

Г. К. МАРКАРЯН, М. С. ТЕР-МАРКАРЯН

ОСОБЕННОСТИ УПРОЧНЕНИЯ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ТОЧЕНИИ БЕЗВЕРШИННЫМИ РЕЗЦАМИ БРМ-1

У вершины резца возникают усложненные условия пластической деформации обрабатываемого металла с образованием существенных концентраций силовых и тепловых напряжений. Вершина эта является одним из основных источников создания микронеровностей на обработанной поверхности и во многом предопределяет физико-механические свойства подповерхностных слоев. Следовательно, создание безвершинных резцов должно привести к резкому повышению производительности процесса резания, повышению стойкости режущего инструмента и качества обработанной поверхности. В этом смысле особенно эффективными они окажутся при резании труднообрабатываемых материалов.

Первые попытки по созданию подобных резцов относятся к 50-м годам нашего столетия [1]. Позднее Г. С. Минасяном была разработана более совершенная конструкция безвершинного резца БРМ-1 [2], основным преимуществом которого является образование обработанной поверхности при угле заострения $\beta_r \rightarrow 0$, что, несомненно, должно существенно снизить напряженность зоны резания [2, 3].

Несмотря на свои неоспоримые преимущества, эти резцы пока не получили широкого распространения в металлообработке в силу недостаточного исследования некоторых специфичных вопросов, в том числе вопросов образования качества обработанной поверхности.

В связи с этим в данной работе приведены некоторые результаты экспериментов по установлению закономерностей упрочнения обработанной поверхности в зависимости от режимов резания, геометрии резца и свойств обрабатываемого материала при точении безвершинными резцами БРМ-1 сталей 20Х, 40Х, и У8А.

Предпринятое исследование, кроме практических аспектов, преследует цель и получения дополнительной информации о механизме образования обработанной поверхности без участия в этом процессе вершины резца.

Для сравнения использовались и обычные резцы (ОР), имеющие оптимальные для данных условий резания геометрические параметры ($\gamma = 10^\circ$; $\alpha = \alpha_1 = 8^\circ$; $\varphi = 45^\circ$; $\varphi_1 = 15^\circ$; $\lambda = R = \rho = 0$).

При изучении влияния режимов резания геометрия БРМ оставалась постоянной и характеризовалась параметрами—передний угол в плане $\gamma_n = -15^\circ$, задний угол в плане $\alpha_n = 42^\circ$, угол наклона режу-

дней кромки $\psi=25^\circ$, угол атаки $\varphi=8^\circ$, радиус округления режущей кромки $r \approx 0$.

Обработка велась без охлаждения.

Упрочненное состояние обработанной поверхности характеризовалось микротвердостью поверхности H_n и глубиной залегания упрочненного слоя h_n . Микротвердость измерялась на плоскости двойного косого среза [4] микротвердомером ПМТ-3 при нагрузке на индентор $P=100$ г.

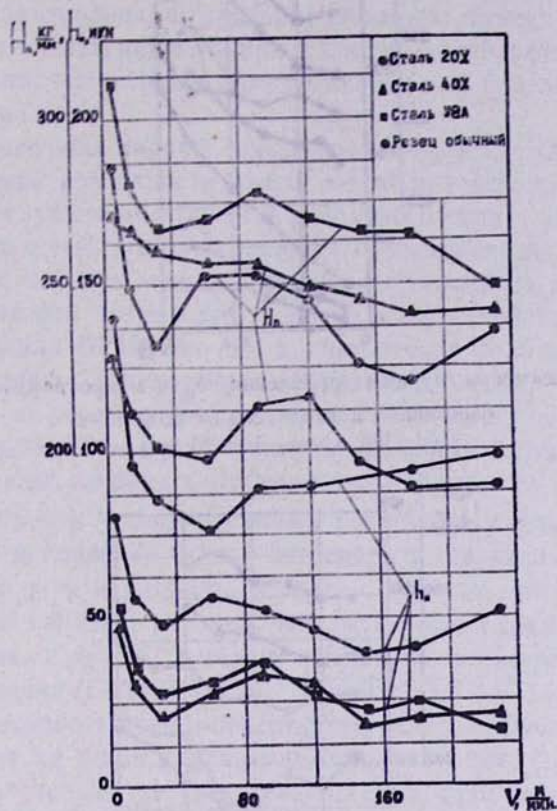


Рис. 1. Зависимость глубины упрочнения— h_n и микротвердости— H_n обработанной поверхности от скорости резания— v ($s=0,195$ мм/об $t=1,25$ мм)

Влияние режимов резания на упрочнение обработанной поверхности представлено на рис. 1, 2, 3, откуда следует, что зависимости микротвердости и глубины упрочнения этой поверхности от скорости резания, подачи и глубины резания, установленные для БРМ, по своему характеру аналогичны подобным зависимостям при обработке ОР.

