

**Секция «Резание материалов и режущий
инструмент»**

М.А. Климова, Н.Н. Юдаева
Научный руководитель: канд. техн. наук А.В. Карпов
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23
E-mail: julmarg@yandex.ru

Обрабатываемость конструкционных сталей резанием

Обрабатываемость резанием является важным технологическим свойством конструкционных материалов, характеризующим степень их способности подвергаться резанию. Обрабатываемость материалов резанием влияет на стойкость режущего инструмента, и, следовательно, ограничивает предельную производительность обработки. Внедрение новых материалов и технологий изготовления изделий, совершенствование новых видов резания вызывают необходимость оценки обрабатываемости.

При точении оптимальный период стойкости резца обычно принимается равным 60 минутам. Коэффициенты обрабатываемости резанием $K_{обр}$ различных конструкционных материалов приведены, например, в справочнике [1]. Значения коэффициентов $K_{обр}$ используют для расчёта оптимальной скорости резания и при других видах лезвийной обработки – сверлении, фрезеровании и т.п.

При технологической подготовке производства возможно определение оптимальной скорости резания при гарантированных физико-механических свойствах или химическом составе обрабатываемого материала. В производственной практике нередки случаи, когда на обработку резанием поступает партия номинально однотипных заготовок (прокат, поковки, отливки), в то время как заготовки внутри партии имеют более или менее значительный разброс свойств поверхностного слоя.

В Муромском институте (филиале) Владимирского государственного университета был успешно апробирован экспресс-метод определения обрабатываемости конструкционных углеродистых и хромистых сталей, основанный на экспериментальном определении величины удельной работы резания, т.е. количества энергии, затрачиваемой эталонным резцом на снятие в виде стружки единицы объёма материала [2].

Использование показателя удельной работы резания позволило апробировать новый метод экспресс-оценки обрабатываемости, дающий для известных марок сталей хорошую сходимость со справочными значениями. В условиях разброса или неопределённости свойств обрабатываемых заготовок метод позволяет избежать затрат на проведение продолжительных стойкостных испытаний, что делает его экономически пригодным в серийном производстве.

Литература

1. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др.; Под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1987. – 846 с.
2. Карпов А.В. Оптимизация процессов обработки резанием на основе энергетических закономерностей деформации и разрушения материалов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2012, № 1 (11). С. 58-64.

Перспективные конструкции токарного инструмента

В условиях современного производства важную роль играет экономически целесообразное использование производственных мощностей. Оно заключается в том, чтобы любое предприятие могло получать наиболее высокую производительность и требуемое качество производимой продукции, затрачивая при этом минимально возможное для данного производства количество ресурсов. Для этого разрабатываются новые технологии и методы, снижающие затраты на производство изделий.

В машиностроении на сегодняшний день самым распространённым видом механической обработки является токарная обработка – способ изготовления тел вращения путём снятия определённого слоя металла для придания заготовке нужной формы, размеров и качества. Поэтому остаётся актуальным вопрос о повышении производительности именно в этой области механической обработки.

Возникает вопрос, как можно повысить производительность токарной обработки, сохраняя при этом, а то и улучшая, требуемое качество поверхности? Самый простой, на первый взгляд, выход из этой ситуации – увеличить скорость подачи режущего инструмента, но с увеличением скорости подачи обыкновенного вершинного резца неизбежно увеличивается шероховатость R_z , а также высота волнистости W_z обработанных поверхностей детали.

Эти параметры, главным образом, влияют на усталостную прочность, которая, в свою очередь, является одной из основных причин выхода из строя таких деталей, получаемых токарной обработкой, как торсионных валов, испытывающих при эксплуатации циклически повторяющиеся переменные по величине и направлению нагрузки. Теоретически токарный резец, являющийся вершинным режущим инструментом, может работать на более высоких скоростях подачи, чем применяемые на практике.

Снижая скорость подачи, мы сознательно недоиспользуем потенциал режущего инструмента по производительности, прочности и стойкости. Иными словами «ахиллесовой пятой» у обыкновенного токарного резца является вершина, которую можно считать наиболее слабым, уязвимым конструктивным элементом, во многом ограничивающим применяемые режимы резания по сравнению с потенциальными возможностями.

