

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ ТОЧЕНИЕМ
ТВЕРДОСПЛАВНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ СТАЛИ Г13Л**

А. М. РОЗЕНБЕРГ, А. К. БАЙКАЛОВ, В. И. ЛИВШИЦ

Сталь Г13Л имеет широкое распространение в технике как материал, обладающий большой износоустойчивостью при действии ударных нагрузок. Это ценное свойство данной стали обусловлено состоянием марганцевого аустенита, которое сталь Г13Л сохраняет при охлаждении на воздухе и в воде. Значительная склонность стали Г13Л к упрочнению серьезно затрудняет механическую обработку. Поэтому детали из стали Г13Л большей частью изготавливаются литыми. Ряд заводов применяет обработку плоскостей у деталей из Г13Л (например, сердечников стрелочных крестовин) строганием и фрезерованием твердосплавным инструментом. При этом снятие припуска производится за один проход. Это обстоятельство, а также специфическая геометрия инструмента, рекомендуемая в литературе [1], [2], ведут к сильным вибрациям, большим усилиям резания и систематическим выходам из строя тяжелых продольно-фрезерных и продольно-строгальных станков.

В лаборатории резания ТПИ по заданию красноярского завода „Сибтяжмаш“ проведено исследование обрабатываемости стали Г13Л точением твердосплавным инструментом. Заготовки из стали Г13Л в виде литых втулок размерами $\varnothing 200 \times 250$ (отверстие $\varnothing 100$) были закалены в воде до твердости $HV = 210 \div 225$. Сталь содержала 1,0—1,3% С и 12—14% Мп. Микроструктура стали представлена на рис. 1. Исследование проводилось на станке модели 163. Пластины твердого сплава закреплялись механически в державке клином с углом 3° .

Выбор марки твердого сплава производился на двух типах геометрии инструмента — с положительным углом γ и отрицательным углом γ . Были опробованы 10 марок твердого сплава: ВК4, Т5К10, ВК8В, Т5К12В, ТТ7К12, ТТ10К8Б, Т14К8, ВК8, ВК6М, Т15К6. При этом работоспособными оказались лишь 4 сплава: ВК8, ВК6М, Т15К6, Т14К8. Остальные 6 сплавов на первых же секундах работы получали значительный износ носика, до 3—4 мм, и теряли способность к снятию стружки. Причиной этого является, по-видимому, низкая износостойкость этих сплавов.

С 4 сплавами, оказавшимися работоспособными, были проведены стойкостные испытания. Износ твердосплавных пластин при обработке стали Г13Л идет интенсивно по передней и задней граням. Износ по задней грани в первую же минуту работы достигает 0,4—0,5 мм

и в дальнейшем растет в виде полосы износа с максимумом или на носике, или на той части лезвия, которая снимает припуск с наружного диаметра. Появление значительного износа по задней грани (до 0,5 мм) сразу ведет к увеличению составляющей силы резания P_y и отжиму резца. Износ по передней грани идет с образованием резко выраженной лунки непосредственно вблизи режущей кромки. В дальнейшем лунка вырабатывается в уступ, максимальная глубина которого чаще всего приходится на ту часть режущей кромки, которая снимает припуск с наружного диаметра.

В качестве критерия затупления при работе сплавами Т14К8 и Т15К6 был принят износ по задней грани 1,5—1,7 мм. При этой

