

ОБРАБАТЫВАЕМОСТЬ ВЫСОКОМАРГАНЦЕВЫХ ДЕФОРМИРУЕМЫХ СТАЛЕЙ

Г. Л. КУФАРЕВ, В. И. ЛИВШИЦ

(Представлена научным семинаром кафедр станков и резания металлов
и технологии машиностроения)

В настоящее время изучение проблем обрабатываемости металлов резанием приобретает все большую актуальность по следующим двум причинам:

1. Перспективным направлением в области автоматизации обработки на металлорежущих станках, открывающим новые возможности повышения экономичности, точности и производительности машиностроительного производства, является создание систем оптимизации процессов резания металлов, так называемые самонастраивающиеся системы. Параметрами процесса, которые посредством регулирования поддерживаются на оптимальном уровне, могут быть температура резания, силы резания, мощность, стойкость. На пути создания самонастраивающихся систем встает целый ряд трудностей. В частности, отсутствие теории обрабатываемости, отсутствие надежных функциональных связей между режимами резания и указанными выше параметрами процесса серьезно тормозят развитие этого перспективного направления.

2. В производстве появляется много новых марок труднообрабатываемых конструкционных материалов, обработка которых производится на весьма низких режимах резания. С другой стороны, появляется много новых марок инструментальных материалов различных групп, которые, не решая кардинально задачи резкого повышения режимов обработки на всех без исключения операциях и на всех обрабатываемых материалах, вместе с тем в частных случаях дают значительное повышение производительности труда. Поэтому поиск технологических решений отдельных частных задач приобретает большое значение.

Кафедра станков и резания металлов Томского политехнического института имени С. М. Кирова является участником работ по разработке мер повышения производительности при резании труднообрабатываемых сталей. Ниже излагаются результаты одного из разделов работы — изучение обрабатываемости двух марок деформируемых маломангнитных высокомарганцевых сталей при строгании.

При проведении работы особое внимание обращалось на получение надежных и воспроизводимых результатов стойкостных экспериментов. При обработке резанием труднообрабатываемых материалов значительно сильнее, чем при резании обычных сталей, проявляется неста-

бильность свойств внутри партии пластин твердых сплавов, учащаются случаи появления неповторяемых, невоспроизводимых результатов эксперимента. Поэтому методика исследований предусматривала специальные меры контроля надежности результатов.

В связи с отсутствием каких-либо литературных данных по строганию исследуемых сталей или хотя бы близких к ним по свойствам при выборе марки инструмента были испытаны инструментальные материалы следующих групп:

- 1) быстрорежущие стали (5 марок), в том числе с Со и V;
- 2) W — Со твердые сплавы типа ВК (7 разновидностей);
- 3) Ti — W — Со твердые сплавы типа ТК (3 марки);
- 4) трехкарбидные („промежуточные“) твердые сплавы (5 марок);
- 5) литые режущие сплавы (2 марки).

Из перечисленных 22 наименований 19 отечественных и 3 зарубежных.

Выбор марки инструмента велся на 8 типах геометрии: 1) с положительным углом γ без фаски; 2) с положительным углом γ с фаской 0,2 мм; 3) с отрицательным углом γ ; 4) с положительным углом γ с фаской 0,5 мм. Каждый из 4 типов геометрии испытывался с двумя значениями заднего угла.

Износ инструмента при строгании исследуемых сталей носит различный характер для разных режущих материалов, хотя почти во всех случаях превалирует износ по задней грани:

а) износ по задней грани с максимумом на вершине резца — резцы ВК8 (напаянная пластина).

б) гладкая площадка износа по задней грани — быстрорежущие стали;

в) полоса износа по задней грани в сочетании с глубоко вдающейся канавкой (проточкой) посередине среза — быстрорежущие стали, большой положительный угол λ ;

г) интенсивная выработка лезвия с образованием уступа с гладким дном — твердые сплавы группы ВК с отрицательным передним углом;

д) износ по задней грани, сопровождающийся крупными выкрашиваниями по задней грани на наружной части среза — твердые сплавы группы ТК, положительный угол γ ;

е) одновременно с износом по задней грани происходят чешуйчатые сколы вершины по передней грани — твердый сплав ВК8,

ж) износ по задней грани и выработка передней грани на некотором расстоянии от фаски, похожей на лунку — твердый сплав ТТ10К8Б.

Износ литого сплава типа А носил резко выраженный во всех случаях характер — полоса износа по задней грани и лунка по передней грани. Износ не похож ни на одну из перечисленных выше разновидностей — резко выражен износ по передней грани.

Характерное явление, наступающее при критическом износе инструмента — потеря резцом способности врезаться под стружку за один двойной ход, отжим его на поверхность резания. При достижении этого и других, связанных с критическим износом, явлений устанавливался критерий затупления — ширина фаски износа по задней грани.

Результаты выбора наиболее производительной марки инструмента представлены на рис. 1. Режимы испытаний: быстрорежущие стали — $V = 12$ м/мин, $s = 0,25$ мм/д.х., $t = 3$ мм; остальные материалы — $V = 17,4$ м/мин; $s = 0,25$ мм/д.х., $t = 3$ мм.

