

## ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ПОДАЧИ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ НА ТЕМПЕРАТУРУ В ЗОНЕ РЕЗАНИЯ В ТЕЧЕНИЕ МАШИННОГО ВРЕМЕНИ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА

*Баранов В.И., Ромашин Р.В.*

*Технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (ТИ НИЯУ МИФИ), г. Лесной*

**Ключевые слова:** фреза, СОЖ, температура, скорости потока струи СОЖ, машинное время, метод конечных элементов.

**Аннотация.** Рассмотрена зависимость температуры в зоне резания от времени при трех значениях скорости подачи СОЖ. Показано, что незначительное увеличение скорости подачи СОЖ приводит к значительному снижению температуры. В течение короткого промежутка времени температура в зоне резания стабилизируется. Увеличение скорости подачи охлаждающей жидкости свыше 0,4 м/с не целесообразно.

## THE EFFECT OF THE COOLANT FEED RATE ON THE TEMPERATURE IN THE CUTTING ZONE DURING MACHINE TIME WHEN MILLING A TITANIUM ALLOY

*Baranov V.I., Romashin R.V.*

*Technological Institute of the National Research Nuclear University MEPHI, Lesnoy*

**Keywords:** milling cutter, coolant, temperature, coolant jet flow rate, machine time, finite element method.

**Abstract.** The dependence of the temperature in the cutting zone on time at three values of the coolant feed rate is considered. It is shown that a slight increase in the rate of coolant leads to a significant decrease in temperature. During a short period of time the temperature in the cutting zone stabilizes. An increase in the coolant feed rate over 0.4 m/s is not reasonable.

Известно, что при обработке металлов на фрезерных станках в зоне резания возникает повышенная температура, которая приводит к разрушению инструмента. Для уменьшения нагрева заготовок используется как свободная подача смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) поливом, так и напорной струей под давлением [1]. При подаче СОЖ напорной струей увеличивается скорость потока жидкости, и улучшаются охлаждающие свойства. В статье Трубина А.А. [2] этот процесс рассматривался без учета машинного времени обработки.

Смоделируем процесс резания плоской пластины из титанового сплава ВТ20 дисковой трёхсторонней фрезой из быстрорежущей стали Р18 – фреза 2240-0205 по ГОСТ 28527-90 [3].

Рассмотрим три значения скорости подачи свободным поливом СОЖ – 0,1 м/с, 0,2 м/с и 0,4 м/с, при одних режимах резания: подача на один зуб  $S_z=0,2$  мм; глубина фрезерования  $t=4$  мм; расчетная скорость резания

$v=26,4$  м/мин. Машинное время обработки паза длиной 250 мм и шириной 18 мм составляет 40 секунд [4].

Для каждого значения скорости подачи СОЖ определялся критерий Рейнольдса, рассчитывались коэффициенты теплоотдачи.

В программе SolidWorks Simulation, для каждого значения скорости подачи СОЖ, проводилось свое исследование методом конечных элементов [5]. Для этого назначались все термические нагрузки, запускалось исследование (рис. 1) и проводилось зондирование зоны нагрева (рис. 2).

Были рассмотрены процессы, с различной скоростью течения СОЖ –  $V_{Ж}$ . Результаты термических исследований представлены в таблице 1.