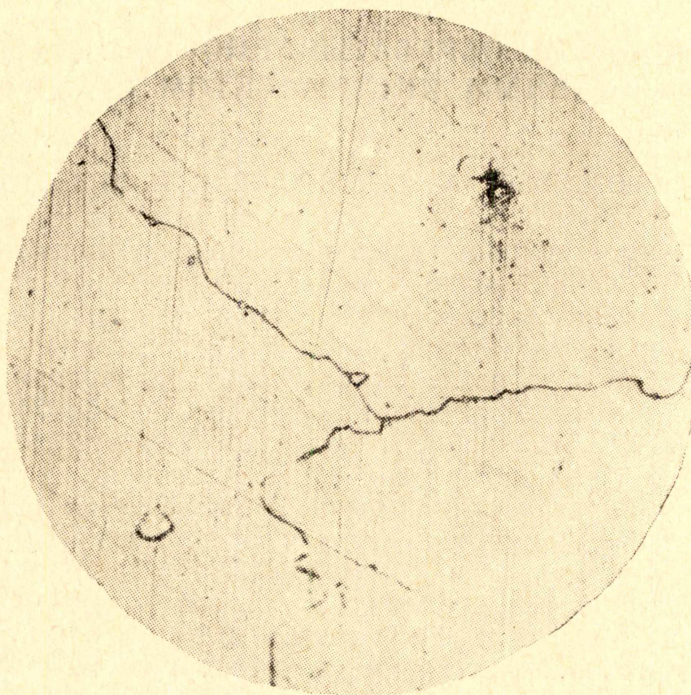


Рис. 1. Микроструктура стали Г13Л (х500).

величине износа начинает появляться прижоги обработанной поверхности, значительный отжим резца, выпучивание внешнего края поверхности резания. Критерий затупления для сплавов ВК6М и ВК8 (угол γ положительный) был выбран следующий: 2,0 мм для скоростей 20—30 м/мин; 1,3—1,5 мм для скоростей 35—50 м/мин. Разница в критериях затупления для двухкарбидных сплавов на низких и высоких скоростях связана с тем, что на высоких скоростях при износе более 1,5 мм сплавы ВК6М и ВК8 проявляют склонность к сломам носика резца и вспомогательной задней грани, в то время как при низких скоростях пластины ВК6М и ВК8 устойчиво работают и при износе более 2 мм.

Опробование 4-х марок твердых сплавов производилось на режимах: $V = 70$ м/мин, $s = 0,26$ мм/об, $t = 2,5$ мм. Результаты стойкостных испытаний приведены в табл. 1. Сплавы Т14К8 и Т15К6 при положительном γ скалывались на первых же секундах работы, поэтому испытания были проведены лишь с отрицательным γ . По результатам опробования для отработки геометрии и режимов были отобраны сплавы Т14К8 (имеющий меньшую склонность к выкрашиванию, чем Т15К6) и ВК8.

Таблица 1

Марка твердого сплава	Геометрия	Стойкость
Т15К6	$\gamma = -11^\circ, \alpha = 16^\circ, \lambda = +3^\circ, \varphi = 52^\circ, r = 1,5 \text{ мм}$	10 мин.
ВК8	$\gamma = -11^\circ, \alpha = 10^\circ, \lambda = +3^\circ, \varphi = 52^\circ, r = 2 \text{ мм}$	4 мин.
ВК8	$\gamma = +9^\circ, \alpha = 10^\circ, \lambda = +6^\circ, \varphi = 60^\circ, r = 1,0 \text{ мм}$ фаска: $f = 0,2 \text{ мм}, \gamma_\phi = -5^\circ$	3 мин.
Т14К8	$\gamma = -12^\circ, \alpha = 13^\circ, \lambda = +3^\circ, \varphi = 50^\circ, r = 3,0 \text{ мм}$	9 мин.
ВК6М	$\gamma = +10^\circ, \alpha = 8^\circ, \lambda = +5^\circ, \varphi = 60^\circ, r = 1,7 \text{ мм}$ фаска: $f = 0,3 \text{ мм}, \gamma_\phi = -5^\circ$	2,5 мин.
ВК6М	$\gamma = -13^\circ, \alpha = 7^\circ, \lambda = +4^\circ, \varphi = 58^\circ, r = 1,5 \text{ мм}$	2,0 мин.

Выбор оптимальной геометрии производился для сплава Т14К8 на режимах: $V = 70 \text{ м/мин}$, $s = 0,26 \text{ мм/об}$, $t = 2,5 \text{ мм}$. Задний угол

