

УДК 674.05

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ПРОСТОГО РЕЗЦА

© *С.В. Иванов, канд. техн. наук, доц.*

Е.С. Шарпов, канд. техн. наук, доц.

А.С. Королев, асп.

Поволжский государственный технологический университет, пл. Ленина, д. 3,
г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, 424000; e-mail: sharapov_evgeniy@mail.ru

Даже сейчас, в XXI в., все еще нет отдельно изложенной теории профилирования резца, однако имеющиеся теоретические основы теории резания древесины способны вооружить конструкторов необходимыми данными. Но для этого на рассматриваемый объект надо посмотреть с другой стороны, в некоторых моментах скорректировать имеющиеся данные, представить их в ином свете и использовать при проектировании инструмента, анализе и профилировании его режущих элементов. Эффективным и новым в данном случае инструментом исследования является функционально-элементный анализ. На основании функционально-элементного анализа у резца выделены плоские передняя и задняя грани и прямая режущая кромка, располагающаяся перпендикулярно к вектору скорости резания. Элементы резца: режущая кромка, передняя и задняя грани. Функции элементов и самого объекта описаны в естественной форме, с обязательным наложением на них особых условий и ограничений. На резце-клине исходным элементом является его режущая кромка – край, находящийся на смыкании и окончании передней и задней поверхностей резца. Этот край (кромка) и осуществляет резание, отделение от предмета его части путем силового концентрированного воздействия на локальную область. Клиновидная форма резца придает режущей кромке необходимую прочность и жесткость, передает энергию. Функционально-элементный анализ показал, что взаимосвязанные элементы простого резца (передняя и задняя грани) в зависимости от толщины срезаемой стружки, переднего угла и других условий резания содействуют выполнению функций резания по-разному. Кроме того, это содействие ограничено простотой формы резца-клина. Поэтому для повышения эффективности резания рассмотренные элементы резца следует выполнять более сложными, оснащать его дополнительными элементами, приспособлять резец к конкретным режимам и условиям резания.

Ключевые слова: резец, клин, сдвиг, элемент, функция, сопротивление, деформация, отделение.

Простым называют резец, используемый для проведения исследования элементарного резания. Он имеет плоские переднюю и заднюю поверхности и прямую переднюю режущую кромку, которая при резании ориентируется перпендикулярно вектору скорости резания.

Казалось бы, функции резца, его режущей кромки, передней и задней граней достаточно полно изложены еще в 1955 г. в труде С.А. Воскресенского [2]. Тогда, почему А.Э. Грубе – другой корифей науки в рассматриваемой нами области, спустя полтора десятка лет с сожалением резюмировал следующее: «Несмотря на большое количество экспериментальных данных, уста-

навливающих оптимальное значение угловых и размерных параметров, все еще нет теории профилирования режущих элементов на базе динамики процесса резания и теоретических основ формирования поверхности обработки. Теоретические основы резания древесины не вооружают конструкторов-инструментальщиков необходимыми аналитическими данными» [3, с. 6].

Соглашаясь с тем, что и сейчас все еще нет отдельно изложенной теории профилирования резцов, с этим положением можно согласиться лишь частично. На самом деле, имеющиеся теоретические основы резания древесины способны вооружить конструкторов-инструментальщиков необходимыми данными, но для этого надо на объект посмотреть с другой стороны, а имеющиеся данные скорректировать и в ином свете представить, иначе выстроить применительно к другому целевому назначению, а именно: к проектированию инструмента, профилированию его режущих элементов, анализу их функций. В теории резания эти данные обслуживают именно теорию резания, а не инструмент. Это явно просматривается и в учебнике В.И. Любченко «Резание древесины и древесных материалов» [8], где практически повторяется изложение функций резца, приведенное С.А. Воскресенским. Но, в противоположность последнему, силы у него всегда [8] почему-то направляются на заготовку, не зависимо от того, что рассматривается (резец или заготовка). Хотя известно, что при резании эти силы различны и по величине (на резце они больше) и по сути. На заготовку действуют силы резания, на резец – сопротивление резанию [6].

