

нарезании резьбы по копиру в жестком патроне тем же типом метчиков отклонения шага резьбы метчика увеличивают погрешность шага нарезаемой резьбы (рис. 9). Это связано с тем, что осевую и радиальную силу воспринимает на себя копир, а не получаемая резьба в процессе нарезания

Преобладающее влияние осевых сил на ошибки шага подтверждается нарезанием резьбы по копиру. В этом случае осевая сила воспринималась копиром, обеспечивалось точное по шагу осевое перемещение метчика. Отсутствовало подрезание резьбы и появление ошибок профиля.

При необходимости получения точной резьбы следует нарезать ее с принудительной подачей инструмента на станках с ЧПУ или других, обеспечивающую точную осевую подачу (по резьбовому копиру), а также использовать метчики мало восприимчивые к влиянию осевых сил: метчики типа Б, метчики с заваленными режущими кромками, с $\omega=30^\circ$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шагун В.И. Влияние геометрических и конструктивных параметров машинных метчиков на размеры резьбы, нарезаемой в стали. В сб.: Резьбообразующий инструмент. – М.: НИИМаш, 1968. – с.229 – 241. 2. Шагун В.И., Чарторийский А.В. Неразрушающий метод контроля отклонений половины угла профиля внутренних резьб малого диаметра. В сб.: Машиностроение. Вып 22. – Мн.: «Технопринт», 2006. – С. 3. Шагун В.И. Влияние параметров конструкции метчика на отклонения половины угла профиля резьбы в чугунах. В сб.: Машиностроение. Вып 23. – Мн.: «Технопринт», 2007. – С193 – 195. 4. Чарторийский А.В., Шагун В.И. Влияние параметров конструкции метчика на отклонения половины угла профиля резьбы в стали. В сб.: Машиностроение. Вып 23. – Мн.: «Технопринт», 2007. – С196 – 199. 5. Шагун В.И. Кудрявцева Л.Т. Неразрушающий способ контроля отклонений шага внутренних резьб//Сб.: Машиностроение.--- Мн.: Выш. шк., 1985.--- Вып.10.--- с. 99-101.

УДК 621.91,02 (07.07) [62:378]:001.895

*Стереотипность мышления враг творчества.
Новое появляется на пути ломки стереотипов*

Шагун В.И.

ВОСПИТАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНЖЕНЕРОВ-ТЕХНОЛОГОВ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ИНЖЕНЕРОВ- ИНСТРУМЕНТАЛЬЩИКОВ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Во все времена, в любой общественно-экономической формации человек стремится наиболее полно удовлетворить свои материальные и духовные потребности, что возможно только на основе непрерывного повышения производительности общественно-необходимого труда в сфере производства предметов материального и духовного потребления. Это значит, все затраты труда на всех стадиях производства, начиная от принятия решений до их полного воплощения в сфере материальной и интеллектуальной деятельности должны непрерывно уменьшаться. Любые решения, будь то конструкция машины или инструмента, решения в сфере международной и внутренней политики, в военной сфере, в сфере подготовки работников интеллектуального труда и т.д. и т.д. должны быть оптимальными. Это значит, что при обеспечении надлежащего уровня качества работ, выполненных с использованием принятых решений, необходимо обеспечить минимальные затраты живого овеществленного труда на единицу выполненной работы: станко-час работы станка, объем стружки, снятой режущим инструментом в единицу времени, подготовку инженера, художника, музыканта, обеспечение безопасности страны и т.д.

В таком случае критерием оптимальности, который наиболее полно характеризует качество принятых решений является минимум приведенных затрат (МПЗ) в процессе использования принятого решения.

В машиностроении инженер-технолог должен разработать такой технологический процесс изготовления деталей (машины) и подобрать из имеющихся на рынке такое оборудование и тех-

нологическую оснастку, которое обеспечат не только требуемое качество выполненных работ, но и МПЗ на производство детали (машины).