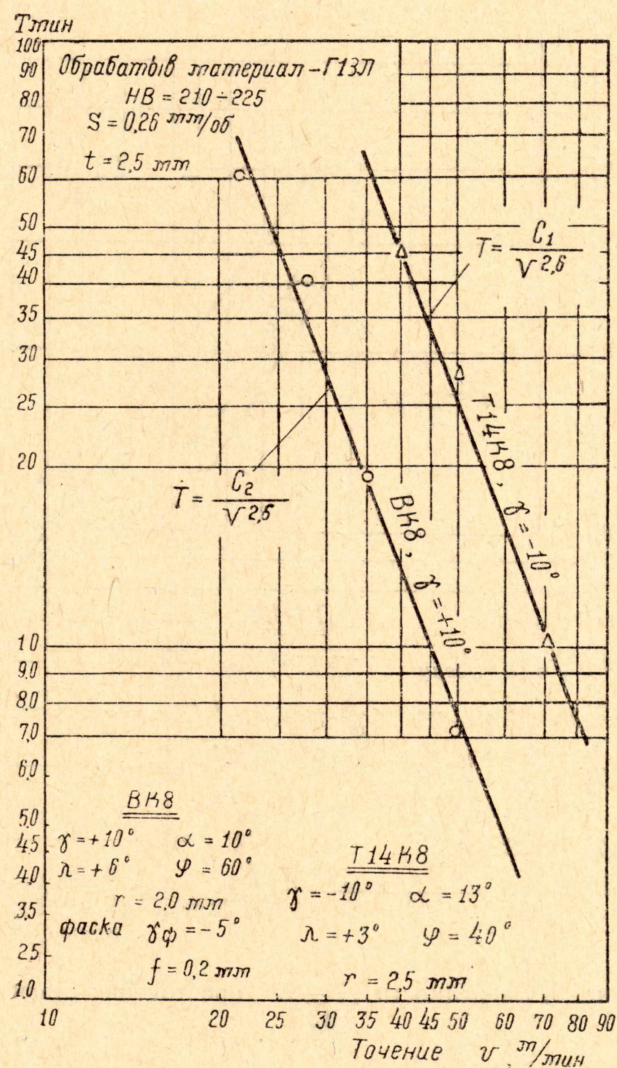


Рис. 2. Зависимости "Т—V" при точении стали Г13Л.

изменился в пределах от 6 до 18° . Передний угол изменялся в пределах от 0° до -17° . Угол λ менялся в пределах от $+2^\circ$ до $+20^\circ$.

Испытания показали, что оптимальными углами являются: $\gamma = -10^\circ \div -12^\circ$; $\lambda = +3^\circ \div +5^\circ$; $\alpha = 12^\circ \div 14^\circ$. Имеющиеся в литературе [2] данные о том, что наибольшая стойкость обеспечивается при угле $\alpha = 20^\circ$, подтверждены не были. Угол в плане φ и радиус закругления r выбираются в зависимости от жесткости системы „станок—приспособление—деталь“. Геометрия для сплава ВК8, испытываемого с положительным углом γ , взята по результатам испытаний жаропрочной стали ЭИ316: $\gamma = +10^\circ$, $\lambda = +6^\circ \div +8^\circ$, $\gamma_\phi = -5^\circ$, $f = 0,2$ мм, $\alpha = 10^\circ$.

Обдирка болванок по корке производилась пластиной ВК8 следующей геометрии: $\gamma = +8^\circ$, $\alpha = 8^\circ$, $\lambda = +8^\circ$, $f = 0,4$ мм, $\gamma_\phi = -5^\circ$, $r = 2,7$ мм, $\varphi = 40^\circ$. Режимы: $s = 0,26$ мм/об, глубина переменная—от 0 до 6 мм. Скорость 18—25 м/мин. Стойкость при этом составляла 50 минут. Следует отметить, что встречающиеся в корке рако-

