

Г. С. МИНАСЯН

СИЛЫ РЕЗАНИЯ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ТОЧЕНИИ СТАЛИ БЕЗВЕРШИННЫМИ РЕЗЦАМИ

Одним из ведущих показателей несущей способности деталей машин, поверхность которых сформировалась в процессе обработки резанием, является качество поверхности. Оно в значительной мере зависит от фазово-структурных превращений и реологического состояния предынструментальной зоны, от физико-химических явлений, происходящих в процессе контакта, от изменения плотности дислокаций, сложных тепловых процессов и др. Степень проявления этих явлений зависит не только от режимов резания, сродства режущего и обрабатываемого материалов, геометрии инструмента, среды, в которой они протекают, но определенное влияние оказывает и конструкция инструмента. Действительно, в работах [1—5] были показаны конструктивные особенности нового резца, дающего возможность по-новому слагать и геометрию инструмента.

Установив высокие показатели долговечности инструмента, стабильность шероховатости поверхности во всех зонах скоростного поля, необходимо было исследовать поведение силовых показателей при обработке металлов с различными свойствами. При этом, учитывая, что нас интересовали не только вопросы установления характера и степени связи составляющих сил резания с главными элементами процесса, но и физическая сущность протекающих явлений, мы воздержались от использования принципа планирования эксперимента.

Условия экспериментального исследования главных силовых зависимостей определялись следующими данными: процесс — точение; станок с вариатором, позволяющим точно выдерживать заданную скорость резания благодаря счетному устройству; составляющие усилия резания определялись трехкомпонентным динамометром с записью показателей при помощи ЭПП; инструмент — безвершинный резец БРМ-1*, изготовленный из быстрорежущей стали Р18, и вторая их группа, армированная твердым сплавом марки ВК8, Т15К6 и Т5К10; скорость резания менялась в пределах от 5 до 300 м/мин, а подачи от 0,07 до 0,52 мм/об; обрабатываемый металл сталь 45 и сплав ВТ-5; ширина среза при этих исследованиях оставалась постоянной, а именно $b=5,5$ мм. Однако при об-

* Авторское свидетельство 356051.

работке стали 45 мы провели серию опытов с изменением ширины среза от $b=2,92$ до $11,55$ мм.

Как указывалось ранее, осевая составляющая при использовании безвершинного резца имеет направление, обратное направлению при использовании обычного резца, т. е. происходит самозатягивание супора, и поэтому желательно для спокойной работы уравновесить систему, используя простой противовес. На графиках, приведенных ниже, соответственно изменено ее направление.

Полученные экспериментальные данные представлены для наглядности в виде графиков $P_z = f(V, S, b)$, $P_y = f(V, S, b)$ и $P_x = f(V, S, b)$ для двух типов резко отличающихся по физико-механическим свойствам материалов, а также для четырех типов материалов режущего инструмента (рис. 1—4).

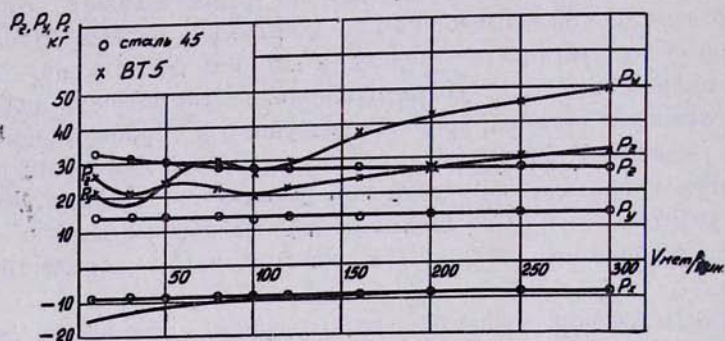


Рис. 1. Зависимость составляющих силы резания P_z , P_y и P_x при точении сплава ВТ5 и стали 45 от скорости резания V , $S=0,15$ мм/об, $b=5,5$ мм (для сплава ВТ5 резец, армированный твердым сплавом Т5К10, для стали 45—Т15К6).

Анализируя полученные данные, можно с достаточной убедительностью отметить:

1. При обработке стали 45 безвершинным резцом, армированным твердым сплавом Т15К6, в интервале скоростей резания начиная от 5 и до 300 м/мин составляющие силы резания P_x , P_y , P_z с весьма малой интенсивностью уменьшаются по величине, не подчиняясь закону «горбообразной» кривой, имеющему место при использовании обычных резцов. При этом отношение $P_z : P_y$ всегда больше единицы. Из двух параметров сечения среза на величины составляющих усилий резания более интенсивно влияет ширина среза: показатель степени y в выражении усилий от этих параметров $P_x = f(a, b)$, имеющий вид $P = C \cdot a^x \cdot b^y$ кг, гораздо больше x , причем, если для обычных резцов отношение этих показателей составляет 1,25—1,35, то при применении БРМ это отношение доходит до 1,4—1,5.

