

УДК 621.941

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ РЕЗАНЬЯ ОТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ И УГЛА СКРЕЩИВАНИЯ ПРИ ЧИСТОВОМ ТОЧЕНИИ ВАЛОВ ЧАШЕЧНЫМИ ПРИНУДИТЕЛЬНО ВРАЩАЮЩИМИСЯ РЕЗЦАМИ

Мелконов Л.Д.

## DETERMINATION OF THE TEMPERATURE DEPENDENCE OF THE CUTTING ANGLE OF THE CUTTING, AND WHEN CROSSING FINISH TURNING OF SHAFTS ROTATING CUTTERS TO FORCE CUP

Melkonov L.D.

*Подобран наиболее приемлемый метод определения температуры в зоне резания. Это метод термопар. Установлена зависимость изменения температуры в зоне резания от режимов резания и угла скрещивания инструмента и заготовки. Приведенные протоколы зависимостей, по которым построены графики. Приведено оптимальное значение режимов резания и угла скрещивания.*

**Ключевые слова:** чашечный принудительно вращающийся резец; метод термопар; режимы резания; угол скрещивания; температура в зоне резания.

### 1. Введение

В процессе обработки рабочих поверхностей винтовых валковых калибров чашечными принудительно вращающимися резцами в зоне резания возникают значительные силы резания, а также трения по передней и задней поверхностям инструмента приводят к пластическому деформированию обработанной поверхности. Вследствие перечисленного выше в зоне резания возникает температура. Величина температуры оказывает существенное влияние на процесс обработки: стойкость инструмента; качество поверхностного слоя; геометрические параметры готовой детали.

Целью данной работы является определение величины возникающей температуры в зоне резания.

### 2. Основное содержание работы.

С нашей точки зрения наиболее приемлемым методом для исследования температуры в зоне резания является экспериментальные методы.

Основным объектом исследования будет температура возникающая в зоне резания и изменения ее величины, в зависимости от режимов обработки и угла между осями заготовки и инструмента (угла скрещивания).

Из всех существующих методов по определению температуры в зоне резания с нашей

точки зрения наиболее приемлемым является – метод естественно образующейся термопары.

Однако измерить температуру в зоне резания при точении заготовок принудительно вращающимся резцом довольно проблематично. Это обуславливается постоянным вращением инструмента и как следствие обновления в зоне резания режущей кромки. Иными словами процесс обработки разделен на два участка:

1 – непосредственно рабочая зона;

2 – ветвь инструмента с «холостым» пробегом.

Этим и обуславливается трудность замера температуры резания в зоне резания.

Однако выбранный нами метод измерения температуры наиболее точен, т.к. измерения идет через ЭДС, а она возникает непосредственно в зоне контакта.

Сущность данного метода заключается в следующем: в процессе резания в контактной зоне заготовка – инструмент происходит соприкосновение передней поверхности инструмента со стружкой, а задней поверхности обработанной поверхностью в результате чего естественным путем создаются термопары. Электродами для термопар является материал обрабатываемой заготовки и материал режущей кромки инструмента. Включая деталь и инструмент в замкнутую цепь, способствуем возникновению ЭДС, величина которой практически соответствует температуре в зоне резания.

Для преобразования показаний милливольтметра в градусы Цельсия термопара подвергается специальной тарировке.

Схема измерения температуры при точении методом естественно образующейся термопары изображена на рис. 1. Обрабатываемая болванка 1 изолирована от патрона 3 и центра задней бабки эбонитовыми прокладками 5. Чашечный резец 2 из быстрорежущей стали или твердого сплава

изолирован от резцедержателя эбонитовой втулкой 5. Резец делают цельным для того, чтобы в месте приваривания или припаивания режущей пластинки к корпусу резца не образовались паразитные термопары. Болванка медным проводником соединена с гибким валом 6, закрепленным в эбонитовой втулке, установленной на конце шпинделя станка 4. Контактный наконечник 7 гибкого вала опущен в ванночку со ртутью 8. Милливольтметр 9 одной клеммой соединен с торцом резка, а вторым — с ртутным токосъемником. Замкнутая электрическая цепь состоит из болванки — проводника — гибкого вала — токосъемника — милливольтметра — резка — болванки. Болванку изолируют от станка для устранения влияния паразитных термопар, могущих возникнуть между отдельными деталями станка. Однако роль паразитных термопар при высокой температуре контактных поверхностей инструмента незначительна, и за счет некоторого снижения точности измерения установку можно упростить, отказавшись от изоляции болванки, сохранив изоляцию только инструмента.