Что касается работ, где рассматривается дереворежущий инструмент, то в них, например в справочнике В.Г. Морозова [9], функции элементов резца, к сожалению, не приводятся. В должной мере они не приводятся и в учебниках последних лет [1]. К тому же, в них фигурирует неадекватная формулировка понятия резания, что не способствует ясному изложению и пониманию содержания раздела «Режущие инструменты».

Поэтому для устранения указанного пробела в данной статье поставили цель – дать описание функций резца на основе его функционально-элементного анализа и исходя из нового уточненного понятия «резание».

Полезно вернуться назад и взять за исходную точку фундаментальный труд М.А. Дешевого «Механическая технология дерева» [4]. Какие точные и ясные термины он применяет! Он пишет, что задача резания – удаление с заготовки части ее материала, преодолевая сцепление между частицами. Обратите внимание, что резание – это удаление (отделение), а не разрушение [1], как утверждается теперь. Его термин «сцепление» точнее термина «связь», употребляемого в настоящее время. Далее, М.А. Дешевой пишет, что трение резца о материал – это добавочное сопротивление, а сопротивление резанию – это совокупность всех сопротивлений. Он использует термин «сопротивление резанию», а не «сила резания», как принято теперь. В самом деле, первично сопротивление заготовки резанию, а не сила резания, не сила действия резца. Не будет сопротивления резанию – не появится на резце никакая сила.

А сегодня при изложении теории резания почему-то используют только один термин: «сила резания», термин вторичный и не всегда точный. Необходимо отметить его замечательное наблюдение: «материал противодействует увлечению его за собой резцом» [4] и тем самым осуществляет «подпор». Степень этого противодействия он называет «крепостью» материала.

Прежде чем проводить функциональный анализ резца, надо определиться с тем, что называть резцом и что называть резанием.

Резец. В учебниках по резанию древесины [2, 8] резцом называется твердое тело клиновидной формы. Такая не прямая, а косвенная характеристика не раскрывает до конца подлинную сущность резца, остается какая-то тайна. Ведь надо знать не то, как выглядит резец и на что он похож, а что он есть на самом деле.

В нашем случае полезно прямо признать и принять, что простой резец – это клин, со всеми присущими ему признаками и свойствами. Но, это клин, который «укротили», «обуздали» и наклонили для того, чтобы он уже не раскалывал, не откалывал и не отщепывал, а гладко резал, внедряясь в материал и соприкасаясь с ним не обеими, а только одной гранью, используя только половину своей силы. Мы не одиноки в таком утверждении. Например, какое суждение мимоходом, не останавливаясь на пояснения, как само собой разумеющееся, излагает С.С. Некрасов: «Большинство режущих инструментов, даже очень сложных (например сверло, фреза) имеют в своей основе клин» [10, с. 5]. Близка к этому, но не столь определена и однозначна, оценка В.Г. Морозова: «Для осуществления процесса резания необходимо, чтобы режущая часть инструмента имела форму клина» [9, с. 5]. Г.А. Зотов заявляет прямо и безоговорочно: «резец – клин» [5, с. 10].

Резание. Ни в литературе по резанию древесины, ни в литературе по резанию металлов и других материалов мы не нашли устраивающую нас и корректную формулировку понятия резания, формулировку, раскрывающую сущность резания в общем, а не частном случае, раскрывающую ведущую, главную роль в нем резца и его лезвия. Ниже приводим свое определение понятия резания [7].

Резание – это способ обработки предмета (материала) путем концентрированного воздействия инструментом на его локальную область, в результате которого от предмета отделяется его часть и образуется поверхность раздела по следу перемещения концентрированного воздействия инструмента.

Мы должны признать, что в нашем определении, на самом деле, не так уж много своего, оригинального. Примененные нами термины («концентрированно», «локальная область», «след») не совсем новые, их задолго до нас употребил С.А. Воскресенский при анализе работы лезвия резца [2, с. 32, 33]. Но он сам не догадался поместить их в формулировку понятия резание, а последователи, вероятно, решили пойти своим путем либо не придали им должного значения.

Таким образом, подводя итог изложенному выше, принимаем, что резец – это клин, приспособленный для резания путем концентрированного действия на локальную область материала. А отделяемый слой материала, противодействуя, сопротивляясь увлечению его за собой лезвием и передней гранью резца-клина, непрерывно отделяется и удаляется от основной части материала.

