

ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ БЛОЧНО-МОДЕЛЬНЫХ РЕЗЦОВ ДЛЯ ТЯЖЕЛЫХ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

Кравцов А.Н.

Научно-производственный кооператив "Объединение научных инженерных коммерческих структур", г.Ирбит

Ключевые слова: блочный резец, работоспособность, рабочие характеристики, эксплуатационные свойства, технологическое обеспечение

Аннотация. Блочные резцы, применяемые при обработке заготовок на тяжелых токарных станках используют автоматическое и ручное закрепление режущей блок-вставки. Особенностью этих инструментов является наличие большого количества деталей (30 и более). А преимуществом использования – возможность быстрой замены блоков с режущей частью (блок-вставок) без демонтажа всей державки резца. Что приводит к следующим проблемам. Из-за действия на режущий элемент циклической и ударной нагрузок, а также особенностей обработки на тяжелых станках к поверхностям контактного взаимодействия таких инструментов предъявляются требования по заданным свойствам, а также их обеспечению (достижению методами обработки).

К особенностям обработки на тяжелых станках относится присутствие сменных модулей, появление упруго-пластической деформации в местах контакта опорной пластины и режущего элемента, корпуса блок-вставки и державки резца. А также - наличие большого числа получистовых переходов (силы резания отличаются от черного перехода в 2 и более раза), работа с большими припусками (глубина резания (30 ÷ 40) мм при черновой и (5 ÷ 10) мм при получистовой обработке), частая обработка по корке отливки и др.

Для повышения работоспособности, в таком случае, необходимо достичь заданных рабочих характеристик блочных резцов в виде линейного смещения вершины резца, виброустойчивости, прочности, жесткости и др. при одновременном обеспечении свойств (несущей способности, контактной жесткости, усталостной прочности, минимального линейного износа опорных пластин и присоединительных поверхностей блок-вставок) поверхностей элементов резца. Тогда, из-за применения режущих блок-вставок в конструкциях резцов, возникает необходимость выбора оптимальных диапазонов параметров состояния поверхностного слоя (при помощи назначения соответствующих методов обработки) [1]. Для решения поставленных задач следует обеспечить свойства контактных соединений деталей резца с помощью введения параметров, минимально изменяющих свои свойства при эксплуатации.

Для обеспечения свойств поверхностей деталей блочных резцов существует два подхода: одноступенчатый и двухступенчатый. Первый – имеет недостатки, связанные с регламентацией. Второй – основывается на применении комплексов состояния поверхностного слоя, которые различаются в зависимости от того, какие параметры в себе содержат (зависящие и не зависящие от обработки). Он обладает единством регламентации при сохранении традиционных подходов (R_a) и ставит целью – достижение оптимальных параметров поверхности [1, 2]. При этом установлено, что одного только регламентируемого параметра

шероховатости поверхности в полной мере не достаточно для обеспечения заданных свойств (см. рисунок 1,а).