Удельные силы от тангенциальной составляющей в обычном понимании, т. е.

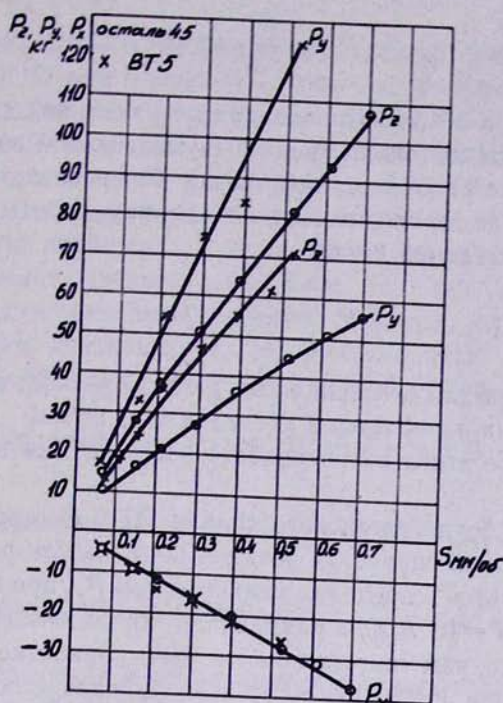


Рис. 2. Зависимость составляющих силы резания P_z , P_y и P_x при точении сплава ВТ5 и стали 45 от подачи S , $V=100$ м/мин, $b=5,5$ мм (для сплава ВТ5 резец, армированный твердым сплавом Т5К10, для стали 45—Т15К6).

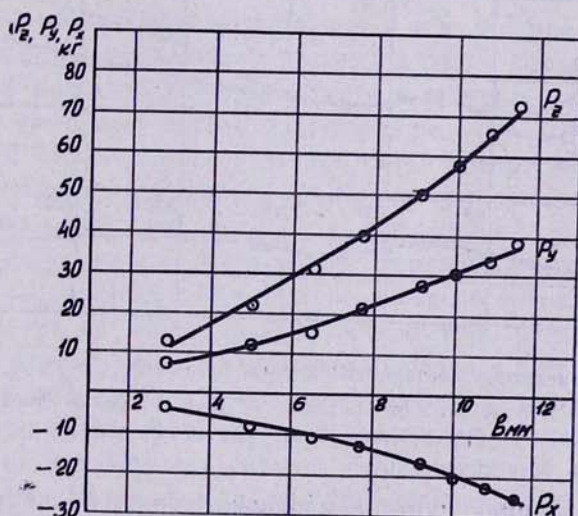


Рис. 3. Зависимость составляющих силы резания P_z , P_y и P_x при точении стали 45 от ширины среза b , $V=120$ м/мин, $S=0,15$ мм/об (резец, армированный твердым сплавом Т15К6).

$$P = \frac{P}{a \cdot b} \text{ кг/мм}^2,$$

лежат примерно в обычных пределах для указанной стали. Но нам кажется, для оценки состояния предынструментальной зоны, а также температурного поля рабочих граней резца более важное значение имеет условное давление, приходящееся на единицу длины контакта инструмента и обрабатываемой детали, т. е.

$$P_{yc} = \frac{P}{b} \text{ кг/мм.}$$

Эта величина для безвершинных резцов в несколько раз меньше, чем для обычных. Она колеблется в пределах 4—7 кг/мм.

В результате этого интенсивность изнашивания инструмента резко снижается.

2. При обработке титанового сплава ВТ-5 быстрорежущим безвершинным резцом при скоростях резания 5—40 м/мин радиальная составляющая P_y остается в пределах меньших, чем P_z , при переходе зоны скорости резания $V=40$ м/мин радиальная составляющая начинает расти более интенсивно, чем тангенциальная. При обработке тем же резцом со скоростью резания $V=20$ м/мин во всем диапазоне подач от 0,07 мм/об до 0,52 мм/об значения P_z всегда выше, чем значения P_y .

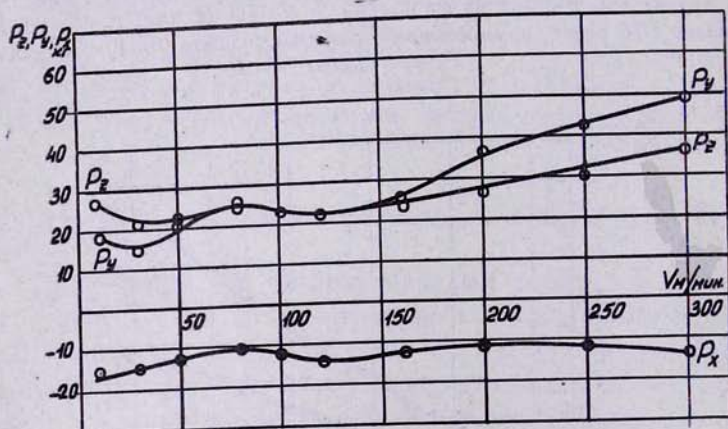


Рис. 4. Зависимость составляющих сил резания P_z , P_y и P_x при точении сплава ВТ5 от скорости резания V , $S=0,15$ мм/об, $b=6,5$ мм (резец, армированный твердым сплавом ВК8).