Теперь переходим непосредственно к заявленной теме. При функциональном анализе у рассматриваемого объекта E сначала определяют его функцию F . Затем объект разделяют на ряд важных, значимых элементов E_1 , E_2 и т. д., выделяя по возможности основной, исходный элемент E_0 , выполняющий основную часть функции F , функцию F_0 рассматриваемого объекта E . Затем формулируют функции F_0 , F_1 , F_2 и т. д., которые должны в совокупности составлять и усиливать функцию F объекта E . Функции описывают обычно следующей формулой:

$$F = (D, G, H),$$

где D – производимое действие;

G – объект, на который направлено действие;

H – особые условия и ограничения.

В рассматриваемом нами случае объект E – резец (см. рисунок), а выполняемая им функция F – резание (они сформулированы выше). Выделим на резце его элементы E_0 , E_1 , E_2 и последовательно определим их функции F_0 , F_1 , F_2 , выявляя возможности их усиления за счет внесения изменений в элементы E_0 , E_1 , E_2 или условия и ограничения H .

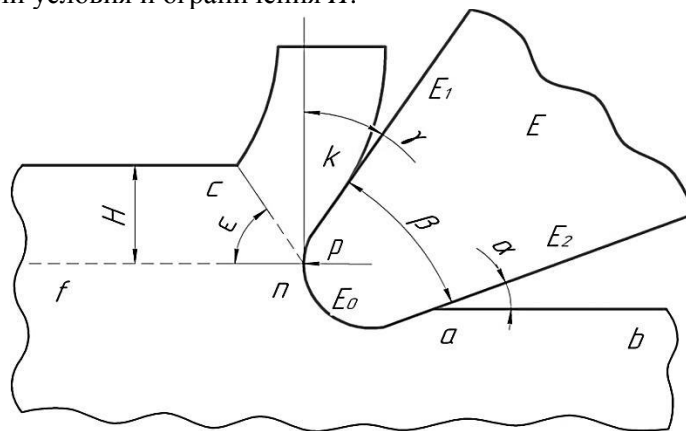


Схема резания и существенные признаки и элементы резца: E – резец; E_0 – лезвие; E_1 – передняя грань; E_2 – задняя грань; H – толщина срезаемого слоя; n – передняя точка лезвия; $n-f$ – условная линия (граница) предстоящего раздела; $n-c$ – линия сдвига; $n-k$ – протяженность контакта передней грани со срезанным слоем; $n-a$ – протяженность контакта лезвия и задней грани с обрабатываемым материалом; $a-b$ – образовавшаяся новая поверхность (след лезвия резца); β , γ , α – угол заострения резца, передний и задний углы резания; ϵ – угол сдвига срезаемого слоя; ρ – радиус закругления лезвия

Элемент E_0 – режущая кромка резца (лезвие). Это основной, исходный элемент резца, который выполняет основную функцию резца. F_0 – создает концентрированное воздействие на локальную область материала, в результате которого от материала отделяется его часть и на поверхности материала образуется поверхность раздела по следу перемещения режущей кромки, соответствующая конфигурации режущей кромки и кинематике резания. При элементарном резании простым резцом поверхность раздела представляет плоскость.

Для более полного раскрытия функции лезвия F_0 надо рассмотреть большее количество особых условий и ограничений H_0 и более подробно рассмотреть сам процесс отделения части материала.

Понятия концентрация напряжений, предел прочности пришли в теорию резания из учебников по сопротивлению материалов. Но там предел прочности имеет и другое название – временное сопротивление. А сами напряжения возникают в материале в результате его деформации (см. закон Гука). Следовательно, напряжения вторичны, деформации – первичны. К разрушению приводят предельные деформации. Поэтому в нашем случае полезнее оперировать не напряжениями, а деформациями. Концентрацию напряжений следует понимать как концентрацию деформаций, как их локальность, как предельное удаление смежных точек друг от друга.