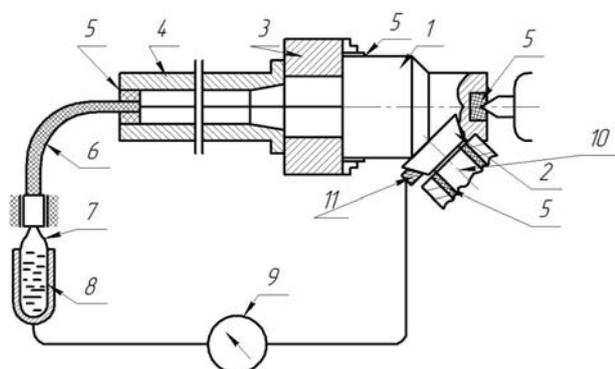


Рис. 1 Схема измерения температуры резания естественно образующейся термопарой

Изоляция чашечного принудительно вращающегося инструмента несколько затруднена, вследствие необходимости изолировать от станка не всю установку, а именно чашечный резец. Это обусловлено тем, что в приводном механизме чашечного резца много сопрягаемых поверхностей, в точках контакта которых возникают различные термоэлектродвижущие силы. Причем эти силы различны и постоянно изменяющиеся. Поэтому изолируют всю приводную систему резца от станка, а чашечный резец изолируют от привода на его шпинделе 10. ЭДС чашечного резца снимают с помощью подвижного контакта. В качестве подвижного контакта использовался медно-графитовый материал 11.

Проведенными лабораторными исследованиями установлено, что температура резания в значительной степени зависит от режимов резания и угла скрещивания осей обрабатываемой заготовки и чашечного инструмента. В результате проведенных лабораторных исследований получены экспериментальные данные. Результаты полученных экспериментальных занесены в таблицы 1-4. По этим данным построим кривые зависимости температуры в зоне резания от режимов резания и угла скрещивания осей заготовки и инструмента.

Анализ графиков (рис.2) показывает, что температура резания уменьшается при увеличении угла скрещивания  $\gamma_c = 105^\circ \dots 130^\circ$ , а при увеличении  $\gamma_c$  до  $160^\circ$  остается примерно на одном уровне. С увеличением скорости резания

$V = 3,5 \dots 12 \text{ м/с}$  уменьшается пластическая деформация, а следовательно, и уменьшается температура, образующаяся в зоне резания.

С увеличением глубины резания  $t = 0,2 \dots 1,5 \text{ мм}$  увеличивается длина лезвия, что улучшает теплоотвод и снижает температуру резания.

Таблица 1

Зависимость температуры резания от угла скрещивания при  $V = 8 \text{ м/с}$ ,  $S = 0,38 \text{ мм/об}$ ,  $t = 0,4 \text{ мм}$

Угол скрещивания $\gamma_c$	Температура в град
105	460
110	440
115	400
120	380
125	370
130	340
135	320
140	300
145	290
150	260
155	250

Таблица 2

Зависимость температуры резания от скорости резания при  $\gamma_c = 140^\circ$ ;  $S = 0,38 \text{ мм/об}$ ;  $t = 0,4 \text{ мм}$

Скорость резания $V$	Температура в град
3,0	275
4,5	320
6	350
7,5	380
9	400
10,5	450
12	475

Таблиця 3

Зависимость температуры резания от подачи при  $V = 8\text{ м/с}$ ;  $\gamma_c = 140^\circ$ ;  $t = 0,4\text{ мм}$

Подача S	Температура в град.
0,2	260
0,4	270
0,5	290
0,6	320
0,7	340
0,9	340
1,2	360

Таблиця 4

Зависимость температуры резания от глубины резания при  $V = 8\text{ м/с}$ ,  $S = 0,38\text{ мм/об}$ ,  $\gamma_c = 140^\circ$

Глубина резания t	Температура в град.
0,2	280
0,4	310
0,6	340
0,8	360
1	360
1,2	400
1,4	420

