

# ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ МАТЕРИАЛОВ РЕЗАНИЕМ

УДК 621.91.01

В.М. Зайцев

## МЕТОДИКА ПОИСКА НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО СОСТАВА СОМЖ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ РЕЗАНИЕМ

Смазывающе-охлаждающе-моющие жидкости (СОМЖ) оказывают значительное влияние на все показатели обрабатываемости, что обуславливает применение их на всех стадиях обработки металлов резанием. Однако, доля СОМЖ в улучшении технико-экономических показателей механической обработки остается все еще низкой.

Известно, что эффективность СОМЖ зависит от уровня соответствия их возможностей поставленной задаче. Взаимодействие СОМЖ с контактными поверхностями обрабатываемого и инструментального материалов носит избирательный характер. Для каждого сочетания обрабатываемый материал - инструментальный материал - СОМЖ существуют свои оптимальные условия. Они изменяются при изменении любого элемента этого сочетания. Эффективность СОМЖ в каждом конкретном случае следует сравнивать при оптимальных режимах резания. Поэтому нужно установить оптимальные условия выполнения операции при резании как всухую, так и с применением СОМЖ.

Формирование оптимальных условий резания начинается с установления оптимальной марки инструментального материала и геометрии заточки. Затем устанавливается число проходов и глубина резания  $t_0$  в зависимости от шероховатости обработанной поверхности, предусмотренной техническими условиями. Далее по соответствующему числу лимитирующих факторов устанавливается допустимая подача  $S_0$ . Величина  $S_0$  определяется расчетным путем или с помощью экспериментально установленных зависимостей. При точении

для такого расчета можно воспользоваться методикой, приведенной в работах [1], [2]. Оптимальная скорость резания устанавливается с учетом зависимости длины пути резания  $L = \Gamma V$  от скорости резания. Зависимость эта при резании всухую имеет четко выраженный экстремальный характер. Скорость, соответствующая максимуму  $\mathcal{L}$ , является оптимальной.

В работе [2] показано, что для каждой пары обрабатываемый материал - инструментальный материал оптимальная скорость резания соответствует определенной температуре, названной оптимальной. В ней показано, что оптимальная скорость в большинстве случаев совпадает с экономической, при которой имеет место минимальная себестоимость выполнения операции.

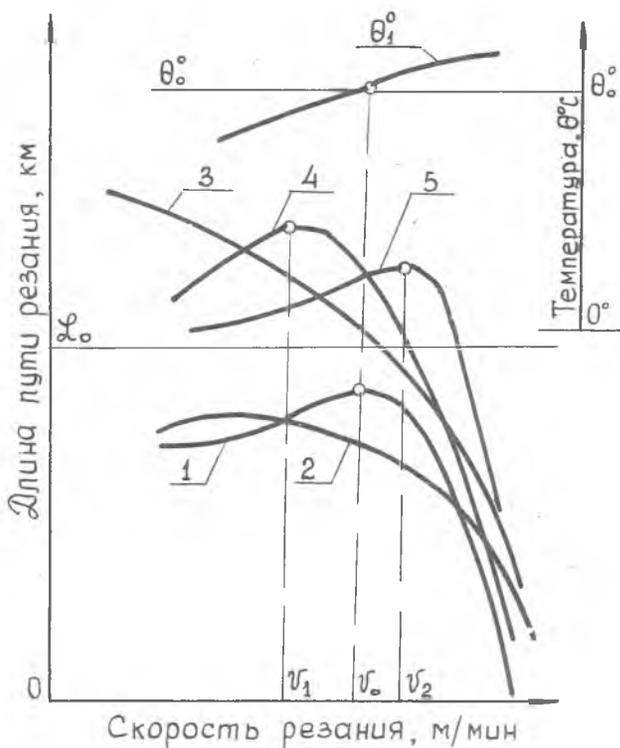
Предварительный выбор СОМЖ для сравнительных испытаний проводится, согласно [3], или по другим рекомендациям. Обычно выбираются два-три состава, наиболее близкие по своим вероятным технологическим свойствам поставленной задаче. Для каждой СОМЖ устанавливается соответствующий режим резания. Глубину резания, как оказывающую наименьшее влияние на показатели обрабатываемости, можно оставить без изменения. Выбор допустимой подачи производится только по фактору, ограничивающему ее величину при резании всухую. Затем устанавливается величина оптимальной скорости резания. С целью сокращения времени испытаний можно строить не полную зависимость, а только часть ее, соответствующую скоростям резания, равным или большим оптимальной при резании всухую, т.е. правую ветвь.

