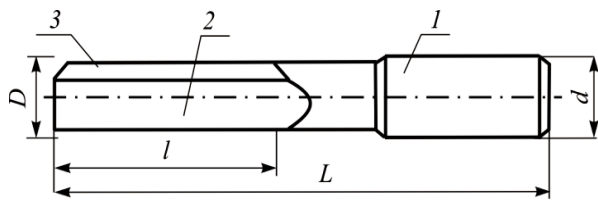


Рис. 2. Фреза концевая:  
1 – хвостовик фрезы; 2 – режущая часть;  
3 – упрочняющие элементы

Процесс получения составных биметаллических заготовок осевого инструмента горячим пластическим формообразованием позволяет снизить расход высоколегированной инструментальной стали, сократить операции резания, улучшить структуру стали и, соответственно, повысить механические свойства изделий.

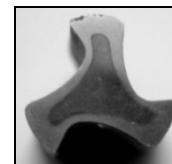
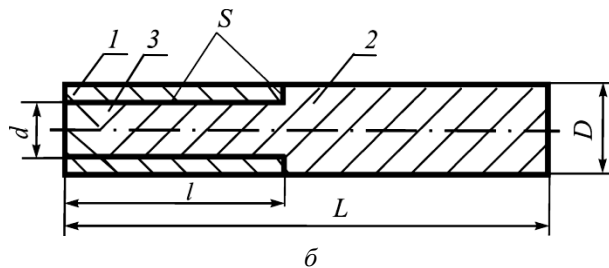
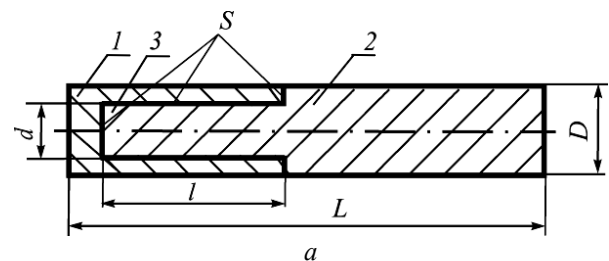
Авторами разработаны конструкции БЗ для различных видов осевого дерево- и металлорежущего инструмента [1, 2] и способ получения заготовок [3].

Ступенчатая конструкция БЗ осевого инструмента (рис. 3, а, б) разработана с целью увеличения площади физического контакта поверхностей рабочей и хвостовой частей, что в процессе деформирования увеличивает прочность соединения, показанного на рис. 3, в, г.

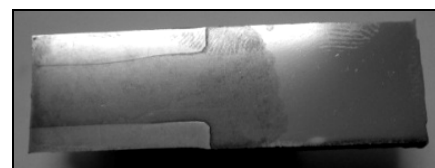
На рис. 3, а представлена БЗ режущего инструмента, состоящая из соединенных между собой рабочей части, выполненной из прутка быстрорежущей стали с образованным в ней глухим отверстием, и хвостовика, изготовленного из прутка конструкционной стали. Сплошная часть, находящаяся позади глухого отверстия в рабочей части, необходима для изготовления сверл, у которых заостренная торцевая часть является также режущей. Для изготовления заготовок таких видов металлорежущего инструмента, как метчик, зенкер, развертка, концевая фреза, предложена конструкция, представленная на рис. 3, б. Так как рабочие (режущие) элементы перечисленных инструментов находятся только на внешней цилиндрической поверхности рабочей части инструмента, то нет необходимости в наличии сплошного торца с высокими прочностными свойствами. Таким образом, рабочую часть можно изготавливать из быстрорежущей стали в виде втулки со сквозным отверстием, что упрощает технологию изготовления биметаллической заготовки при производстве таких видов осевого режущего инструмента, как метчик, концевая фреза, зенкер, развертка и др.

В процессе эксплуатации осевой режущий инструмент, например сверло, подвергается воздействию крутящего момента и напряжения сдвига. Стойкость составного инструмента к воздействию этих нагрузок определяется проч-

ностью соединения рабочей и хвостовой частей, и ее можно увеличить, если повысить прочность их соединения. При условии одинаковых адгезионных свойств соединяемых частей биметаллической заготовки прочность их соединения зависит от площади соединения: чем больше площадь физического контакта частей заготовок, тем выше прочность соединения. В процессе последующего формообразования рабочей части инструмента, например путем горячего выдавливания, площадь контакта увеличивается дополнительно за счет изменения формы (удлинения) рабочей части. В результате площадь соединения и его прочность значительно возрастают.



