

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

**НОВИКОВ Ф.В.**, д.т.н.

Харьковский национальный экономический университет

Рассмотрены условия повышения точности и производительности механической обработки с учетом упругих перемещений в технологической системе

Вопросы повышения точности и производительности механической обработки чрезвычайно актуальны для машиностроения. Поэтому проанализируем полученные нами [1–5] аналитические зависимости для определения параметров точности и производительности обработки с учетом упругих перемещений, возникающих в технологической системе. Применительно к лезвийной обработке величина упругого перемещения  $y$  описывается зависимостью [2]:

$$y = \frac{R \cdot b}{c} \cdot (4 \cdot HV)^{0,67} \cdot (\alpha \cdot \tau_{сдв})^{0,33}, \quad (1)$$

где  $\alpha = a/R$ ;  $a$  и  $b$  – толщина и ширина среза, м;  $R$  – радиус округления вершины режущего инструмента, м;  $c$  – приведенная жесткость технологической системы, Н/м;  $HV$ ,  $\tau_{сдв}$  – соответственно твердость и предел прочности на сдвиг обрабатываемого материала, Н/м<sup>2</sup>.

Условие стружкообразования при резании выполняется при значениях  $\alpha > 0,04$ . Из зависимости (1) следует, что основным путем уменьшения величины  $y$  и соответственно повышения точности обработки является уменьшение радиуса  $R$ , ширины резания  $b$  и соотношения  $\alpha = a/R$  (толщины среза  $a$ ) до минимально возможного значения. Это, в частности, достигается за счет перехода от лезвийной к абразивной обработке, рис. 1.

Упругое перемещение  $y$  при продольном (тонком) точении определяется из преобразованной зависимости (1):

$$y = \frac{t \cdot R}{c \cdot \cos \varphi} \cdot (4 \cdot HV)^{0,67} \cdot (\alpha \cdot \tau_{сдв})^{0,33}, \quad (2)$$

где  $t$  – глубина резания, м;  $\varphi$  – угол резца в плане;  $a = S_0 \cdot \cos\varphi$ ;  $S_0$  – продольная подача на один оборот детали, м/об.

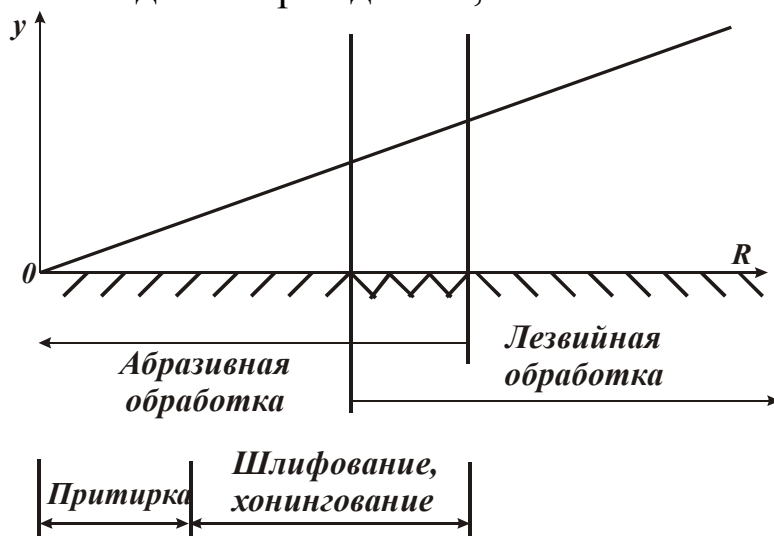


Рис. 1. Характер изменения величины упругого перемещения  $y$  от  $R$  при условии  $\alpha = \text{const}$

Как видно, уменьшить величину  $y$  можно уменьшением  $t$ ,  $R$  и увеличением  $c$ . Однако уменьшение глубины резания  $t$  ведет к снижению производительности обработки. Следовательно, эффективно увеличивать жесткость  $c$  и уменьшать радиус  $R$ . Так как величина  $c$  ограничена, основным путем уменьшения  $y$  следует рассматривать уменьшение  $R$ , т.е. необходимо обеспечить высокую остроту режущей кромки инструмента. Большими возможностями в этом плане располагают алмазно-абразивные инструменты благодаря высокой остроте режущих кромок алмазных зерен. При этом важно обеспечить своевременное удаление с рабочей поверхности круга затупившихся зерен. Приведенная, как пример, зависимость (2) открывает новые возможности анализа и выбора оптимальных способов финишной обработки. Например, по изменению радиуса  $R$  можно проанализировать с единых позиций все известные способы лезвийной и абразивной обработки с точки зрения обеспечения наибольшей точности и производительности обработки. Для этого проанализируем связь между производительностью обработки  $Q$  и величиной  $y$  (при точении), исходя из зависимости

$$Q = (y \cdot c)^3 \cdot \left( \frac{\cos \varphi}{4 \cdot t \cdot R \cdot HV} \right)^2 \cdot \frac{V_{\text{рез}}}{\tau_{\text{сдв}}}, \quad (3)$$

где  $Q = a \cdot b \cdot V_{\text{рез}}$ , м<sup>3</sup>/с;  $V_{\text{рез}}$  – скорость резания, м/с;  $t$  – глубина резания, м;  $\varphi$  – угол резца в плане.