На рис.1 приведены обобщенные графики зависимостей  $\mathcal{L} = f(V, \text{СОМЖ})$ , из рассмотрения которых следует, что кривые  $\mathcal{L} = f(V, \text{СОМЖ})$  не всегда носят экстремальный характер. Максимальные значения  $\mathcal{L}$  при резании с СОМЖ имеют место при скоростях резания как больших, так и меньших оптимальной скорости при резании всухую. Экстремальный характер кривой наблюдается обычно при применении СОМЖ, обладающих сильными охлаждающими свойствами, второй - при применении СОМЖ, обладающих лучшими смазывающими свойствами. Из анализа графиков также следует, что на результаты сравнения оказывает заметное влияние способ сравнения.

Принципиально возможны два варианта сравнения СОМЖ:

1 - по длине пути резания при заданной или выбранной скорости резания; 2 - по величине скорости резания при заданной или

выбранной длине пути резания. Более распространен первый вариант.



Р и с.1. Влияние скорости резания и СОМЖ на длину пути и температуру резания: 1 - резание всухую, 2-5 резание с применением СОМЖ1 - СОМЖ4

Ранжировка СОМЖ по их влиянию на длину пути резания в зависимости от величины выбранной скорости будет различной. Так, при скорости  $v_0$ , оптимальной для резания всухую, лучшие результаты достигаются в результате применения СОМЖ4, СОМЖ5, достаточно высокие результаты обеспечивает применение СОМЖ3. Применение СОМЖ2 вызывает уменьшение длины пути резания. При скорости  $v_2$  лучшей является СОМЖ5, меньший эффект дает СОМЖ3 и СОМЖ4. СОМЖ2 оказывает вредное влияние. При скорости  $v_1$  лучшей

является ССМЖ. Самая большая величина  $\mathcal{L}$  будет иметь место при резании с применением ССМЖЗ. Скорость резания при этом будет значительно меньше оптимальной скорости для резания всухую. Из приведенных примеров становится понятной причина несовпадения выводов об эффективности одних и тех же ССМЖ при обработке одних и тех же материалов одними и теми же инструментами. Можно сравнивать ССМЖ при скорости резания, обусловленной ритмом технологического процесса, или при скорости, единственно возможной для данного станка. Исключением может быть случай, когда требуется обеспечить съем максимального объема материала или обработку максимально-возможной площади дорогостоящим инструментом (протяжки и другие сложные инструменты). В остальных случаях сравнение ССМЖ следует проводить при оптимальных для каждой ССМЖ скоростях резания, при которых достигается минимальная себестоимость обработки.

Второй вариант дает более точный ответ. Его можно применять при чистовой обработке, когда замена инструмента в процессе выполнения операции невозможна или нежелательна.

Чтобы определить скорость резания, соответствующую этому условию, кривые  $\mathcal{L} = f(V, \text{ССМЖ})$  пересекаются горизонталью, отстоящей от начала координат на расстоянии, соответствующем или кратном длине пути резания  $\mathcal{L}_0$ .

Величина  $\mathcal{L}_0$  определяется расчетным путем. Для наружного точения она может быть определена по формуле

$$\mathcal{L}_0 = \frac{\pi d \mathcal{L}_T}{S_0},$$

где  $\mathcal{L}_T$  - длина обрабатываемого участка, мм;

$d$  - наружный диаметр заготовки, мм;

$S_0$  - продольная подача, мм/об.

Приняв один из вариантов сравнения, получим величину допустимой скорости резания. Таким образом будут установлены оптимальные режимы резания для каждой испытуемой ССМЖ.

Поскольку величины допустимых подач при применении различных ССМЖ могут оказаться различными, эффективность ССМЖ следует сравнивать по производительности, которая при предварительной обработке подсчитывается по формуле

$$Q_{\text{мин}} = 1000 t S V \quad \text{мм}^3/\text{мин}$$

$$\text{или } Q = I6tS\mathcal{L} \text{ мм}^3,$$

где  $Q_{\text{мин}}$  - объем припуска, снятого в течение минуты, мм<sup>3</sup>/мин;  
 $t, S$  и  $V$  - соответственно глубина, мм; подача, мм/об; скорость резания, м/мин;

$Q$  - объем припуска, соответствующий  $\mathcal{L}$ , мм<sup>3</sup>;

$\mathcal{L}$  - длина пути резания, км.