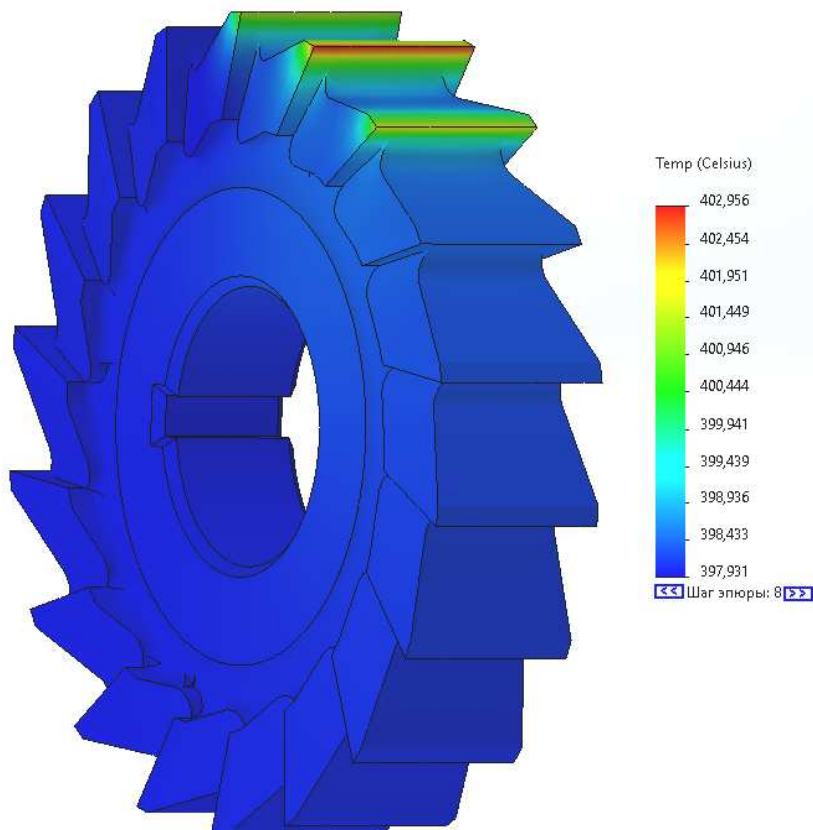


Рис. 1. Результаты исследования – эпюра температур

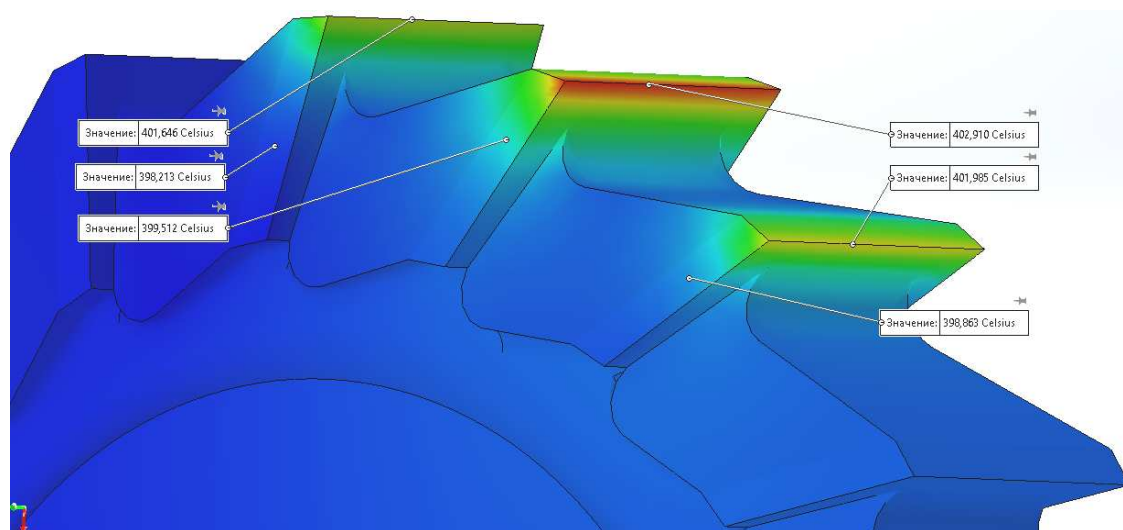


Рис. 2. Результаты зондирования

Табл. 1. Результаты исследований

$V_{ж}$ , м/с	0,4	0,2	0,1
Временной отрезок, сек.	Максимальная температура, °С		
0,25	75,289	82	85,451
0,5	112,86	127	137,32
0,75	142,2	167	184,39
1	165,15	200	227,15
1,25	183,09	229	265,99
1,5	197,12	254	301,26
1,75	208,09	275	333,3
2	216,66	293	362,4
2,25	223,37	309	388,84
2,5	228,61	322	412,85
2,75	232,71	334	434,65
3	235,92	343	454,46
3,25	238,42	352	472,45
3,5	240,38	359	488,8
3,75	241,92	365	503,64
4	243,12	371	517,12
4,25	244,05	375	529,37
4,5	244,79	379	540,49
4,75	245,36	382	550,59
5	245,81	385	559,77
5,25	246,16	388	568,11
5,5	246,43	390	575,68
5,75	246,64	393	582,55
6	246,81	395	588,8
6,25	246,94	396	594,47
6,5	247,04	396	599,63
6,75	247,12	397	604,31
7	247,19	397	608,56
7,25	247,24	398	612,42
7,5	247,27	399	615,93
7,75	247,3	399	619,11
8	247,33	400	622,01
10	247,5	400	637,39
15	247,7	401	648,73
20	248,3	402	649,71
25	248,5	403	650,1
30	248,5	403	650,31
35	248,5	403	650,49
40	248,5	403	650,64

Наглядно полученные результаты можно увидеть на графике – рисунок 3. При скорости подачи СОЖ 0,4 м/с с 6-й секунды температура стабилизируется. При скорости 0,2 м/с температура устанавливается на одном уровне с 8-й секунды. При самой низкой скорости 0,1 м/с температура уравнивается с 25 секунды. Во всех случаях температура не превышает красностойкости материала Р18 фрезы в 700°С.