А именно: при изменении скорости резания все зависимости имеют горбообразный характер, а с увеличением подачи и глубины резания наблюдается линейный характер изменения, однако в последнем случае интенсивность роста упрочнения намного ниже.

Исключение составляют лишь следующие зависимости.

1. Микротвердость поверхности стали У8А, обработанной БРМ с увеличением скорости резания падает, тогда как при резании ОР наблюдается существенное ее повышение [4], как результат закалки. Это сле-

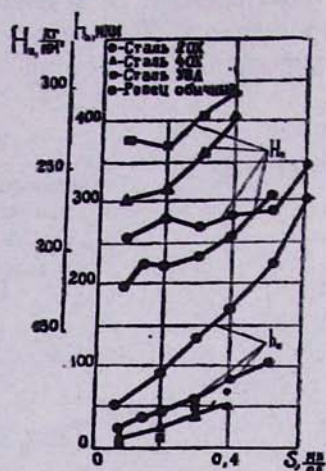


Рис. 2. Зависимость глубины упрочнения— h_n и микротвердости— H_n обработанной поверхности от подачи— s ($v=180$ м/мин, $t=1,25$ мм)

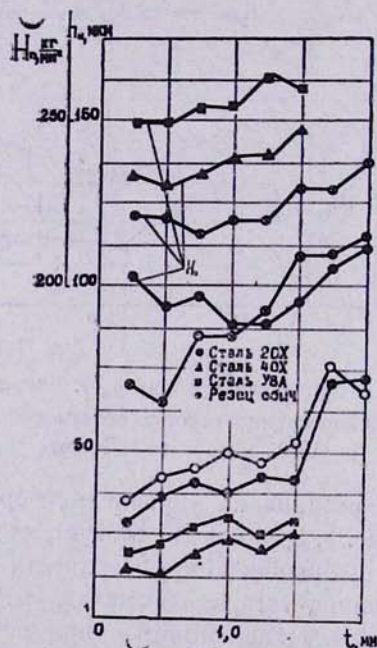


Рис. 3. Зависимость глубины упрочнения— h_n и микротвердости— H_n обработанной поверхности от глубины резания— t ($v=180$ м/мин, $s=0,195$ мм/об.)

трудно объяснить небольшими значениями тех стимулирующих напряжений, которые возникают в зоне резания у БРМ.

2. Для У8А и 40Х при резании БРМ глубина залегания упрочненного слоя почти одинакова во всем диапазоне изменения скоростей, тогда как при обработке ОР вышеуказанный параметр для 40Х обычно больше.

Наличие горбообразного участка кривых на рис. 1 объясняется процессом наростообразования, а некоторое смещение максимумов — исчезновением нароста, наступившего при различных скоростях резания, и чем более высоких, тем меньше угол резания и чем пластичнее обрабатываемый материал.

3. С увеличением подачи (рис. 2) при обработке ОР микротвердость обработанной поверхности растет менее интенсивно, чем при обработке БРМ, а глубина залегания упрочненного слоя — наоборот. Это, скорее всего, связано с тем, что при резании ОР возникает высокая локальная температура, которая может частично разупрочнить обработанную поверхность и снизить интенсивность роста микротвердости, чего нельзя сказать о резании БРМ, так как в этом случае роль невысокой локальной температуры в разупрочнении несравнимо мала.

4. В отличие от резания ОР при обработке БРМ с увеличением глубины резания после 1,5 мм упрочнение поверхности интенсивно растет (рис. 3). Это явление связано с особенностями обработки БРМ.

Как известно [3], у безвершинных резцов оптимальную величину заднего угла в плане α_n можно определить аналитически в зависимости от углов φ , ψ и глубины резания. Так как при экспериментировании, кроме глубины резания, все остальные параметры оставались постоянными, а $\alpha_n = 42^\circ$ выбран исходя из номинального значения глубины резания ($t = 1 \div 1,5$ мм), то при $t > 1,5$ мм задняя поверхность резца интенсивно трется о поверхность резания. Очевидно, это явление сказывается на росте упрочнения при $t > 1,5$ мм. Следовательно, сопоставление полученных результатов при обработке безвершинным и обычным резцами целесообразно проводить в интервале $t = 0,25 \div 1,5$ мм.

При точении БРМ влияние геометрии инструмента на упрочнение обработанной поверхности изучалось на стали 20Х при двух различных скоростях резания $v = 30$ м/мин и $v = 180$ м/мин и постоянных значениях подачи $s = 0,195$ мм/об. и глубины резания $t = 1,25$ мм.