При чистой обработке расчет ведется по формуле

$$F_{\text{мин}} = I000V\mathcal{S} \text{ мм}^2/\text{мин}$$

$$\text{или } F = I0^6\mathcal{L}S \text{ мм}^2,$$

где  $F_{\text{мин}}$  - площадь поверхности, обработанной в течение 1 мин, мм<sup>2</sup>/мин,

$F$  - площадь поверхности соответствующая  $\mathcal{L}$ , мм<sup>2</sup>.

Коэффициент эффективности СОМЖ по производительности может быть рассчитан по формулам:

$$K_{\text{эп}} = \frac{Q_{\text{СОМЖ}}}{Q_{\text{сухо}}}; \quad K_{\text{эп}} = \frac{F_{\text{СОМЖ}}}{F_{\text{сухо}}}.$$

Наиболее трудоемким этапом проведенных исследований является установление зоны максимума и правой ветви кривых  $\mathcal{L} = f(v)$  при резании всухую и с применением СОМЖ. Однако с достаточной для практики точностью зону этих скоростей при резании всухую можно определить по зоне оптимальной температуры, которая, согласно данным, приведенным в работе [3] для большинства пластических материалов, совпадает с зоной "провала пластичности" на графиках зависимостей механических свойств материалов ( $\sigma_g$ ,  $HV$ ,  $\delta$ %,  $\psi$ %,  $a_n$  и др.) от температуры. Оптимальную температуру можно определить также расчетным путем по методике и на основании данных, приведенных в работе [4].

По данным, приведенных в работах ряда исследователей, в том числе в работе [5], снижение температуры за счет применения СОМЖ составляет 50-150°. Построив график  $\theta^\circ = f(v)$  при резании всухую, и, приняв температуру  $\theta_{\text{max}}^\circ \leq \theta_{\text{олт}}^\circ + 150^\circ$ , можно установить диапазон скоростей резания, в пределах которого следует проводить сравнительные исследования СОМЖ.

Приведенная методика позволяет также выбирать оптимальную марку инструментального материала и оптимальную геометрию заточки.

## Л и т е р а т у р а

1. Зайцев В.М., Лепилин В.И. Расчет наимыгоднейшего режима резания при точении. Кузбывшев, КуАИ, 1974.
2. Макаров А.Д., Мухин В.С., Шустер Л.С. Износ инструмента, качество и долговечность деталей из авиационных материалов. Уфа, 1974.
3. Зайцев В.М. Состояние, перспективы применения и выбор наиболее эффективного способа смазки-охлаждения при резании жаропрочных и других труднообрабатываемых материалов. В сб.: "Исследование обрабатываемости жаропрочных и титановых сплавов", вып.3, КуАИ, 1976.
4. Белоусов А.И. Улучшение обрабатываемости жаропрочных и титановых сплавов путем выбора рациональной марки инструментального материала на основе критерия циклической термостойкости. В сб.: "Исследование обрабатываемости жаропрочных и титановых сплавов", вып.3, КуАИ, 1976.
5. Резников Н.И. и др. Производственная обработка нержавеющей и жаропрочных материалов. М., Машгиз, 1960.

УДК 621.91.01

В.М. Зайцев

### ОСНОВЫ И МЕТОДИКА ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОЙ НОМЕНКЛАТУРЫ СОМЖ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К МЕХАНИЧЕСКОМУ ЦЕХУ ПО ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Анализ работы механических цехов некоторых предприятий авиационной промышленности показывает, что доля смазывающе-охлаждающе-моющих жидкостей (СОМЖ) в повышении эффективности механической обработки и качества выпускаемой продукции все еще невелика. Номенклатура СОМЖ зачастую носит случайный характер, формируется без достаточного технико-экономического обоснования. Не существует пока и методики поиска оптимальной номенклатуры СОМЖ, учитывающей специфику авиационного производства и СОМЖ как элемента технологического процесса.

В этом плане опыт станкоинструментальной, подшипниковой и автомобильной промышленности может быть использован лишь частично, на стадии выбора СОМЖ при однооперационной обработке, поскольку основной особенностью авиационного производства является мелкосерийный и даже штучный его характер при громадной номенклатуре комплектующих деталей очень сложной формы и малой жесткости.

Особенностями СОМЖ как элемента технологического процесса