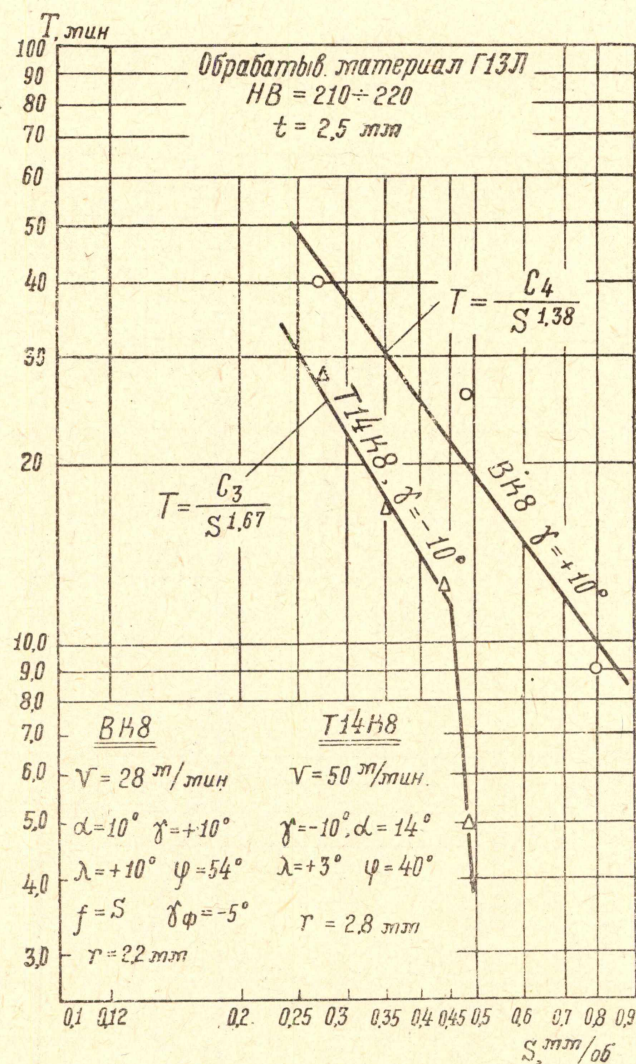


Рис. 3. Зависимости „ $T-S$ “ при точении стали Г13Л.

вины и шлаковые включения вели к интенсивному возрастанию износа по задней грани и снижению стойкости. Однако и в этих условиях работа сплавом ВК8 с положительным передним углом и фаской вполне возможна, а с точки зрения силовой нагрузки станков благоприятна.

Стойкостные испытания позволили получить следующие зависимости, характеризующие влияние скорости, подачи и глубины резания на стойкость (рис. 2 и 3):

для сплава Т14К8 ($\gamma = -10^\circ$)

$$V = \frac{75}{T^{0,39} s^{0,64} t^{0,1}}; \quad (1)$$

для сплава ВК8 ($\gamma = +10^\circ$)

$$V = \frac{55}{T^{0,39} s^{0,53} t^{0,1}}. \quad (2)$$

Влияние глубины резания на стойкость взято из литературных данных [1], а также на основе стойкостных исследований стали ЭИ316. Зависимость (1) действительна до подачи $s = 0,45$ мм/об. Зависимость (2) действительна до подачи $s = 0,8$ мм/об. Зависимость „ $T-s$ “ (рис. 3) для ВК8 показывает, что с увеличением подачи стойкость при обработке стали Г13Л падает. Этим спровергается существующее на производстве мнение, что сталь Г13Л (ввиду ее большой упрочняемости) выгоднее с точки зрения стойкости обрабатывать с большими подачами. Данные стойкостные исследования показывают, что при выборе режимов обработки следует руководствоваться для стали Г13Л общим принципом выбора режимов примерно постоянных стойкостей.

Выводы

1. В результате проведенных стойкостных исследований произведен выбор марки твердого сплава, найдена рациональная геометрия инструмента, определен критерий затупления инструмента, найдены зависимости (1) и (2) влияния V, s, t на стойкость для двух марок сплавов, по которым можно производить выбор режимов для получистовой обточки стали Г13Л. Исследовано также черновое точение стали Г13Л по корке.

2. Показано, что возможна обработка стали Г13Л как инструментом с отрицательным γ (Т14К8), так и инструментом с положительным γ (ВК8), в том числе и по корке. Поэтому для уменьшения силовой нагрузки станков рекомендуется работать инструментом с положительным γ из ВК8, используя более низкие скорости и более высокие подачи, чем при работе Т14К8, и тем самым не проигрывая в производительности.

3. Обработка деталей из сталей Г13Л вполне возможна за несколько проходов. Поэтому с точки зрения уменьшения силовой нагрузки необходимо делить припуск минимума на два прохода, производя черновую и чистовую обработку.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Ш и ф р и н. Исследование процесса резания высокомарганцовистой стали. Ленинград, 1953 (автореферат диссертации).
2. Л. Х в о р о с т у х и н, А. П р о м п т о в. Точение труднообрабатываемых сталей. Иркутск, 1959.