Повышение скорости подачи, а, следовательно, и производительности, становится возможным в случае увеличения параметра контакта режущего лезвия и срезаемого слоя. С этой целью предполагается заменить одну «производящую точку» (вершину) на совокупность «производящих точек» – отрезок режущей кромки резца.

Примером реализации такой перспективной конструкции может служить безвершинный резец, разработанный в Муромском институте (филиале) Владимирского государственного университета.

Формообразование поверхности обрабатываемой детали у данного резца осуществляет не точка, а определённая часть режущей кромки инструмента; крайние точки («мнимые вершины») в резании не участвуют. Предлагаемая конструкция токарного резца позволяет производить процесс формообразования поверхности по методу касания, а не по методу следа, как у вершинного токарного резца.

По серии экспериментов, проведённых в Муромском институте (филиале) Владимирского государственного университета, выявлены следующие преимущества применения в токарной обработке данной перспективной конструкции резца:

- а) приемлемая высота волнистости W_z обработанной поверхности при режимах резания до 5 раз превышающих режимы резания вершинных резцов;
- б) механическая обработка заготовки безвершинным резцом протекает в условиях близких к условиям свободного стационарного течения;

в) стружкообразование при безвершинном резании обеспечивается за счёт однородной упругопластической деформации срезаемого слоя, которая характеризуется меньшим значением энергии, запасаемой в результате обработки в приповерхностных объёмах детали, и тем самым способствует повышению эксплуатационного ресурса детали.

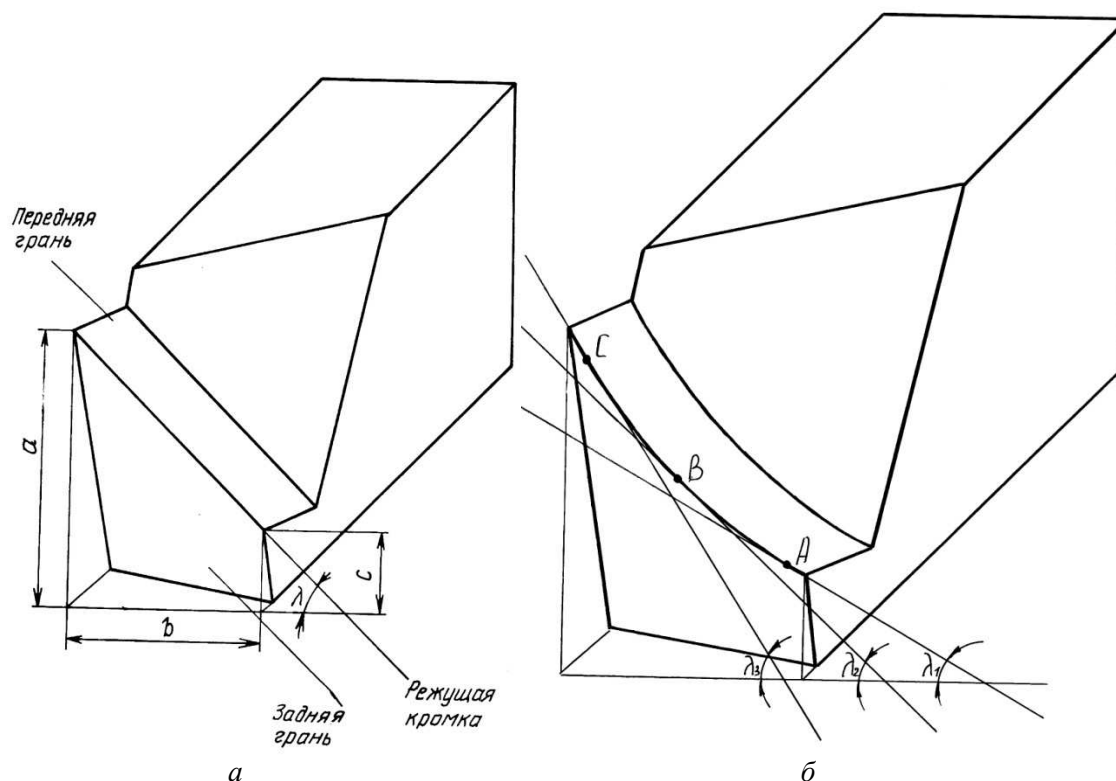


Рис.1 Конструкции безвершинных резцов: а – базовая конструкция; б – прогрессивная конструкция с регулируемым углом наклона кромки