1. Быстрорежущие стали (в том числе стали с Со и V) показали низкую стойкость при строгании исследуемых материалов.

2. Сплавы группы ТК также показали невысокую стойкость при испытаниях и склонность к хрупкому износу. Даже на геометрии типа 5 с уменьшенными углами γ и α (но угол γ положительный), создающей геометрически прочный режущий клин, износ сплава Т14К8 носил хрупкий характер.

3. Сплавы группы ВК, освоенные промышленностью в последние годы — ВК4, ВК6М и ВК8В — не дали положительных результатов. Сплав ВК6М изнашивался выкрашиванием, а затем сколами по передней и задней граням. ВК4 по характеру износа похож на ВК8 (износ по задней грани, максимум его — вершина резца), однако разрушение лезвия наступает при меньших износах, чем у ВК8. ВК8В после износа по задней грани до 1,5 мм получал выпучивание (деформацию) всей передней грани, и резец терял способность врезаться под стружку.

4. Из сплавов «промежуточных» показал неплохую стойкость сплав ТТ10К8Б, который отобран для дальнейших испытаний. Другие авторы, например А. М. Вульф и Г. П. Ильин [1], также отмечают хорошую стойкость сплава ТТ10К8Б при обработке высокомарганцовистых сталей. Сплав марки АТ-10 производства «Widia» (ФРГ) показал весьма низкую стойкость, хотя и рекомендуется фирмой как раз для подобных сталей (18% Мп, кованые). При этом режимы испытаний и геометрия заточки были выдержаны в соответствии с рекомендациями фирмы.

5. В связи с тем, что сплав ВК8 чаще всего применяется в производстве при обработке труднообрабатываемых сталей, были испытаны пластины ВК8 четырех видов:

а) производства Московского комбината твердых сплавов (обозначение на рис. 1 — ВК8п),

б) производства Кировоградского завода на Урале (ВК8у),

в) пластины специального выпуска черного цвета (ВК8ч). Все эти пластины крепились в державке механически,

г) резцы с напаянными пластинами (ВК8п).

Из рис. 1 видно, что пластины ВК8м и ВК8у показали стойкость ниже, чем ВК8ч, и первоначально предполагалось вести дальнейшие испытания на ВК8ч. Однако попытка повторить высокие стойкости на ВК8ч не удалась. Специально предпринятые опыты подтвердили, что высокие стойкости на 2 и 4 типах геометрии ВК8ч (заштрихованы на рис. 1) являются случайными, невоспроизводимыми результатами. Другие пластины ВК8ч также дали низкую стойкость (не приводятся на рис. 1).

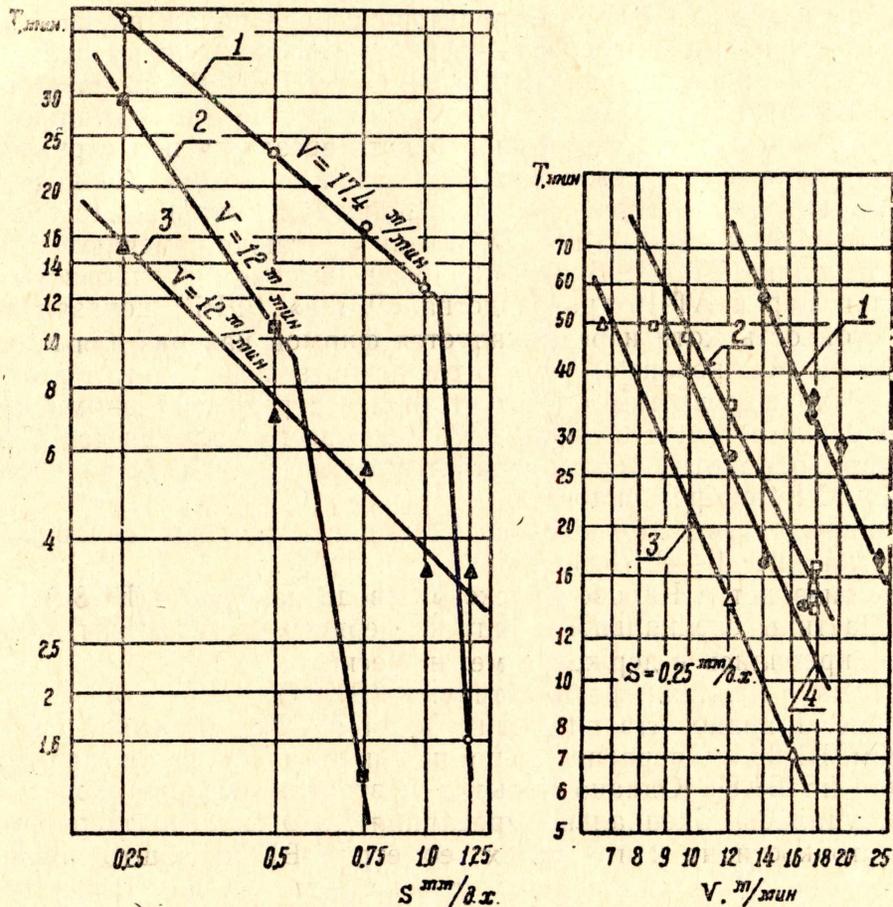
Поэтому для дальнейших испытаний были отобраны резцы с напаянными пластинами ВК8п, показавшие высокую стабильность результатов. После отработки оптимальной геометрии на ВК8п проведены специальные контрольные опыты для проверки надежности и воспроизводимости стойкостных результатов (рис. 1), подтвердившие высокую стабильность результатов у ВК8п.