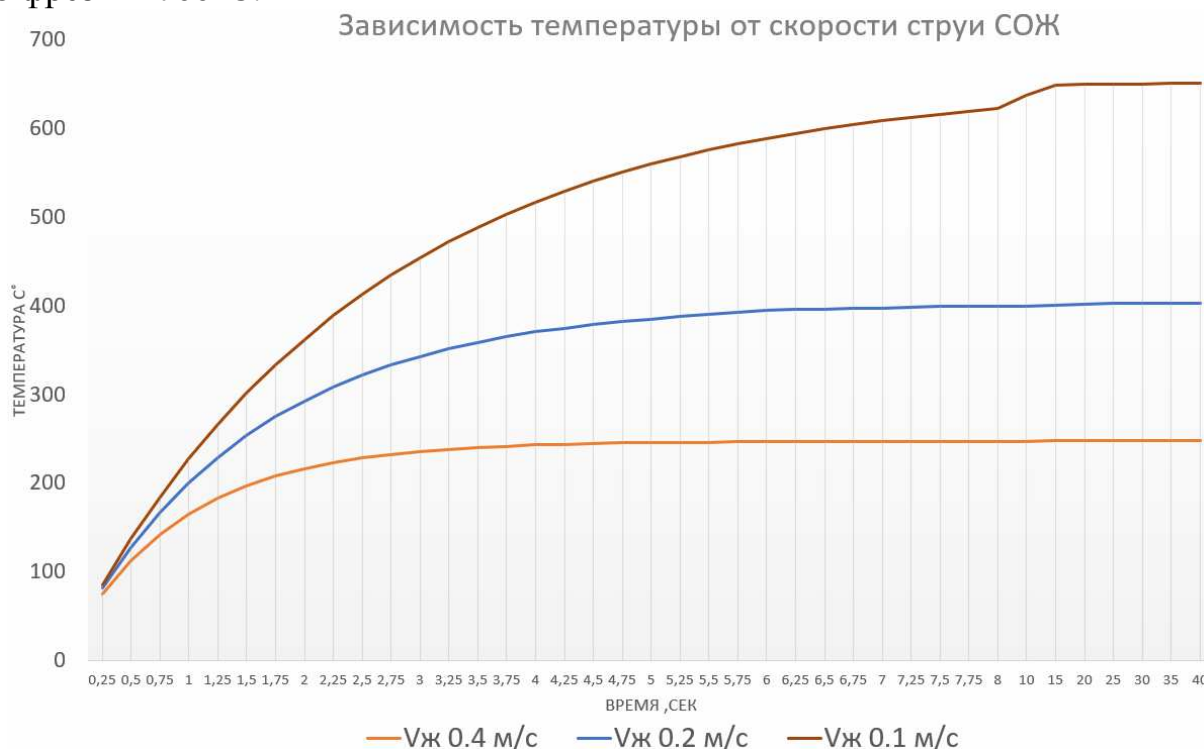


Рис. 3. Влияние скорости подачи СОЖ на температуру в зоне резания

**Выводы.** Незначительное увеличение скорости подачи СОЖ в диапазоне от 0,1 м/с до 0,4 м/с приводит к значительному уменьшению температуры в зоне резания. В течение короткого промежутка времени температура в зоне резания стабилизируется. Полученный результат говорит о том, что дальнейшее увеличение скорости подачи охлаждающей жидкости не целесообразно, так как и при небольших скоростях обеспечивается красностойкость материала.

#### Список литературы

1. Кожевников Д.В., Гречишников В.А., Кирсанов С.В. Режущий инструмент: Учебник – М.: Машиностроение, 2014. – 519 с.
2. Trubin, A.A. Research of the temperature dependence in the cutting area on the flow rate of a lubricant-cooling liquid jet when cutting with a thrust cutter with a T15K6 hard alloy plate / Trubin, A.A., Romashin R.V. // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2021. No 27. P. 5-10. <https://doi.org/10.26160/2474-5901-2021-27-5-10>.
3. ГОСТ 28527-90. Фрезы дисковые трехсторонние. Типы и размер: национальный стандарт: дата введения 1991-01-01. – М.: Стандартинформ, 2008. – 11 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. / Под ред. Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. и др. – М.: Машиностроение, 1986. – Т. 2. – С. 281- 292.
5. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 562с.

#### Сведения об авторах:

Баранов Виктор Ильич – студент;

Ромашин Роман Валерьевич – доцент, кафедра "Технология машиностроения".