Следует иметь в виду, что не столько от сжатия материала режущей кромкой в локальной области происходит отделение срезаемого слоя, сколько от резкого различия между сжатием материала в локальной области перед режущей кромкой и растяжением материала в смежной области, ниже режущей кромки. Одна часть материала сдвигается относительно другой.

Разрушить материал равномерным всесторонним сжатием нельзя. Разрушение происходит от неодинаковости перемещений смежных точек материала при его деформировании. При всех видах нагружения разрыв сцепления смежных точек происходит тогда, когда они удаляются друг от друга на предельное для цельности (прочности) расстояние. Путем сближения точек разорвать их сцепление нельзя.

Абсолютно острый резец не только не осуществим на практике, но и введение его в виде теоретического образа неплототворно. Но режущую кромку можно мысленно отделить от резца, придать ей различную сущность, в нашем случае представить в виде тонкой прочной нити, либо поместить на край тонкой пластинки и рассмотреть резание ею в чистом виде, без передней грани. По мере заглубления режущей кромки в древесину все больше сминаются ближние к зоне контакта и деформируются следующие слои и клетки древесины, двигаясь вместе с лезвием, как бы прилипая к нему за счет сил трения и внутреннего сцепления. Затем, под действием все возрастающего подпора древесины движению резца, материал, находящийся выше передней точки лезвия n , движется вверх вместе с отделяемым слоем H , контактирующие точки материала, лежащие ниже передней точки лезвия n , сопротивляются этому движению, противодействуют движению точек материала, находя-

щихся выше передней точки лезвия. В результате этого слой материала, контактирующий с лезвием, приобретает деформацию неравномерного растяжения. Эта неравномерность приводит к тому, что линия раздела проходит не по линии $n-f$ (см. рисунок), а выше или ниже ее. Только при достаточной величине срезаемого слоя H , коэффициенте трения, равном нулю, и изотропности материала раздел будет идти строго по линии $n-f$, что мало вероятно.

Если взять резание, когда реальное острое лезвие воздействует на слишком маленький слой отделяемой древесины H , менее $5r$, то контактные силы натяжения по линии $n-k$ недостаточны для разрыва древесины в локальной области перед лезвием. Весь слой H будет затягиваться под лезвие.

Затем, при постепенном увеличении H , силы сцепления по линии $n-a$ уже будут не в состоянии затянуть вниз весь слой H . Силы натяжения и давления по линии $n-k$ становятся достаточными для отделения срезаемого слоя H путем сдвига по линии $n-c$ под углом ϵ . Линия раздела пройдет ниже $n-f$, а образовавшаяся поверхность раздела $a-b$ может оказаться выше линии $n-f$ за счет восстановления упрессованной лезвием древесины.

При срезании большого слоя H , который приобретает свойства стружки-балки, создаются значительные растягивающие напряжения перед передней точкой, разгружается лезвие. Линия раздела пройдет выше линии $n-f$, а поверхность раздела $a-b$ будет ниже этой линии. При дальнейшем увеличении слоя H лезвие будет сильно разгружаться передней гранью резца, теряя свою определяющую роль в резании тем больше, чем больше H и чем больше угол заострения резца β , если только специально не снижать особыми средствами жесткость стружки-балки и не противодействовать ее сколу давлением сверху. Но это особые случаи резания древесины.

В подавляющем числе ситуаций резания режущая кромка резца является его самым нагруженным элементом, испытывающим наибольшее давление, значительно превосходящее предел прочности древесины, полученный при испытании стандартных образцов по стандартной методике, далекой от нагружения в процессе резания. Давление на лезвие зависит не только от твердости и прочности обрабатываемого материала, но и в не меньшей степени от условий резания. Линия раздела материала проходит то ниже, то выше передней точки, и все это приводит к тому, что, именно, режущая кромка подвергается при резании наибольшему износу. Для уменьшения износа лезвие должно изготавливаться из износостойкого, твердого материала с возможно меньшим коэффициентом трения с древесиной.