Из полученных результатов (рис. 4) вытекает, что передний угол оказывает существенное влияние на упрочнение обработанной поверхности: увеличение отрицательных его значений сопровождается неуклонным ростом как глубины упрочнения, так и микротвердости поверхности.

Увеличение заднего угла (рис. 5) при $v = 30$ м/мин, приводит к снижению значений характеристик упрочненной поверхности и при $\alpha_n = 38^\circ$ достигает минимальных значений. С дальнейшим увеличением заднего угла вышеуказанные характеристики несколько возрастают.

Аналогичная картина наблюдается и при $v = 180$ м/мин, с той

лишь разницей, что зона минимального значения упрочнения находится в пределах $\alpha_n = 36-40^\circ$.

При больших значениях задних углов рост упрочнения связан с частичным выкрашиванием режущей кромки вследствие уменьшения угла заострения инструмента. Это обстоятельство еще сильнее сказывается при больших скоростях резания ($v = 180$ м/мин), когда для интенсивного выкрашивания режущей кромки создаются более благоприятные условия.

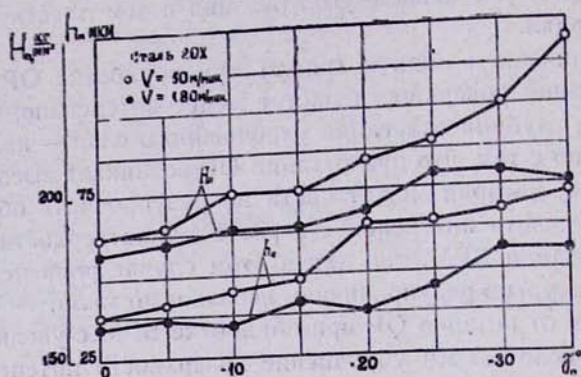


Рис. 4. Зависимость глубины упрочнения— h_n и микротвердости— H_n обработанной поверхности от переднего угла— γ_n .

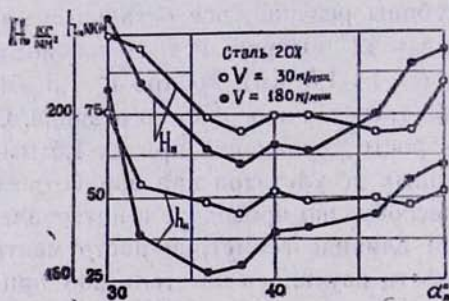


Рис. 5. Зависимость глубины упрочнения— h_n и микротвердости— H_n обработанной поверхности от заднего угла— α_n .

При малых значениях заднего угла повышение упрочнения обработанной поверхности связано с повышением напряжения сдвига, а также пластичности поверхности, вызванное увеличением температуры вследствие интенсивного трения между задней гранью резца с поверхностью резания в отличие от точения ОР, когда трение происходит с обработанной поверхностью. Это обстоятельство дает основание полагать, что в последнем случае степень влияния заднего угла на упрочнение поверхности будет намного больше, чем при точении БРМ.

Влияние угла наклона режущей кромки на упрочнение представлено на рис. 6, откуда следует, что данный угол имеет экстремальное влияние на обе характеристики упрочненной поверхности. При этом минимальные значения последних ($H_n = 186 \text{ кг/мм}^2$, $h_n = 30 \text{ мкм}$ при $v = 30 \text{ м/мин}$ и $H_n = 188 \text{ кг/мм}^2$ и $h_n = 35 \text{ мкм}$ при $v = 180 \text{ м/мин}$) наблюдаются соответственно при $\psi = 35$ и 30° , после чего увеличение угла наклона до значения $\psi = 45^\circ$ вследствие возросшей вибрации приводит к повышению упрочнения.

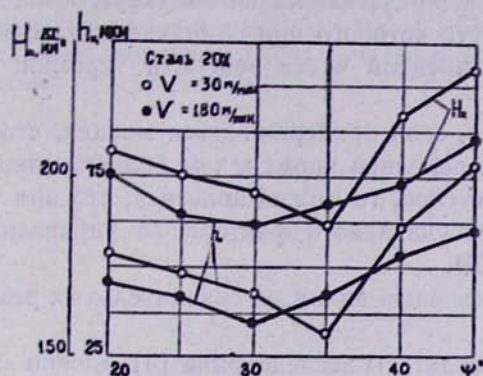


Рис. 6. Зависимость глубины упрочнения— h_n и микротвердости— H_n обработанной поверхности от угла наклона режущей кромки— ψ .