в



г

Рис. 3. Биметаллическая заготовка (БЗ) осевого режущего инструмента:  
а – конструкция БЗ сверла в сборе для горячего пластического формообразования;  
б – конструкция БЗ метчика и др. в сборе для горячего пластического формообразования;  
в – поперечное сечение БЗ; г – продольное сечение БЗ;  
1 – рабочая часть; 2 – хвостовик;  
3 – цилиндрический выступ хвостовика;  
S – площадь соединения контактных поверхностей;  
d – диаметр выступа; l – длина выступа;  
D – диаметр заготовки; L – длина заготовки

Биметаллическая заготовка, полученная сваркой трением [4], имеет малую площадь соединения контактных поверхностей, ограниченную ее диаметром. При сварке трением происходит частичное окисление соединяемых торцовых поверхностей (окислы препятствуют образованию полного физического контакта), что отрицательно сказывается на прочности полученного соединения. Кроме того, необходимость изготовления продольных стружечных канавок на рабочей части механическим путем (фрезерованием) приводит к нерациональному расходу дорогостоящей высоколегированной стали.

Как указывалось выше, для изготовления заготовок таких видов осевого инструмента, как метчик, зенкер, развертка, концевая фреза, необходимости создания в рабочей части заготовки глухого отверстия нет, так как их режущие элементы находятся на внешней цилиндрической поверхности рабочей части инструмента (эти инструменты при работе входят в уже готовое отверстие).

Для вышеупомянутого инструмента разработана модернизированная конструкция БЗ [2]. Для рабочей части биметаллической заготовки используется втулка из инструментальной быстрорежущей стали со сквозным отверстием несколько меньшего диаметра, чем диаметр внедряемой части хвостовика. Внедрение хвостовика производится с натягом для получения чистых металлических поверхностей до совпадения торцевых поверхностей рабочей части и внедряемой части хвостовика. Наличие сквозного отверстия в рабочей части, т. е. использование готовой втулки для нее, значительно упрощает процесс изготовления биметаллических заготовок таких инструментов, как метчик, зенкер, развертка, фреза и др., и позволяет дополнительно экономить дорогостоящую высоколегированную сталь. Затем заготовка биметаллического инструмента подвергается совместному горячему выдавливанию двух составляющих частей заготовки через профильную матрицу по способу [3]. Это обеспечивает их прочное соединение за счет схватывания металлов по всей контактной поверхности, что доказывают сравнительные испытания заготовок, полученных различными мето-

дами (сваркой трением, пайкой, горячим выдавливанием) [5].

**Заключение.** Результаты исследований, приведенных в статье, позволяют рекомендовать разработанные конструкции биметаллических заготовок осевого режущего инструмента, а также технологию их получения горячим выдавливанием через профильную матрицу для изготовления режущих инструментов различного назначения в процессах дерево- и металлообработки.

### Литература

1. Биметаллическая заготовка концевой режущего инструмента: пат. 6813 Респ. Беларусь, МПК (2009) В 21J 13/02 / А. В. Алифанов, В. Г. Кантин, А. М. Милюкова; заявитель Физико-технический институт НАН Беларуси. – № а 20090773; заявл. 21.09.09; опубл. 30.12.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 6 (77). – С. 162.
2. Алифанов, А. В. Биметаллическая заготовка осевого режущего инструмента: положительное решение о выдаче патента по заявке на полезную модель № а 20120951 от 2012.11.02 / А. В. Алифанов, А. М. Милюкова.
3. Способ изготовления биметаллической заготовки концевой режущего инструмента: пат. 14659 Респ. Беларусь, МПК(2009) В 21С 25/00 / А. В. Алифанов, В. Г. Кантин, А. М. Милюкова; заявитель Физико-технический институт НАН Беларуси. – № а 20091356; заявл. 21.09.09; опубл. 30.08.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 4 (81). – С. 78.
4. Справочник инструментальщика / И. А. Ординарцев [и др.]; под общ. ред. И. А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. – 846 с.
5. Прочностные испытания биметаллического концевой инструмента, полученного методами сварки, пайки и горячего пластического деформирования / А. В. Алифанов [и др.] // Современные методы и технологии создания и обработки материалов: материалы II Междунар. науч.-техн. конф.: в 2 ч. – 2007. – Минск: Экоспектива. – Ч. 2. – С. 135–141.

*Поступила 01.03.2013*