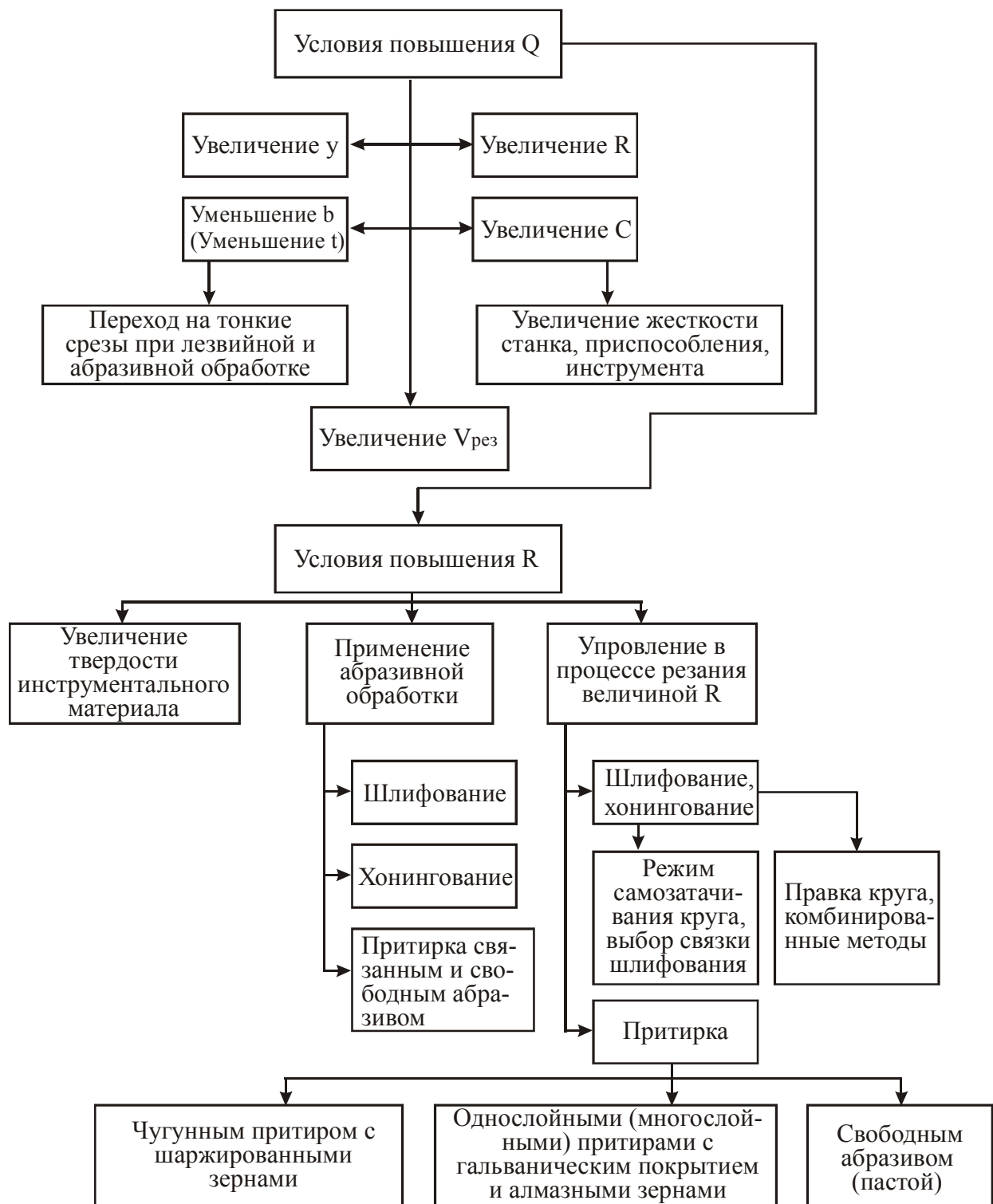


Рис. 3. Обобщенная структурная схема условий повышения производительности обработки Q

Исходя из зависимости (3), наибольшее влияние на производительность обработки Q оказывают величины  $y$  и  $c$ , входящие в третьей степени. Следовательно, уменьшение  $y$  (т.е. повышение точности обработки) существенно снижает производительность обработки Q и требует применения технологического оборудования повышенной жесткости. Если возможности увеличения жесткости системы с огра-

ничены, необходимо уменьшить параметры  $t$ ,  $R$  и  $\varphi$ , которые входят в зависимость (3) во второй степени. Уменьшение  $R$  предполагает применение лезвийных инструментов из высокотвердых материалов, например, синтетических сверхтвердых материалов: синтетических алмазов, кубического нитрида бора и т.д. Наибольшего эффекта от уменьшения  $R$  можно добиться, применяя мелкозернистые инструменты и процессы алмазного шлифования, хонингования, притирки и т.д., рис. 2. Проведенный теоретический анализ определяет пути решения задач повышения производительности и точности финишной обработки, открывает возможности вполне обоснованного выбора оптимальных способов и условий высокопроизводительной обработки высокоточных поверхностей.

---

1. Новиков Ф.В. Физические и кинематические основы высокопроизводительного алмазного шлифования. – Автореф. дисс. ... докт. техн. наук. – Одесса: ОГПУ, 1995. – 36 с.

2. Качество и производительность абразивно-алмазной обработки: Учеб. пособие / А.В. Якимов, Ф.В. Новиков, Г.В. Новиков, А.А. Якимов. – Одесса: ОГПУ, 1999. – 212 с.

3. Теоретические основы резания и шлифования материалов: Учеб. пособие / А.В. Якимов, Ф.В. Новиков, Г.В. Новиков, Б.С. Серов, А.А. Якимов. – Одесса: ОГПУ, 1999. – 450 с.

4. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технология машиностроения / Под общ. ред. Ф.В. Новикова и А.В. Якимова. В десяти томах. – Т.4. “Теория абразивной и алмазно-абразивной обработки материалов”. – Одесса: ОНПУ, 2002. – 802 с.

5. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технология машиностроения / Под общ. ред. Ф.В. Новикова и А.В. Якимова. В десяти томах. – Т.7. “Точность обработки деталей машин”. – Одесса: ОНПУ, 2004. – 546 с.