Инженер-инструментальщик должен спроектировать или адресно доработать конструкцию инструмента, который обеспечит МПЗ на операции его использования при обеспечении заданного качества выполненной работы.

Этот критерий (МПЗ) обобщающий, объективный и непрочеворечивый, но сам по себе не содержит указаний, как достичь оптимального по МПЗ решения. Непосредственно по нему нельзя, например, выбрать на рынке оптимальный режущий инструмент, или спроектировать его. Необходимо на основе этого критерия предъявить конкретные требования к объекту созидания, которые позволят принять конкретные решения. В каждой сфере деятельности они свои.

Металлорежущий инструмент, к примеру, на операции его использования должен обеспечить надлежащее качество выполненных работ с

- высокой производительностью;
- малой энергоемкостью процесса резания;
- быть экономичным.

По каждому из этих основных требований можно принимать конкретные решения.

1. Высокая производительность, например, будет достигнута в случае, когда в единицу времени будет снят максимальный объем срезаемого слоя. Развивая эту мысль можно предъявить такие требования как:

- а) высокая скорость резания;
- б) большая подача на зуб инструмента;
- в) максимальное число одновременно режущих зубьев.

2. Минимальная энергоемкость процесса резания достигается в случае:

- а) благоприятной формы поперечного сечения срезаемой стружки;
- б) выгодного соотношения толщины к ширине срезаемого слоя;
- в) рациональной схемы резания;
- г) минимального объема слоя металла, срезаемого в единицу времени.

3. Высокая экономичность инструмента достигается при условии:

- а) высокой стойкости инструмента;
- б) высокой технологичности его конструкции;
- в) минимальных затрат на восстановление режущей способности инструмента после его затупления;
- г) возможности переработки на другой размер или вид после полного использования инструмента или рациональное использование его отходов;
- д) дешевого режущего материала.

Указанные дробные требования сами по себе справедливы, непротиворечивы, но часто вступают в противоречия друг с другом, когда мы хотим совместно воплотить их в конструкции конкретного инструмента. Так, например, экономичный инструмент может быть непроизводительным, и наоборот, высокопроизводительный инструмент часто неэкономичный. Или при минимальной энергоемкости, когда выполняется требование п. 2,г, инструмент непроизводительный и т.д.

Производственной практикой установлено, что самая большая доля затрат на выполнение технологической операции связана с производительностью. С повышением производительности уменьшается доля живого труда и в соответствии с уменьшением затраченного на операцию временем уменьшается доля труда, овлеченного в зданиях, сооружениях, отоплении, освещении и т.д. Т.е. сокращаются так называемые накладные расходы, которые приблизительно в 6 раз больше заработной платы оператора на выполнение рассматриваемой операции.

Следующей по значимости статьей расхода является энергоресурсы, и последней, в среднем около 3% от общих затрат, - затраты на используемый инструмент. Поэтому при проектировании инструмента в первую очередь стремятся обеспечить ему высокую производительность. Из полученных вариантов выбирают наиболее энергосберегающий, а из оставшихся – наиболее экономичный. Из рекомендуемого правила могут быть исключения, особенно когда инструмент сложный и очень дорогой. Тогда необходимо проверить варианты конструкции по МПЗ.

Такой творческий подход к решению поставленных задач тормозится стереотипностью мышления, заложенного на стадии подготовки инженера.

Стереотипность мышления – враг творчества. Примеров этому в развитии техники множество, когда закомплексованность известными решениями рождало стереотипы и являлось тормо-

зом на пути развития машиностроения в целом и инструмента в частности. Это— лапка сверла, не выполняющая первоначально предусмотренной функции - частичной передачи момента резания. Тем не менее она существует до сих пор. Это и недостаточное использование прогрессивных схем резания у быстрорежущих инструментов, хотя у протяжек они известны с 1940г. Стереотипность мышления подтверждают достаточно долго сохранившиеся не лучшие конструкции твердосплавных инструментов, повторяющие формы быстрорежущих. Только появление твердосплавных многогранных сменных пластин не позволило вписаться в старые формы инструментов, а заставило искать новые, более совершенные и т.д., и т.д.