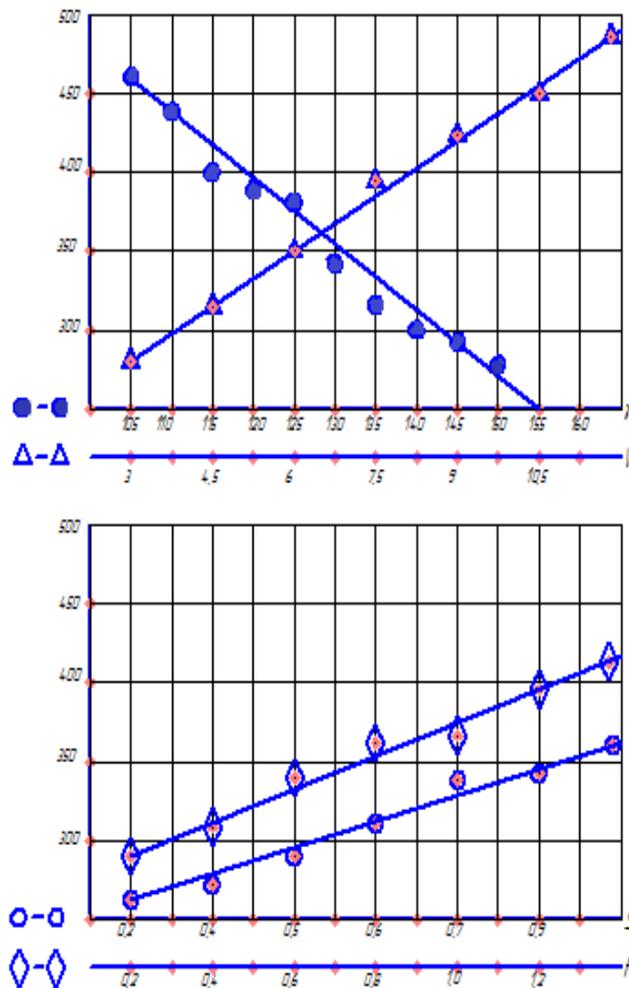


Рис.2. Зависимость температуры резания от угла скрещивания  $\gamma_c$ , скорости резания  $V$ , подачи  $S$  и глубины резания  $t$ .

При увеличении подачи  $S$  мм/об. возрастает давление стружки на инструмент и увеличивается площадь контакта стружки с передней поверхностью. Давление стружки способствует повышению температуры, а площадь контакта ее снижает. С увеличением подачи  $S$  0,2...1,4 мм/об. температура возрастает.

На основании экспериментальных данных, полученных при точении валов принудительно вращающимися чашечными резцами, по которым

построены графики, получена следующая эмпирическая зависимость температуры резания:

$$Q=C \cdot V^{0,20} \cdot S^{0,14} \cdot t^{0,2} \cdot \gamma^{-0,09} \quad (1)$$

где  $C$ - коэффициент, учитывающий влияние свойств обрабатываемого материала на температуру резания.

Проведенные экспериментальные исследования, построенные по ним графики (рис.2),

и выведенная формула (1) позволяют сделать следующие выводы и рекомендовать оптимальные режимы резания и угол скрещивания.

#### Выводы

1. При изменении угла скрещивания осей заготовки валкового калибра и принудительно вращающегося чашечного резца температура изменяется следующим образом: с увеличением угла скрещивания от  $\gamma_c = 105^\circ \dots 135^\circ$  происходит снижение температуры от  $500^\circ\text{C}$  до  $300^\circ\text{C}$ . Дальнейшее увеличение угла скрещивания  $\gamma_c$  на величину температуры оказывает незначительное влияние.

2. Увеличение скорости резания от  $V=3\text{ м/сек}$  до  $12\text{ м/сек}$  приводит к резкому увеличению температуры в зоне резания от  $250^\circ\text{C}$  до  $500^\circ\text{C}$ .

3. Анализ графиков зависимости температуры в зоне резания от увеличения подачи в пределах  $0,2-1,4\text{ мм/об}$ . И увеличение глубины резания температура в зоне резания плавно возрастает.

4. Отсюда можно сделать заключение, что наиболее оптимальная температура в зоне резания будет при угле скрещивания  $\gamma_c = 135^\circ-140^\circ$ ; скорости резания  $V = 4,5-6\text{ м/сек}$ ; подачи  $S = 0,6-0,7\text{ мм/об}$ ; и глубине резания  $t = 0,8-1\text{ мм}$ .

#### Литература

1. Гун А.С. Обработка прокатных валков [Текст] / Соколов В.Е., Огарков Н.Н. - М.: Металлургия, 1983. -112 с.
2. Северденко В.П. Валки для профильного проката [Текст] / Бахтинов Ю.Б., Бахтинов В.Б. - М.: Металлургия, 1979. - 224 с.
3. Бобров В. Ф. Основы теории резания металлов М.: Машиностроение, 1975.-345с.
4. Макаров А.Д. Оптимизация процессов резания. -М: Машиностроение. 1976.-200с.
5. Целиков А.И. Специальные прокатные станы [Текст] / Барбарич М.В., Васильчиков М.В., Грановский С.П., Жуневич-Стоша Е.А. - М.: Металлургия, 1971. -336 с
6. Мелконов Л.Д. Принудительное вращающийся чашечный резец - М.: Машиностроение, №3, 1980. с. 19
7. Мелконов Л.Д. Точение по методу обкатки – В кн. : «Автомобильная промышленность», №4, 1981, с. 29
8. Мелконов Л.Д. Технологическое обеспечение качества и точности обработки валов принудительно вращающимися резаками [Текст] / диссертация кандидата техн. наук /.-М: 1985г.-188с.
9. Ильюшин А.А. Сопrotивление материалов. // Ильюшин А.А., Ленски В.С. / М: Физматгиз, 1959. - 365 с.
10. Зорев Н.Н. Исследование элементов механики процесса резания// Зорев Н.Н. / М: Машгиз, 1952. - 363 с.