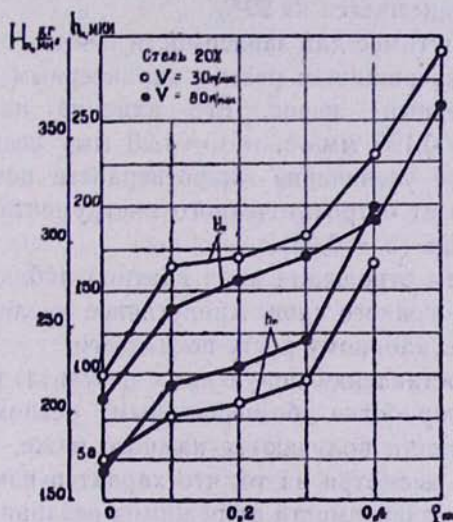


Рис. 7. Зависимость глубины упрочнения— h_n и микротвердости— H_n обработанной поверхности от радиуса округления режущей кромки— r .

Результаты исследования влияния радиуса округления режущей кромки на упрочнение обработанной поверхности (рис. 7) показывают, что упомянутый параметр оказывает существенное влияние на обе характеристики упрочненной поверхности.

Отметим, что при резании ОР с $\lambda = 0$ режущая кромка в главной секущей плоскости представляет полукруг с данным радиусом. И, как отмечается в работе [4], чем больше длина криволинейной режущей кромки, участвующей в процессе резания, тем больший путь преодолевает металл при переходе в стружку и в обработанную поверхность и тем интенсивнее сказываются их деформации. Несколько иная картина наблюдается при резании БРМ. Дело в том, что в главной секущей плоскости часть режущей кромки с радиусом округления, участвующая в процессе резания, представляет не полукруг, а часть эллипса, длина криволинейной части которого при одинаковых условиях будет больше, чем длина криволинейной части режущей кромки обычного резца ($\lambda = 0$).

Следовательно, если придерживаться мнения, что чем больше длина криволинейной режущей кромки, тем больше микротвердость и глубина упрочненного слоя, то можно полагать, что при точении БРМ степень влияния вышеуказанного фактора на упрочнение будет больше, чем при точении ОР.

Несколько косвенных анализов сравнительных результатов подтвердили эту мысль.

Используя результаты исследования [4], можно заключить, что при точении ОР увеличение ρ от 0,05 до 0,5 мм ($s = 0,2$ мм/об., $v = 200$ м/мин., материал — сталь 3) приводит к повышению микротвердости на 23%, в то время как аналогичное изменение ρ при точении БРМ микротвердость поверхности повышается на 92%.

Разница еще ощутимее для зависимости $h \sim \rho$.

При точении безвершинным резцом характерным износом является радиальный (размерный) износ. Его влияние на микротвердость ($v = 150$ м/мин, $s = 0,195$ мм/об. и $t = 1,25$ мм) незначительно, относительно интенсивное увеличение микротвердости поверхности наблюдается при переходе от острозаточенного инструмента к инструменту с минимальным износом ($b = 0,05$).

В количественном отношении иная картина наблюдается при измерении глубины упрочненного слоя. Аналогичное увеличение размерного износа приводит к неуклонному росту последнего.

Резюмируя сопоставления полученных результатов, можно констатировать, что при обработке безвершинным резцом оба показателя упрочненной поверхности получаются намного ниже, чем при обработке обычным резцом, несмотря на то, что характер изменения вышеуказанных параметров в зависимости от режимов резания аналогичен. Аналогично также изменение интенсивности характеристик упрочненной поверхности и по своим абсолютным значениям практически не зависит от вида инструмента.

Следовательно, отсутствие вершины резца при точении не искажает картину общепринятых закономерностей, полученных при точении обычным резцом. Значит, можно полагать, что характер общих закономерностей поверхностного слоя, за небольшим исключением, зависит не от

отдельных геометрических элементов инструмента, свойств обрабатываемых материалов и пр., а от более общих факторов, характерных для процесса резания вообще.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. М. Рывкин и Б. И. Самойлов. Чистовое точение резцами с перемещаемой пластиной. «Станки и инструмент», 1952, № 4.
2. Г. С. Минасян. Безвершинный резец БРМ-1. «Машиностроитель», 1966, № 6.
3. Г. С. Минасян. Геометрические параметры и углы безвершинного резца БРМ-1 в процессе резания. Физика резания металлов, вып. 1, БОМЛ АН Арм. ССР, 1971.
4. М. В. Касьян, Г. К. Маркарян. Высокое качество поверхности (упрочнение) — основа повышения надежности. Ереван, 1966.