Наиболее ярким примером закомплексованности является конструкция спирального сверла с углом наклона стружечных канавок до 30°. Такие сверла работают более сотни лет и все это время плохо выводят стружку при глубине сверления свыше пяти диаметров сверла. Шнек, известный со времен Архимеда, великолепно транспортирует сыпучие грузы в любом направлении. Казалось бы чего проще! Нужно придать стружечным канавкам сверла больший угол наклона и оно будет великолепно выводить стружку. Не нужны дополнительные затраты на выполнение каналов в теле сверла для подачи смазочно-охлаждающей жидкости под давлением с целью вымывания стружки или осуществлять периодические выходы сверла из отверстия для очистки от стружки. Однако на пути такого решения было препятствие, которое по причине закомплексованности конструкторы долгое время не могли преодолеть. Препятствие состояло в следующем. Одна из поверхностей стружечной канавки сверла является передней поверхностью, по которой сходит стружка. Если придать больший угол наклона этой канавке становится неработоспособным режущий клин (лезвие) сверла из-за большого заострения. Сломать этот стереотип удалось в 50-е - 60-е годы XX века. Отделили режущую часть сверла от транспортирующей: выполнили стружечные канавки под углом 45-60°, а вдоль режущих кромок заточили площадки (передние поверхности) под нужным углом, обеспечив надлежащую прочность и стойкость режущему клину. Для дробления сливной стружки предусмотрели на передних поверхностях порошки. Поэтому «дилетанты», свободные от стереотипов, часто более грамотно решают задачи, чем закомплексованные специалисты. Так, например, выпускники машиностроительного колледжа США на заводе Форда поставили на поток производство ветровых стекол автомобиля, чего не смогли сделать дипломированные стекольщики.

Новое появляется на пути ломки стереотипов. Но лучше не ломать, а по возможности не закомплексовывать будущего инженера готовыми решениями на стадии обучения. Следует отказаться от существовавшего в Советском Союзе с 30-х годов XX века и используемого до сих пор метода изучения дисциплины «Режущий инструмент», когда точно и подробно, от А до Я, рекомендуются конкретные элементы конструкции и методы расчета каждого инструмента в отдельности. Создается впечатление, что каждый инструмент существует сам по себе, что он – вот такой, хороший, что не всегда соответствует действительности. Нет общего взгляда на инструменты в целом. Кроме того, на рынке из инструментов одного и того же назначения, но разных конструкций, разных фирм, невозможно выбрать наилучший. Нет критерия оценки отдельных элементов конструкции. Приходится верить рекламе, которая не всегда объективна.

Поэтому рационально дисциплину «Режущий инструмент» разделить на два раздела. В первом разделе (Обзор конструкций режущих инструментов) ознакомить слушателей с существующими конструкциями, их технологическими возможностями, обратив внимание на общие для всех инструментов элементы конструкции, но недостаточно подробно, чтобы закомплексовать будущего инженера известными решениями и сделать его неспособным предложить новые, лучшие решения.

Во втором разделе (Проектирование режущих инструментов) подробно изложить преимущества и недостатки каждого элемента конструкции рабочей, присоединительной и направляющей части инструментов: режущего материала, способа его соединения с корпусами инструментов, передней и задней поверхностей режущего клина, углов заточки, схемы резания, способов охлаждения в работе, методов дробления стружки..., базовых поверхностей присоединительной части, способов соединения со станком..., способов направления в работе, формы направляющих частей и т.д. Привести алгоритм и раскрыть диалектику создания из них, или совершенствования, любого инструмента конкретного назначения с оптимизацией по непротиворечивому критерию – минимуму приведенных затрат на операции, выполняемой инструментом (МПЗ). Изложить подходы к расчету инструментов на прочность, жесткость, точность, а также к расчету формы и размеров режущих контуров.