6. Самую высокую стойкость показали литые сплавы на основе Со (~ 50%), Сг (~ 30%), W (~ 15%) — сплав А и сплав В (рис. 1). При этом сплав В, наряду с наивысшим по стойкости результатом, дал и низкую стойкость, показав склонность к износу выкрашиванием и сколами. Поэтому для дальнейших работ был отобран сплав А, показавший в дальнейшем весьма высокую стабильность результатов.

В результате экспериментов найдена для 3 отобранных материалов оптимальная геометрия заточки: это геометрия с положительным углом γ с большим радиусом на вершине (до 2,5 мм). Инструменты с отрицательным углом γ дали в большинстве случаев низкую стойкость. При этом возникает значительная силовая нагрузка на станок, приводящая к вибрациям. Все это не позволяет рекомендовать для строгания исследуемых сталей инструмент с отрицательным углом γ .

Следует отметить различное влияние заднего угла на стойкость (рис. 1). В то время как для групп ТК, ТТК и литых сплавов стойкость повышается при уменьшении угла α , для быстрорежущих сталей и сплава ВК8 отмечена противоположная тенденция — увеличение стойкости при увеличении угла α .

На графиках « $T-s$ » отмечен излом кривой (рис. 2). По-видимому, здесь проявляется действие так называемой «ломающей» подачи: после



Обрабатываемый материал: 45Г17Ю3Х. $t = 3$ мм

- 1.- Литой сплав И: $\alpha = 7^\circ$, $\gamma = +14^\circ$, $\lambda = +12^\circ$, $\varphi = 40^\circ$
 $r = 2.5$ мм, $f \approx 0.8S$; $\delta\varphi = -30^\circ$
- 2.- ВК8п: $\delta = +15^\circ$, $\alpha = 15^\circ$, $\lambda = +15^\circ$, $\varphi = 40^\circ$, $r = 2.5$ мм
 $f = 0.8S$, $\delta\varphi = -30^\circ$
- 3.- ВК8п: $\gamma = +7^\circ$, $\alpha = 13^\circ$, $\lambda = +12^\circ$, $\varphi = 35^\circ$,
 $r = 2.5$ мм, $f \approx 0.8S$, $\delta\varphi = -20^\circ$
- 4.- ТТ10НВ5: $\gamma = +5^\circ$, $\alpha = 6^\circ$, $\lambda = +15^\circ$, $r = 2.5$ мм,
 $\varphi = 35^\circ$, $f = 0.3$ мм, $\delta\varphi = -30^\circ$

Рис. 2 Зависимости « $T-V$ » и « $T-S$ » при строгании стали 45Г17Ю3Х.

непродолжительного изнашивания режущий клин теряет механическую прочность. В связи с тем, что резец ВК8п с оптимальной по стойкости

геометрией ($\gamma = +15^\circ$, $\alpha = 14^\circ$, $\lambda = +15^\circ$) сохраняет длительно прочность лишь на подачах до $0,5 \text{ мм/д.х.}$, для работы на подачах больше $0,5 \text{ мм/д.х.}$, рекомендуется резец с упрочненным режущим клином: $\alpha = 14^\circ$, $\gamma = +7^\circ$, $\lambda = +12^\circ$.

На рис. 2 приведены зависимости « $T - V$ ». Расположение кривых по возрастанию T : ВК8п, $\gamma = +7^\circ$; ТТ10К8Б; ВК8п, $\gamma = +15^\circ$; сплав А.

Как показывают расчеты, применение литого сплава А повышает скорость резания примерно в 2 раза при одной и той же стойкости при подачах до $0,5 \text{ мм/д.х.}$ На подачах больше $0,5 \text{ мм/д.х.}$ выигрыш в скорости будет еще значительнее.

Выводы

1. Стругание маломагнитных деформируемых высокомарганцевых сталей возможно вести на режимах, близких к режимам обработки жаропрочных хромоникелевых сталей.

2. Литые режущие сплавы, близкие к исследованному типу, следует рекомендовать для применения на операциях прерывистого резания при обработке труднообрабатываемых материалов.

3. Материал режущего инструмента оказывает весьма сильное влияние на характер и протекание износа при обработке высокомарганцевых сталей.

4. Существующие теории износа не позволяют прогнозировать характер износа и производить обоснованный выбор типа и марки материала инструмента. Необходимы дальнейшие исследования обрабатываемости резанием с целью создания теории износа режущего инструмента и общей теории обрабатываемости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обрабатываемость жаропрочных и титановых сплавов. Труды Всесоюзной межвузовской конференции, стр. 145-156. Куйбышев, 1962.
-