Для уменьшения энергии, затрачиваемой на резание, и снижения шероховатости обработанной поверхности надо повышать локальность и концентрированность приложения нагрузки к обрабатываемому материалу. Это можно осуществить несколькими путями. Можно острее затачивать резец, а чтобы его кончик не обламывался, выбирать надежный угол заострения резца, при изготовлении и заточке резца сводить к равновесному, устойчивому минимуму давление на него и сглаживать неровности и микротрещины на лез-

вии. Можно режущую кромку разорвать, превратить в пунктирную линию, т. е. в линию, состоящую из отдельных точек. Можно режущую кромку сделать не прямой, а косой, дугообразной. Но в этих случаях резец перестает быть простым.

Теперь рассмотрим следующий необходимый элемент резца E_1 – его переднюю грань. Функция ее F_1 во многом схожа с функцией клина. Но, она давит, отдирает и удаляет только одну часть материала, его срезаемый слой H . Особые условия и ограничения H_1 заключаются в том, что угол заострения β и толщина срезаемого слоя взаимосвязаны ограничениями.

Угол заострения может изменяться от 0 до 90° и более. При 0° передняя грань пассивна, она не помогает резанию, а при большей ее протяженности может увеличивать сопротивление резанию. Вместе с тем, она не позволяет отделенной части материала вновь примкнуть к оставшейся. Угол 180° самоликвидирует резец, так как лишает резец его основного элемента E_0 . Обычно, за некоторым исключением, используются углы заострения в диапазоне 35...60°, задние углы резания – 10...15°. Толщина срезаемого слоя в общем случае составляет 0,02...2 мм.

Толстый слой срезают при малом угле заострения резца. Это требует наименьших удельных затрат на резание, но приводит к невысокому качеству поверхности резания. С другой стороны, наоборот, при некотором увеличении угла заострения (уменьшении переднего угла резания γ) и уменьшении толщины срезаемого слоя повышается качество поверхности резания, но повышаются и удельные, а в целом, и общие энергозатраты на резание, так как срезаемый слой уже не столько отдирается от заготовки, сколько сжимается и сдвигается.

Получается противоречие. Срезание толстого слоя – хорошо для снижения энергоемкости резания, но плохо для качества поверхности. И, наоборот, срезание тонкого слоя – хорошо для качества поверхности, но плохо для энергозатрат.

Разрешается это противоречие не путем поиска компромисса, как это бы сделали политики, а более глубокого проникновения в суть, так, чтобы «и овцы были целы и волки сыты», т. е. практически идеальным образом. Во-первых, это делается чисто кинематически, как, например, при встречном фрезеровании, где в начале врезания зуба фрезы снимается очень тонкая стружка, при которой и формируется поверхность обработки. Далее, толщина стружки все возрастает, но это уже происходит далеко от получаемой (новой) поверхности, потому на ее качество не влияет. Во-вторых, делается конструктивными средствами. На переднюю грань резца накладывают стружколоматель. В иных случаях делают переднюю грань вогнутой, как, например, на циклевальных, гладильных ножах для зачистки поверхности после фрезерования и снятия кинематических гребешков. Но в этих случаях резание и резец перестают быть элементарными.

Рассмотрим другой необходимый элемент E_2 – заднюю грань резца-клина. Эта грань клина стала в резце задней, потому что выведена из контакта с обрабатываемым материалом и оторвана от поверхности раздела поворотом клина, вокруг режущей кромки на угол α . Функция задней грани F_2 заключается в том, чтобы был сформирован необходимый угол заострения резца β .

В процессе резания под действием сопротивления резанию и силы трения лезвие изнашивается, растет радиус закругления режущей кромки ρ , при этом, поскольку в большинстве случаев срезаются относительно тонкие стружки, на задней грани, около режущей кромки, нарабатывается фаска износа, которая вызывает сильное увеличение сил сопротивления резанию и разогрев резца. Это вредная наработка на задней грани.

Для уменьшения износа задней грани, а вместе с ней и режущей кромки, необходимо, чтобы передняя грань разгрузила заднюю, взяла на себя большую нагрузку за счет своего положения, конфигурации и выбора толщины срезаемого слоя. Полезно при этом, в разумных пределах, иметь более массивный резец, с большим углом заострения. Еще полезно изготавливать поверхность задней грани из более износостойкого материала.

