

МАШИНОВЕДЕНИЕ

М. В. КАСЬЯН

РЕЖИМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ МЕТАЛЛОВ

Одним из ответственных задач в машиностроении является выбор эффективных значений элементов режимного поля и, в особенности, скорости резания. Методика выбора скорости резания, основанная на так называемой экономической стойкости, порочна, поскольку она не гарантирует заданного качества поверхности обрабатываемой детали. Наоборот, в ряде случаев, скорость резания, выбранная по этой методике лежит в зоне максимальной деформации срезаемого слоя со всеми отсюда вытекающими обстоятельствами. Это означает, что глубина деформированного слоя за линией среза и степень деформации при этом достигают максимума, удельный расход электроэнергии возрастает, все составляющие усилия резания увеличиваются. Кроме того, при больших степенях деформации срезаемого слоя, площадь контакта «резец-стружка» соответственно увеличивается по передней грани резца. С одной стороны интенсивность износа инструмента по глубине уменьшается, но площадь износа увеличивается; в результате этого несколько увеличивается стойкость инструмента разовая, но заметно уменьшается общая стойкость его, поскольку уменьшается число возможных переточек. Сказанное касается в первую очередь деталей, термическая обработка которых вызывается необходимостью рекристаллизации поверхностных слоев и снятия напряжений, возникших в процессе резания.

Детали со значительной деформацией поверхностных слоев, а следовательно с измененными физико-механическими свойствами и наличием микроконцентрации напряжений из-за шероховатости поверхности не могут рассматриваться как обычные детали с однородными свойствами. Наряду с этим нужно отметить, что и технологические расчеты отнимают много времени у технолога. Действительно, последовательность расчетов, базирующихся на высоком использовании металлорежущего станка по мощности состоит в следующем:

а) по заданному классу чистоты поверхности и рекомендуемой для данной группы металла геометрии режущего инструмента определяется величина подачи  $S_0$  мм/об,

б) по мощности, располагаемой на шпинделе станка, количеству  $i$  одновременно работающих инструментов и величине  $S_0$  опреде-

деляется глубина резания  $t$ , применение которой приведет к полному использованию полезной мощности станка

$$t = \sqrt[3]{\frac{y_N}{iN_1 S_0^{x_N}}} \text{ мм.}$$

где  $N$  — полезная мощность,  $N_1$  — единичная мощность,  $y_N$  и  $x_N$  — показатели, зависящие от рода обрабатываемого металла;

в) по значениям  $S_0$  и  $t$  определяют скорость резания при заданной стойкости  $T$ :

$$U = \frac{C}{T^m S_0^{x_U} t^{y_U}} \text{ м/мин.}$$

Конечно, при этом все расчетные величины сопоставляются с кинематическими возможностями станка, на котором намечено осуществление обработки.

Поскольку детали современных машин обладают сложной конфигурацией, а для каждого перехода нужен свой комплекс расчетов, то естественно, что и объем расчетных работ возрастает. Применение элементарных счетных машин в данном случае облегчают труд технолога, но главные недостатки, связанные с применением в ряде случаев режимов максимальной деформации, приводящих к ухудшению эксплуатационных свойств деталей, а, следовательно и машины в целом, сохраняются. Совершенно ясно, что необходима другая апробированная методика расчетов, а главное принцип выбора элементов режимного поля, содействующих получению высокого качества поверхности обрабатываемых деталей в наиболее благоприятных условиях. Продолжительные исследования в этой области показали, что имеются вполне надежные пути реального применения принципов, использование которых обеспечивает оптимальные условия обработки стальных деталей. Если мы обратим внимание на взаимосвязи, существующие между скоростью резания с одной стороны, и факторами, на которые эта скорость влияет в весьма заметных пределах, то нетрудно установить следующие закономерности при обработке сталей:

1. с увеличением скорости резания степень деформации срезаемого слоя в начале возрастает, достигает максимума в определенной зоне скоростей, в дальнейшем стремительно уменьшается, а после этого интенсивность уменьшения сокращается и процесс деформации несколько стабилизируется;

2. по такому же закону, с увеличением скорости резания, изменяются усилия стружкообразования, процесс наростообразования и степень шероховатости поверхности;

3. глубина распространения деформации за линией среза с увеличением скорости резания уменьшается монотонно;

4. стойкость режущего инструмента связана со скоростью резания уравнением неравнобокой гиперболы. Однако поверхность об-

разуемой на передней грани лунки пропорциональна степени деформации срезаемого слоя;

5. энергоемкость процесса резания меняется с изменением скорости резания в определенных пределах.