Для технолога-машиностроителя дополнительно необходимы знания по рациональной, с точки зрения МПЗ, эксплуатации режущих инструментов, а технологам-инструментальщикам – знания для разработки оптимального по МПЗ технологического процесса изготовления инструмента.

По такой методике автор излагает дисциплину «Режущий инструмент» в Белорусском национальном техническом университете с 1983 г. В соответствии с ней разработаны и опубликованы следующие учебные пособия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шагун В.И. Режущий инструмент. Основы теории проектирования. – Мн.: ДизайнПРО, 1998. – 112 с. 2. Шагун В.И. Режущий инструмент. Проектирование. Производство. Эксплуатация. – Мн.: НПО «ПИОН», 2002. – 496 с. 3. Шагун В.И. Металлорежущие инструменты. – М.: Высш. шк., 2007. – 423 с.

УДК 621.9.011:517.962.1

Довнар С.С.

НАПРЯЖЕНИЯ И ДЕФОРМАЦИИ В ЗОНЕ НАРОСТООБРАЗОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ РЕЗАНИЯ МЕТАЛЛА

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Производилось численно-математическое моделирование зоны резания металла в условиях наростообразования. Был применен метод конечных элементов (МКЭ). Основой для компьютерных расчетов служила плоская геометрическая модель зоны резания (рис.1). Она построена на основе известного рисунка процесса наростообразования [1, с.85].

Модель включает в себя деталь (workpiece), стружку (chip), резец (tool), нарост (build-up). Деталь и стружка разделены фронтом сдвига (front of shear) [2]. Деталь в ходе моделирования является неподвижной (на это указывает отметка “0 mkm” на рис.1). Резец перемещается справа налево и совершает пробный шаг на расстояние 10 мкм (отметка “10 mkm” на границе резца).

Особенностью данной модели является введение прослойки (“layer” на рис.1) между деталью и наростом.

Полагается, что прослойка – это упрочняющийся слой металла, переходящий из состава детали в нарост. В работе границам прослойки дана возможность локализованного скольжения. Материал детали может скользить по левой границе прослойки (“Left” на рис.3) вниз или вверх. Сама прослойка может смещаться относительно нароста по своей правой границе (“Right” на рис.3).

Хорошо известно [3], что в сильно деформируемом металле самопроизвольно возникают волокнистые структуры. Они формоизменяются путем сочетания объемной пластической деформации и локализованного скольжения по своим границам. В работе предполагается, что такая волокнистая структура – прослойка – регулярно возникает на вершине нароста, деформируется, упрочняется и, наконец, входит в состав нароста.

В модели на рис.1 подразумевается, что усилие с резца на деталь передается, в основном, через прослойку.

Дополнительно, стружка касается передней поверхности резца высоко над наростом в районе “contact” и имеет там возможность скольжения.

По геометрической модели была построена плоская конечно-элементная модель из 8-узельных элементов. В общем случае элементы имеют форму криволинейных четырехугольников и обеспечивают квадратичную аппроксимацию перемещений. Это позволяет с хорошей точностью вычислять напряжения и деформации. По границам между всеми объектами, именованными на рис.1, введены контактные конечные элементы. В части мест контактные элементы установлены в

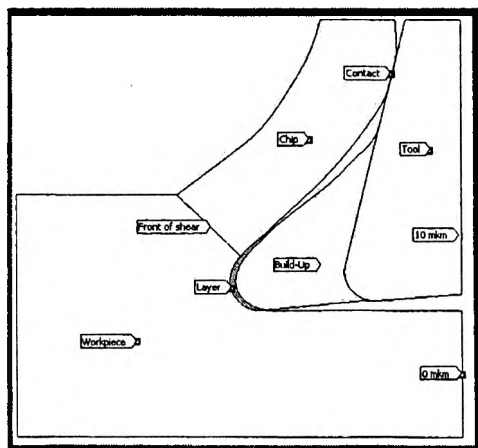


Рис.1. Геометрическая модель зоны резания с наростом