Там, где это полезно, можно пойти и обратным путем – превратить вред в пользу. Можно усложнить простой резец, специально сформировав по задней грани микрофаску, повышающую стойкость резца. При относительно малых скоростях резания можно изготавливать фаску большей величины, а задний угол при ней делать даже равным нулю или отрицательным. Это позволяет задней грани часть функции режущей кромки взять на себя, разгрузить ее и тем самым локализовать положение границы раздела отделяемого слоя от заготовки, повысить качество как поверхности резания, так и получаемой стружки – продукта.

Подводя итог, следует заключить, что функционально-элементный анализ резца позволил выявить и выделить на нем его исходный, основной элемент E_0 . Подчеркиваем, именно этот метод в теории инженерно-технического творчества предусматривает такую процедуру. При других подходах исходный элемент E_0 не ищется, не ищется этот важнейший элемент и поэтому не акцентируется его значение в исследуемом объекте, он в значительной мере заслоняется «толпой» других, менее важных элементов.

На резце-клине исходным элементом E_0 является его режущая кромка – край, находящийся на смыкании и окончании передней E_1 и задней E_2 поверхностей резца E . Этот край (кромка) и осуществляет резание F , отделение от предмета его части путем силового, концентрированного воздействия на локальную область предмета. Клиноватая форма резца придает режущей кромке необходимую прочность и жесткость, передает энергию.

Режущую кромку резца можно отделить от резца в виде тонкой нити (провода) и резать ею мягкие материалы, продукты. Можно эту нить разорвать на мелкие части и получить из них абразивные зерна, а собрав их вместе, изготовить шлифовальный инструмент. Можно пойти еще дальше, совсем

обойтись без этой нити, а функцию E_0 возложить на передний край энергетического потока (лазерного излучения, струи воды и т. п.). Вот что вытекает из нахождения на резце элемента E_0 и применения новой формулировки понятия резания.

Если же взять резец-клин в целом, то чем острее его кромка и чем меньше его угол заточки, тем более концентрированно и более локально, менее повреждающе действует он на обрабатываемый материал. Это используется при срезании толстых стружек. При снятии тонких стружек локальность воздействия обеспечивается уже самой малой толщиной стружки, поэтому без какого-либо урона, а наоборот с большим успехом, применяют большие углы резания. Это повышает устойчивость и качество процесса резания.

Функционально-элементный анализ простого резца также показал, что взаимосвязанные элементы резца (передняя E_1 и задняя E_2 грани) содействуют выполнению функций резания лезвия E_0 различно в зависимости от толщины срезаемой стружки, переднего угла и других условий резания. Кроме того, это содействие ограничено простотой формы резца-клина. Поэтому для повышения эффективности резания рассмотренные элементы резца E_1 и E_2 , а также и E_0 следует выполнять более сложными, оснащать резец дополнительными элементами, лучше приспособлять его к конкретным режимам и условиям резания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амалцикий В.В. Оборудование отрасли. М.: МГУЛ, 2006. 584 с.
2. Воскресенский С.А. Резание древесины М; Л.: Гослесбумиздат, 1955. 200 с.
3. Грубе А.Э. Дереворежущие инструменты. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Лесн. пром-сть, 1971. 344 с.
4. Дешевой М.А. Механическая технология дерева: приемы, орудия и машины, используемые при механической обработке дерева. Ч. 1 : приемы механической обработки дерева. Л.: [Б. и.], 1934. 511 с.
5. Зотов Г.А., Швырев Ф.А. Подготовка и эксплуатация дереворежущего инструмента: учеб. для профтехучилищ. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Лесн. пром-сть, 1986. 301 с.
6. Иванов С.В. К терминологии и способу измерения сил при резании древесины // Науч. тр. МЛТИ. 1974. № 76. С. 25–42.
7. Иванов С.В., Шаранов Е.С. Резание древесины: обзор, анализ и формулировка понятия // Лесн. журн. 2013. № 6. С. 86–90. (Изв. высш. учеб. заведений).
8. Любченко В.И. Резание древесины и древесных материалов: учеб. пособие для вузов. М.: Лесн. пром-сть, 1986. 296 с.
9. Морозов В.Г. Дереворежущий инструмент: справ. М.: Лесн. пром-сть, 1988. 344 с.
10. Некрасов С.С. Сопротивление хрупких материалов резанию. М.: Машиностроение, 1971. 186 с.