Конструктивно разность высот «мнимых вершин» кромки ($a-c$), показанной на рисунке 1а, относительно основной плоскости резца и длина проекции кромки b на основную плоскость обеспечивает наклон режущего лезвия в плоскости резания относительно оси заготовки на угол λ , равный:

$$\lambda = \arctg\left(\frac{a-c}{b}\right). \quad (1)$$

Для плавного регулирования величины угла λ можно применить конструкцию резца, показанную на рисунке 1б. Особенностью конструкции является вогнуто-параболическая форма режущего лезвия. Путём поднятия или опускания державки резца в зацепление с заготовкой можно вводить различные участки лезвия, например участки с точками А, В, С, соответственно имеющие различные значения λ .

Таким образом, внедрение в современное производство предложенной перспективной конструкции безвершинного резца позволит увеличить производительность токарной обработки в несколько раз вследствие сокращения времени обработки детали, вызванной увеличением скорости подачи режущего инструмента. Данная перспектива востребована ещё и по причине того, что, если один станок при данной оснастке даст производительность в несколько раз выше, то не будет необходимости содержать излишнее количество станков, а вместо них можно установить в цех дополнительное оборудование или переналадить данные токарные станки под обработку других типов выпускаемых изделий.

Программа определения оптимального варианта раскроя листового материала

Процесс изготовления любой детали начинается с раскроя исходного металла на заготовки. Раскроем металла называется технологический процесс рационального расположения на листе шаблонов, очерчивания по ним контуров заготовок. В результате раскроя достигается комплектность требуемых заготовок и получение наименьшего отхода листового металла. Проведению раскроя листового металла предшествует трудоёмкая работа по подбору деталей, одинаковых по материалу, толщине, комплектности, форме и габариту. При раскрое листового металла пользуются шаблонами, изготовленными из листовой углеродистой стали, листового алюминия или фанеры, причем применяют шаблоны заготовок, позволяющие вырезать с припуском на последующую обработку или так называемые шаблоны развёртки деталей, позволяющие вырезать точные заготовки, не требующие обрезки припуска после формообразования из них деталей. На оборудовании для криволинейного разрезания заготовки вырезают сразу по их контуру, на оборудовании для прямолинейного разрезания листовой металл вначале разрезают на полосы, из которых затем вырезают заготовки требуемых размеров. Резку заготовок выполняют ножницами с механическим приводом (криволинейными и наклонными ножами – гильотинными), двухдисковыми одностоечными ножницами с наклонными ножами, вибрационными (высечными) ножницами и ручным механизированным инструментом (дисковыми пневматическими или электрическими ручными ножницами).

Наибольшую часть составляют заготовки, имеющие форму прямоугольника или близкую к нему. Однако существует множество фасонных заготовок, наружный контур которых образован от пересечения как прямых, так и кривых линий. Основные задачи раскроя – наиболее полное использование материала, уменьшение отходов, высокая производительность раскройных работ и обеспечение требуемого качества и точности заготовок. Выбор способа раскроя зависит от масштаба производства, сортамента исходного материала (лист, рулон, полоса) и его толщины, размеров заготовки и требований к её точности. При выборе раскроя проводят технико-экономическое сравнение различных вариантов раскроя и определяют коэффициент использования материала. При этом учитывают трудоёмкость получения заготовки, простоту и трудоёмкость штамповки и объём доделочных операций (галтовки, механической обработки, сборки, сварки и т. д.), сложность, стойкость и стоимость технологической оснастки.

Было бы желательно иметь в наличии простой, надёжный способ определения истинного коэффициента использования материала. Это позволило бы избирательно подходить к назначению способов вырубки номинально однотипных заготовок, продлить ресурс инструмента, увеличить производительность механической обработки.

На студенческой конференции МИ ВлГУ представляем программу Raskroi, основанную на экспериментальном определении величины КИМ.

Программа написана на Delphi – императивном, структурированном, объектно-ориентированном языке программирования. В свою очередь, язык Delphi является компиляцией, т.е. трансляцией программы, составленной на исходном языке высокого уровня C++, в эквивалентную программу на низкоуровневом языке.