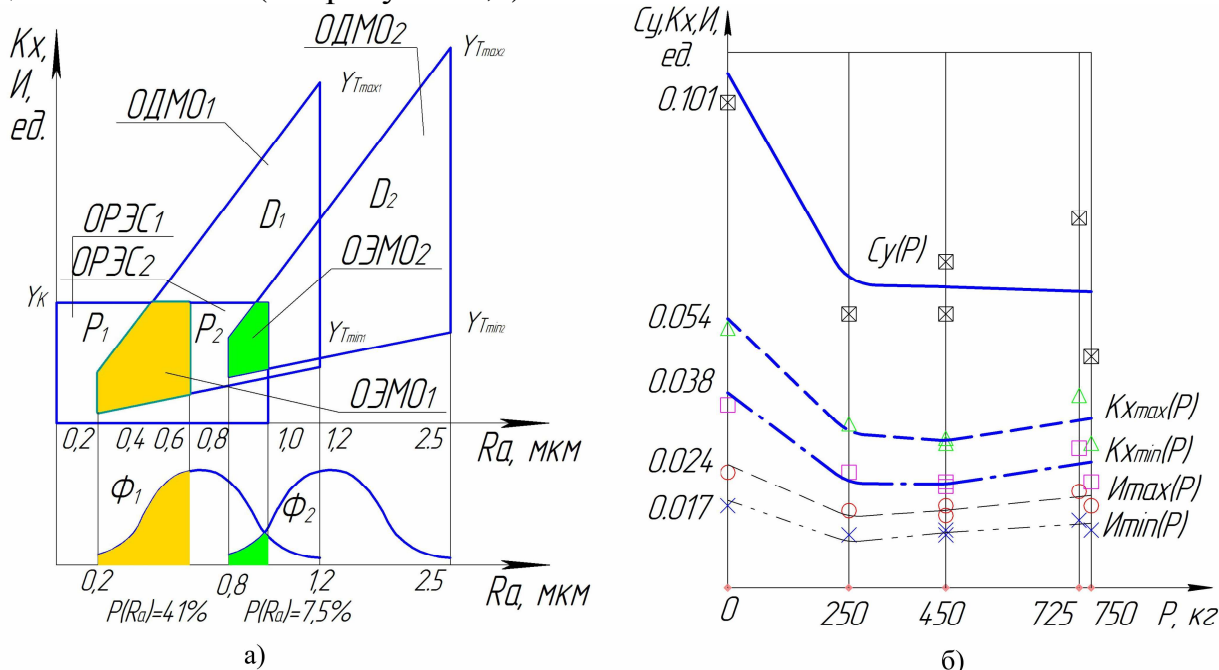


Рис. 1. Схема: а) выбора метода обработки (для комплекса $I = K_x$) при обеспечении заданных свойств поверхностного слоя (ОРЭС - P_i ; ОДМО - D_i и ОЭМО - A_i – области регламентируемых, достижимых и эффективных значений заданных свойств); б) стабилизации комплексов I, K_x (равномерного износа и герметичности), C_y (долговечности) для Сплава Д18 при приложении нагрузок в $P = \{0; 250; 450; 725; 750\}$ кгс

Достижение оптимальных параметров поверхности (цель оптимизации) решается при помощи метода оптимизации – математического программирования с ограничительными неравенствами для нелинейных функций. При этом рассматриваются критерии оптимальности, система ограничений (заданные диапазоны регламентируемых параметров поверхности, условия достижения равновесного состояния пар-ров поверхностей трения), целевая функция (неравенство комплексов $Y_T \leq Y_K$, от зависящих и не зависящих от обработки параметров поверхностного слоя, что учитывает физическую картину эксплуатации контактного соединения – например, для I , условие минимального линейного износа и стабильности коэффициента трения, в присутствии приработки и нормального износа, см. рисунок 1,а и 1,б).

Модель решения задачи основывается на использовании величин, где обеспечение свойств поверхности уже заложено в структуре этих параметров (комплексы). В литературе, для различного типа контактных соединений и условий трения, известны безразмерные комплексы – И.В. Крагельского – В.С. Комбалова, Э.В. Рыжова – А.Г. Сулова и др. [1]. Их применение для обеспечения свойств деталей резцов было формализовано, а также разработаны и уточнены комплексы с учетом присутствия контактных нагрузок в блочных конструкциях (усталости - D , равномерного износа - I , упрочнения, разупрочнения - H) в работе [2]. Рассмотрен доминирующий критерий оптимальности – максимальной вероятности свойства (равномерного износа - I),

где установлено, что для определения метода обработки опорной пластины режущего элемента на финишном этапе, приоритетом над чистовым шлифованием является чистовое точение с вероятностью, соответственно, 66 % и 46 % (см. рисунок 1,а и [2]).