Поступила 26.08.14

UDC 674.05

Functional and Element Analysis of a Simple Cutter

S.V. Ivanov, Candidate of Engineering, Associate Professor

E.S. Sharapov, Candidate of Engineering, Associate Professor

A.S. Korolev, Postgraduate Student

Volga State University of Technology, Lenin sq., 3, Yoshkar-Ola, Republic of Mari El, 424000, Russia; e-mail: sharapov_evgeniy@mail.ru

Even now, in 21 century, there is no separately explained theory of simple cutter profiling, however, available theoretical bases of the wood cutting theory are capable to arm designers with necessary data. But it is necessary to look at considered object from the other side and to correct available data in some moments, to present in other light, otherwise, to line up to other mission, especially for cutting tool designing, for the analysis and profiling it's cutting elements. Based on the functional element analysis were marked main cutter's elements – front face, back face and cutting edge which is perpendicular to the cutting velocity vector. Elements of the simple cutting tool are: cutting edge, front surface, back surface. Elements and the whole of object functions were described in the natural form, with necessary imposition on them special conditions and limits. On the cutter-wedge main element is the cutting edge, the edge which located on the connection and at the end of the front and back faces of the cutter. This edge effect on cutting process: separation from the object of the part by the forceful, concentrated impact on the local area of this subject. V-shaped form of the cutting edge gives the required strength and rigidity, transfer the energy. Functional element analysis of the simple cutter showed that the interrelated elements of cutter – front and back, surfaces assist to cutting process function by cutting edge differently, depending on the thickness of the chips, rake angle and other cutting process conditions. In addition, assistance is limited by simple shape of the cutter-wedge. Therefore, to increase the efficiency of the cutting process reviewed elements of the cutter should be made more complex, equipped cutter with additional elements, adapt cutter to the specific terms and conditions of cutting process.

Keywords: cutter, wedge, creeping, element, function, resistance, deformation, division.

REFERENCES

1. Amalitskiy V.V. *Oborudovanie otrasli* [Woodworking Equipment]. Moscow, 2006. 584 p.
2. Voskresenskiy S.A. *Rezanie drevesiny* [Wood Cutting]. Moscow, 1955. 200 p.
3. Grube A.E. *Derevrezhushchie instrumenty* [Woodcutting Tools]. Moscow, 1971. 344 p.
4. Deshevoy M.A. *Mekhanicheskaya tekhnologiya dereva: priemy, orudiya i mashiny, ispol'zuemye pri mekhanicheskoy obrabotke dereva. Ch. 1 : priemy mekhanicheskoy obrabotki dereva* [Wood Mechanical Technology: Receptions, Tools and Equipment, used in Wood Mechanical Technology. Part 1: Wood Technology Methods]. Leningrad, 1934. 511 p.
5. Zotov G.A., Shvyrev F.A. *Podgotovka i ekspluatatsiya derevrezhushchego instrumenta* [Preparation and Operation of Woodcutting Tools]. Moscow, 1986. 301 p.

6. Ivanov S.V. *K terminologii i sposobu izmereniya sil pri rezanii drevesiny* [To Nomenclature and a Way of Wood Cutting Forces Measurements]. 1974, no. 76, pp. 25–42.
7. Ivanov S.V., Sharapov E.S. *Rezanie drevesiny: obzor, analiz i formulirovka ponyatiya* [Wood Cutting: Overview, Analysis and Concept Formulation]. *Lesnoy Zhurnal*, 2013, no. 6, pp. 86–90.
8. Lyubchenko V.I. *Rezanie drevesiny i drevesnykh materialov* [Wood and Wood Materials Cutting]. Moscow, 1986. 296 p.
9. Morozov V.G. *Derevrezhushchiy instrument* [Woodcutting Tools]. Moscow, 1988. 344 p.
10. Nekrasov S.S. *Soprotivlenie khrupkikh materialov rezaniyu* [Cutting Resistance of Friable Materials]. Moscow, 1971. 186 p.

Received on August 26, 2014