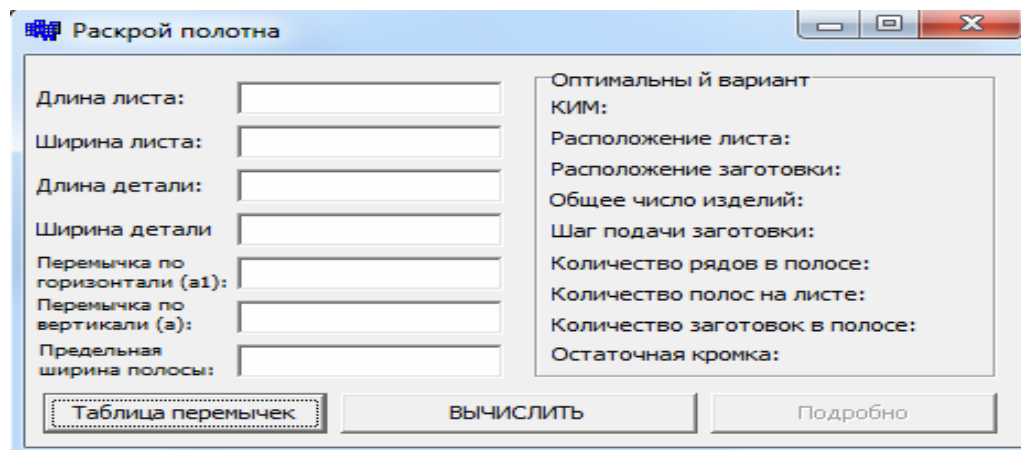


Рис. 1 Общий интерфейс программы

Ввод данных осуществляется в левом столбце программы, правый – для вывода результатов. Длину и ширину листа выбираем из нормализованных стандартных значений – 710*1420; 1000*2000; 1250*2500; 1500*3000; 2000*5000 мм. Затем вводим габаритные размеры требуемой заготовки – длину и ширину. Однако необходимо помнить, что для определения длины заготовкигнутой детали следует просуммировать длины имеющихся прямолинейных участков (полок) с длиной закругленных участков (длиной дуг), подсчитанной по нейтральному слою.

Далее следует задаться величинами перемычек. Оптимальная их величина зависит от толщины и размеров вырубаемой заготовки. Рекомендованные значения вертикальной и горизонтальной перемычек для мягкой стали будут представлены при нажатии на окно «Таблица перемычек».

Значение предельной ширины полосы мы вводим, анализируя размеры вырубаемой заготовки. Важно учитывать, что полосы изготавливаются шириной до 200 мм.

Когда все исходные данные введены и нажато окно «Вычислить», то обращаем внимание на правый столбец программы. Здесь представлены оптимальные значения результатов вычисления: коэффициент использования металла, выраженный в процентном отношении, вариант расположения листа и заготовки – продольно или поперечно, общее число деталей в листе. Также определяется продольный шаг подачи вырубаемых контуров, расположенных параллельно друг другу при однорядном раскрое полосы. Помимо этого численно представлены значения рядов в полосе, полос на листе, заготовок в полосе.

По окончании резки полос на листе остается избыточный материал, недостаточный для формирования еще одной полосы, называемый остаточной кромкой. Численное значение остаточной кромки представлено в конце таблицы результатов.

По результатам значений раскроя составляется раскройная карта – технологический документ, с помощью которого производится раскрой материала, определяются нормы его расхода, размеры заготовки, перемычек и остаточной кромки. При нажатии на окно «Подробно» программа, исходя из нескольких вариантов расположения листа и детали и количества рядов в полосе, предлагает различные варианты раскройных карт. Результаты раскройной карты с максимальным КИМ представлены же в основном окне программы.

Таким образом, программа раскроя листового материала предназначена для определения оптимального раскроя детали прямоугольной формы из листа заготовки. Программа вычисляет оптимальное расположение детали в листе заготовки и предлагает выбор из нескольких вариантов. Данная программа раскроя применяется на различных видах производства, преимущественно в заготовительных цехах.

В завершении можно добавить, что штамповка из полосы – наиболее предпочтительная штамповка в плане автоматической подачи заготовки в зону штампа и уменьшения потерь на перемычки за счёт малоотходного раскроя. Коэффициент использования металла при этом выше, чем при штамповке с отходами и достигает 97%.