Совершенно иная картина проявляется при обработке титанового сплава ВТ-5 безвершинными резцами, армированными твердым сплавом ВК8. Действительно, как видно из рис. 4, с увеличением скорости резания от $V=10$ до $V=50$ м/мин значения P_y меньше P_z . В диапазоне скоростей от $V=50$ до $V=160$ м/мин значения P_z и P_y оди-

наковы. Начиная же со скорости $V = 160$ м/мин значения P_y начинают опережать P_z .

Если же использовать безвершинный резец, армированный твердым сплавом Т5К10 при обработке того же сплава ВТ-5, то оказывается, что в диапазоне изменения скоростей от $V=10$ до $V=50$ м/мин значения P_y ниже значений P_z , а с увеличением скорости резания от $V=50$ до $V=300$ м/мин значения P_y начинают опережать P_z . При этом изменение подачи от $S=0,07$ до $S=0,52$ мм/об не вносит каких-либо нарушений в опережении P_y над P_z .

3. Представляет интерес поведение P_{yc} при одних и тех же значениях скорости резания и подачи, но при использовании безвершинных резцов, армированных различными режущими материалами. Так, при $V=50$ м/мин и $S=0,15$ мм/об будем иметь:

$$\text{при быстрорежущей стали } P_{yc} = \frac{38}{5,5} = 6,9 \text{ кг/мм},$$

$$\text{при использовании ВК8 } P_{yc} = \frac{22}{6,5} = 3,4 \text{ кг/мм},$$

$$\text{при использовании Т5К10 } P_{yc} = \frac{25}{5,5} = 4,5 \text{ кг/мм}.$$

4. Если же обратимся к изменениям радиальных составляющих при тех же значениях скоростей и подачи, то соответственно получим:

$$\text{для первого варианта } P_{yc}^I = 8 \text{ кг/мм},$$

$$\text{для второго варианта } P_{yc}^I = 3,8 \text{ кг/мм},$$

$$\text{для третьего варианта } P_{yc}^I = 4,5 \text{ кг/мм}.$$

Все эти данные убедительно говорят о том, что применение безвершинных резцов для продольного точения вообще весьма эффективно при обработке машиноподелочных сталей и чугунов, поскольку при одних и тех же значениях подачи и глубины резания ширина контакта инструмента и обрабатываемой детали резко возрастает по сравнению с обычными резцами оптимальной геометрии. Это приводит к значительному улучшению состояния металла в предрезцовой зоне, к снижению температуры контакта и к уменьшению напряжений на рабочем лезвии инструмента или к увеличению долговечности инструмента. Эти благоприятные явления служили основанием для того, чтобы организовать исследования обрабатываемости титановых сплавов безвершинными резцами. Данные, приведенные в настоящей статье и касающиеся показателей обработки сплава ВТ5, вполне подтверждают возможность эффективной обработки титановых сплавов безвершинными резцами. Одновременно становится ясным и то, что безвершинные резцы целесообразно армировать твердым сплавом ВК8, ибо отсутствие сродства между материалом режущего инструмента и титанового сплава приводит к снижению адгезионных явлений и за счет этого возникающих напряжений.

Увеличение радиальных составляющих, так же как и частично тангенциальных составляющих после определенной скорости резания при обработке титанового сплава ВТ-5 нужно объяснить тем, что с увеличением скорости резания возрастает температура деформируемой зоны, а как известно, при этом резко возрастает ударная вязкость сплава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. С. Минасян. Безвершинный резец БРМ-1. «Машиностроитель», № 6, 1966.
2. Г. С. Минасян. О некоторых преимуществах безвершинного резца БРМ-1. «Изв. АН Арм. ССР, серия техн. наук», XIX, № 3, 1966.
3. Г. С. Минасян. Определение углов установки при заточке безвершинного резца БРМ-1. «Машиностроитель», № 11, 1967.
4. Г. С. Минасян. Шероховатость поверхности при точении безвершинными резцами БРМ-1. «Изв. АН Арм. ССР, серия техн. наук», XXIII, № 4, 1970.
5. Г. С. Минасян. Геометрические параметры и углы безвершинного резца БРМ-1 в процессе резания. «Физика резания металлов», вып. I, БОМЛ АН Арм. ССР, 1971.