Все это приводит к необходимости рассмотреть выбор минимального числа этапов обработки этих поверхностей. А также исключение излишней обработки (чрезмерно высокое качество поверхности), т.к. при приработке параметры состояния поверхности стабилизируются и принимают оптимальные (другие) значения, отличные от тех, что получены при изготовлении [1]. Поэтому рассмотрено как изменяются комплексы (И, Д, Н) при эксплуатации блочной конструкции резца [2]. Установлено (см. [2], образец Сплав Д18, контр-тело - Р18 и Сталь 3, контр-тело – Р6М5), что при нагружении (250 ÷ 750 кгс) комплексы стабилизируются, с увеличением нагрузки примут равновесные значения, меньшие, чем до приложения нагрузки (см. рисунок 1,б). Таким образом, используемые комплексы (И, Д, Н) хорошо поддаются прогнозированию при эксплуатации, в отличие от профильных, поведение которых различно.

По сути, эти изменения показывают смещение области эффективных значений заданных свойств (см. рисунок 1,а и 1,б, [2]) при эксплуатации в сторону более низких значений комплекса (и соответственно, повышению эксплуатационных характеристик в сравнении с оптимизационной моделью). Это говорит о том, что комплексы (И, Д, Н) хорошо подходят для обеспечения несущей способности контактных соединений деталей резцов и повышения их работоспособности. Эти заключения были проверены для величины линейного смещения вершины резца (при смене регламентации от одного параметра профиля R_a к комплексу И – равномерного износа опорной пластины режущего элемента). Установлено, что величина такого смещения уменьшалась в (1.5 ÷ 2) раза.

Применение комплексов для повышения рабочих характеристик резцов, также подтверждалось данными литературы (Э.В. Рыжов, Г.Л. ХаеТ), где при смене регламентации, также повышалась стойкость режущих пластин – в 2 раза [2]. Также, вводя ограничения на уровни регламентации параметров состояния поверхностного слоя (ужесточения R_a , в сторону уменьшения) опорных пластин и режущих блок-вставок, рабочие характеристики резцов, такие, как виброустойчивость (частота и амплитуда колебаний на корпусе резца) повышалась на (15 ÷ 20) %, размер износа по задней поверхности режущего элемента снижался на (20 ÷ 40) % [2]. Это доказывает адекватность применения оптимизационной модели по обеспечению заданных свойств. Также данные решения привели к повышению разрушающей подачи (прочность блочной конструкции) на (30 ÷ 60) % и снижению интенсивности поломок режущего элемента (безотказность работы). Условия проведения экспериментов на виброустойчивость, износ по задней поверхности режущего элемента, прочность (разрушающая подача), безотказность работы (интенсивность поломок режущего элемента), линейного смещения вершины резца и достижения комплексами равновесного состояния приведены в [1].

Это убедительно доказывает, что существует возможность повышения работоспособности блочных резцов в виде линейного смещения вершины резца, частоты и амплитуды колебаний, износостойкость режущего элемента по задней поверхности и свойств их элементов (износостойкости сменяемых блоков, долговечности опорных и режущих пластин, поверхностей упорных контактных соединений), совместно, с помощью представленных комплексов И, Д, Н [2].

Список литературы

1. Инженерия поверхности деталей / Колл. авт.; под ред. А.Г. Сулова. – М.: Машиностроение, 2008. – 320 с.
2. Кравцов А.Н. Моделирование технологического обеспечения производственно-технических характеристик блочно-модульных инструментов с элементами диагностики и контроля на основе системной оптимизации: монография. – Ирбит: ЗАО «ОНИКС», 2015 – 300 с.

Сведения об авторе:

Кравцов Алексей Николаевич – инженер, НПК «ОНИКС», г.Ирбит.

IMPROVING THE PERFORMANCE OF BLOCK STRUCTURE CUTTERS FOR HEAVY LATHES

Kravtsov A.N.

Keywords: block cutter, performance, field-performance data, operational properties, technological support.

Abstract. Block cutters used in the processing of blanks on heavy lathes, use automatic and manual fastening of the cutting insert. A feature of these tools is the presence of a large number of parts (30 or more). And the advantage of use is the ability to quickly replace the blocks with the cutting part (inserts) without dismantling the entire tool holder. Which leads to the following problems. Due to the effect on the cutting element of cyclic and shock loads, as well as the features of processing on heavy machines, the contact interaction surfaces of such tools are imposed on the specified properties, as well as their provision (achievement by mechanical treatment methods).