#### References

1. Gun A.S. Obrabotka proklatnyih valkov [Tekst] / Sokolov V.E., Ogarkov N.N. - M.: Metallurgiya, 1983. -112 s.
2. Severdenko V.P. Valki dlya profilnogo prokata [Tekst] / Bahtinov Yu.B., Bahtinov V.B. - M.: Metallurgiya, 1979. - 224 s.

3. Bobrov V.F. Osnovyi teorii rezaniya metallov M.: Mashinostroenie, 1975.-345s.
4. Makarov A.D. Optimizatsiya protsessov rezaniya. -M: Mashinostroenie. 1976.-200s.
5. Tselikov A.I. Spetsialnyie proklatnyie stanyi [Tekst] / Barbarich M.V., Vasilchikov M.V., Granovskiy S.P., Zhunevich-Stosha E.A. - M.: Metallurgiya, 1971. -336 s
6. Melkonov L.D. Prinuditelnoe vraschayuschisya chashechnyy rezets - M.: Mashinostroenie, №3, 1980. s. 19
7. Melkonov L.D. Tochenie po metodu obkatki – V kn. : «Avtomobilnaya promyshlennost», №4, 1981, s. 29
8. Melkonov L.D. Tehnologicheskoe obespechenie kachestva i tochnosti obrabotki valov prinuditelno vraschayuschimisya reztsami [Tekst] / dissertatsiya kandidata tehn. nauk /.-M: 1985g.-188s.
9. Ilyushin A.A. Soprotivlenie materialov. // Ilyushin A.A., Lenski V.S. / M: Fizmatgiz, 1959. -365 s.
10. Zorev N.N. Issledovanie elementov mehaniki protsessa rezaniya// Zorev N.N. / M: Mashgiz, 1952. -363 s.

#### Мелконов Г.Л. Визначення залежності температури різання від режимів різання і кута схрещування при чистовому точінні валів чашковими примусово обертовими різцями

*Підібрано найбільш прийнятний метод визначення температури в зоні різання. Це метод термопар. Встановлено залежність зміни температури в зоні різання від режимів різання і кута схрещування інструменту і заготовки. Наведені протоколи залежностей, за якими побудовані графіки. Приведено оптимальне значення режимів різання і кута схрещування. Наведені протоколи залежностей, за якими побудовані графіки. Наведено оптимальне значення режимів різання і кута схрещування. Метою даної роботи є визначення величини виникає температури в зоні різання. Збільшення глибини різання температура в зоні різання плавно зростає. Найбільш оптимальна температура в зоні різання при вугіллі схрещування. Встановлено, що температура різання значною мірою залежить від режимів різання і кута схрещування осей оброблюваної заготовки та чашкового інструменту.*

**Ключові слова:** чашковий примусово обертається різці; метод термопар, режими різання, кут схрещування, температура в зоні різання.

#### Melkonov G. L. Determination of the temperature dependence of the cutting angle of the cutting, and when crossing finish turning of shafts rotating cutters to force cup.

*Selected the most appropriate method for determining the temperature in the cutting zone. This method of thermocouple. The dependence of temperature in the cutting zone of the cutting tool and the angle of crossing and the workpiece. These protocols are dependencies on which the graphs. We give an optimal value of the cutting angle and the crossing. Protocols dependencies, which built graphics. Given the optimal value of cutting parameters and angle of crossing. The aim of this work is to determine the magnitude of occurring temperature in the cutting zone. Increasing the depth of the cutting temperature in the cutting zone increases smoothly. The optimal temperature in the cutting zone will be at the angle of crossing. It is established that the cutting temperature largely depends on the cutting conditions and the angle of crossing of axes of the workpiece and the Cup tool. The main object of study will be temperatures encountered in*

*the cutting zone and changes in its value, depending on the treatment modes and the angle between the axes of workpiece and tool.*

**Keywords:** *cup forcibly rotating blades, the method of thermocouples, cutting conditions, the angle of crossing, the temperature in the cutting zone.*

**Мелконов Григорій Леонидович** - к.т.н. доцент, кафедри машинобудування, верстатів та інструментів Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, G\_melkonov@mail

*Рецензент:* **Соколов В.І.**, д.т.н., професор

Стаття подана 15.11.2015.