Наличие этих закономерностей служит основанием для того, чтобы перейти к новой, более рациональной методике выбора режимов резания. При этом осуществлять это нужно в следующей последовательности:

1. учитывая, что в современных условиях припуски, оставляемые на механическую обработку резанием, уменьшены и имеют тенденцию к дальнейшему уменьшению в связи с улучшением работы заготовительных цехов, необходимо работу вести с большими подачами — допускаемыми требованиями к качеству поверхности, геометрией инструмента и возможностями станка;

2. скорость резания должна быть принята по кривой «деформация срезаемого слоя—скорость резания» в зоне нисходящей ее ветви, у начала падения интенсивности уменьшения деформации. В зависимости от свойства обрабатываемого металла, геометрии инструмента и величины подачи эта зона скоростей лежит в пределах 100—180 метров в минуту. Взятую по деформационной кривой скорость резания необходимо скорректировать по возможностям станка.

Важно отметить, что при использовании такого принципа выбора элементов режимного поля и, в частности, скорости резания, будут иметь место следующие особенности:

а) усилие стружкообразования достигнет минимального значения, деформация срезаемого слоя и слоя за линией среза станут незначительными. Таким образом, в значительной степени улучшится качество поверхности как за счет уменьшения высоты гребешков, так и за счет уменьшения глубины и степени деформации слоя за линией среза;

б) интенсивность наростообразования уменьшится с соответствующим положительным эффектом;

в) энергоемкость процесса резания сократится заметным образом.

Действительно, в условиях резания стали, работа резания на пути в один миллиметр может быть выражена следующим образом.

$$P_2 = P_{cm} \left( 1 - \frac{1}{\Delta} \right) - W_{zt} + W_{nr}$$

где  $P_2$  — касательная составляющая усилия резания,  $P_{cm}$  — усилие стружкообразования,  $\Delta$  — коэффициент усадки,  $W_{zt}$  — работа трения задней грани инструмента о поверхность резания,  $W_{nr}$  — работа трения образуемой стружки о переднюю грань инструмента.

Вполне понятно, что в зонах скоростей резания, характерных минимальным значением коэффициента усадки стружки, работа резания, определяющая понятие энергоемкости процесса будет уменьшаться.

Из выражения, приведенного выше, видно, что первая составляющая правой части уравнения, оценивающая часть работы, затрачиваемой на пластическую деформацию уменьшается с уменьшением  $\Delta$ . Третья составляющая работы резания — работа затрачиваемая на трение стружки о переднюю грань инструмента зависит от  $\Delta$ , а, именно, с увеличением коэффициента усадки длина стружки сокращается и это приводит к уменьшению  $W_{\text{тр}}$ . Но дело в том, что элементы стружки, образуемые при ее формировании, получают большие относительные сдвиги — с увеличением  $\Delta$ . Это явление заметным образом сказывается на шероховатости грани стружки, соприкасающейся с передней гранью режущего инструмента. В результате увеличения  $\Delta$ , увеличивается и шероховатость этой грани стружки, а это в свою очередь увеличивает коэффициент трения стружки об инструмент, увеличивая количество выделяющегося при этом тепла. Кроме того, выступающие элементки служат частички пазухами, способными уносить с собой микрочастицы изнашиваемой поверхности режущего инструмента, увеличивая тем самым объем лунки.

Характерной особенностью работы в зоне оптимальных скоростей резания является стабилизация процесса и как результат этого спокойная работа системы станок-деталь-инструмент. Такая особенность чрезвычайно важна в условиях автоматизации технологических процессов и машиностроения.

Переход на предлагаемый принцип выбора элементов режимного поля, в частности, скорости резания приведет к огромной экономии электроэнергии и удлинению срока службы эксплуатируемых машин.

Важность этого вопроса для армянского машиностроения вытекает из того, что за ближайший период объем машиностроения в республике возрастет более чем в 40 раз.

Մ. Վ. ԿԱՍՅԱՆ

### ՄԵՏԱԳՆՆԵՐԻ ԿՏՐՄԱՆ ՊՐՈՑԵՍԻ ԿԱՅՈՒՆԱՑՄԱՆ ՌԵՄԻՄՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

*Համատեղ հոդվածում նշվում են այն թվրոթվումները, որոնք կապված են կտրող գործիքի տնտեսական կայունությամբ վրա խաբսխված սղղղաատի կտրման սեմիմների ընարութան՝ գոյութուն տնեցող սղղղուն ընեցի նեա:*

*Այլ թվրոթվումները կայանում են նրանում, որ մշակվող մասնիկի մակերեսի որակը վատանում է. կտրման պրոցեսի ճիգը (լարվածքը) և էներգատարողությունը մեծանում են և այլն:*

*Այլ արտասայոր մեթոդի փոխարեն հոդվածում առաջարկվում է կտրման արագութունը ընարել «կարվող շերտի դեֆորմացիան — կտրման արագութուն» կորով, նրա վարընթաց ճյուղի գոնալում, դեֆորմացիալի փոքրացման ինտենսիվութան անկման սղղրում:*

*Հարատանի պալմաններում, երբ մեքինաշինական արդյունարերութունը մոտակա տարիներին կզարգանա և կմեծանա ալելի ջրան և՛ անգամ, առաջարկվող նոր մեթոդը կտա միջոցների պալլի տնտեսում:*