

Дуюн Т.А., д-р техн. наук, проф.,
Бешевли О.Б., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ И ПОЛУЧАЕМОЕ КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ БАББИТОВ

Oleg-beshevli@yandex.ru

Применение крупногабаритных вращающихся агрегатов в промышленности становится возможным благодаря использованию подшипников качения значительных размеров, в которых используются антифрикционные материалы, такие как баббит. Баббиты в основе своей состоят из свинца или олова и различных примесей. Баббиты используются в большом количестве изделий самых различных назначений и размеров, но литературе, которая находится в свободном доступе практически не встречаются рекомендации по режимам обработки баббитов. Для подбора оптимальных режимов резания и изучения влияния различных факторов на процесс фрезерования баббитов марок Б 83 и Б16 была проведена серия экспериментов, которая показала сильную зависимость качества обработанной поверхности от температуры в зоне резания. Использование баббитов для вкладышей подшипников скольжения накладывает жесткие ограничения на качество обработанной поверхности, которое необходимо достигнуть после обработки.

Ключевые слова: механическая обработка баббита; температура в зоне резания; зависимость шероховатости от режимов резания; получаемое качество при фрезеровании баббита.

Баббиты широко применяются в качестве антифрикционного материала опор подшипников скольжения. Баббит является легкоплавким пластичным материалом, поэтому его механическая обработка связана с такими явлениями как оплавление и наростообразование. Оплавление возникает в случаях, когда температура в зоне резания превышает температуру плавления баббита. Обеспечение допустимой температуры в зоне резания является особенно важной задачей, так как исходя из физико-механических свойств уже при 240°C баббиты размягчаются, интенсифицируется наростообразование и процесс резания существенно усложняется [1].

При фрезеровании баббитов на фрезе образуются постоянно изменяющиеся в размерах наросты обработанного материала, которые создают нестабильную геометрию режущей части инструмента и, участвуя в процессе формообразования обработанной поверхности, негативно сказываются на формировании качества обрабатываемой поверхности [2], что недопустимо с точки зрения обеспечения функционального назначения поверхности скольжения.

Для выявления взаимосвязи режимов обработки с температурой в зоне резания и получаемой шероховатостью поверхности были проведены экспериментальные исследования при фрезеровании оловянного и свинцового баббитов марок Б83 и Б16. При проведении эксперимента использовалось следующее оборудование и контрольно-измерительный инструмент: широкоуниверсальный фрезерный станок 675, профилометр TIME TR100, пирометр инфракрасный «ADA TempPro 550».

В качестве исследуемых режимов резания были выбраны предположительно оказывающие

наибольшее влияние: скорость резания, подача режущего инструмента, глубина резания [3]. Выбор данных факторов обоснован следующими соображениями: скорость резания обуславливает условия теплообмена в зоне резания, подача режущего инструмента и глубина резания формируют сечение среза, а, следовательно, мощность и температуру резания.

Приняты следующие интервалы варьирования режимов резания: скорость резания 63...126 м/мин, подача режущего инструмента 0,935...3,71 мм/об, глубина резания 0,5...3 мм. При изменении одного из параметров два других остаются постоянными: скорость резания 78 м/мин, подача режущего инструмента 1,25 мм/об, глубина резания 2 мм. Результаты проведенных серий экспериментов по измерению температуры резания представлены в табл. 1...3.

Таблица 1

Зависимость температуры в зоне резания от скорости резания

№	1	2	3	4	5	6
V, м/мин	63	78	94,2	100	117,75	126
T1, °C (Б-83)	174	189	203	207	221	226
T2, °C (Б-16)	37	40	43	44	46	47

Таблица 2

Зависимость температуры в зоне резания от подачи

№	1	2	3	4	5	6
s, мм/об	0,935	1,17	1,87	2,33	2,92	3,71
T1, °C (Б-83)	178	188	212	224	237	252
T2, °C (Б-16)	28	29	33	35	37	39

Таблица 3
Зависимость температуры в зоне резания от глубины резания

№	1	2	3	4	5	6
t, мм	0,5	1	1,5	2	2,5	3
T1, °C (Б-83)	163	176	187	197	205	211
T2, °C (Б-16)	28	30	31	32	33	34

Полученные результаты показывают, что значения температуры в зоне резания для этих марок баббитов имеют существенные отличия [4]. Фрезерование баббита Б16 протекает при достаточно низких температурах, лежащих в интервале 28...47°C, поэтому процессы наростообразования практически не наблюдаются. Фрезерование баббита Б83 протекает при достаточно высоких температурах, лежащих в интервале 174...256°C. При определенных сочетаниях режимов резания температура превышает критическое значение, в частности: при подаче режущего инструмента свыше 2 мм/об. Процессы наростообразования протекают весьма интенсивно [5]. На рис. 1 представлены фрагменты

фрезерования баббитов Б16 и Б83. На рис. 2...4 представлены графические зависимости влияния исследуемых параметров режимов резания на температуру в зоне резания, интерполированные с использованием канонического полинома.

Анализируя графические зависимости рис. 2...4 можно сделать вывод, что увеличение скорости резания, подачи инструмента и глубины резания увеличивает температуру в зоне резания, что соответствует традиционным представлениям. Наибольшее влияние оказывают скорость резания и подача. Все зависимости близки к линейным.

Для возможности анализа корреляционных связей между температурой резания и шероховатостью поверхности при исследовании шероховатости обработанной поверхности приняты интервалы варьирования режимов резания, аналогичные измерению температуры. Результаты проведенных серий экспериментов по измерению шероховатости обрабатываемой поверхности представлены в табл. 4...6.

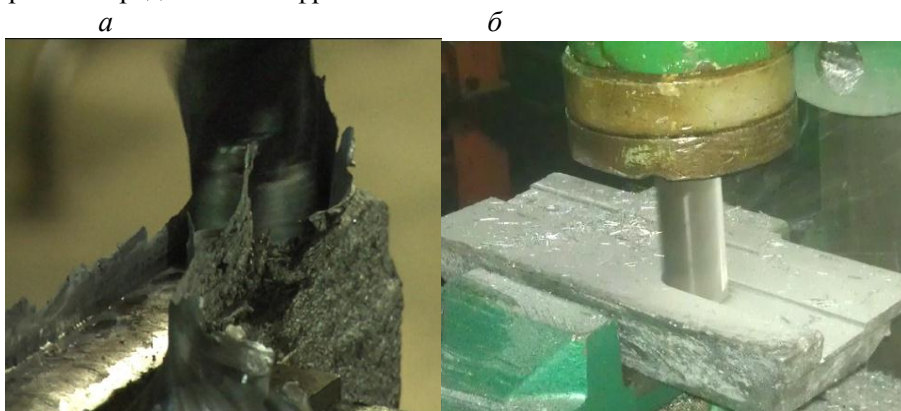


Рис. 1. Процесс фрезерования баббитов: а – Б-83, б – Б-16

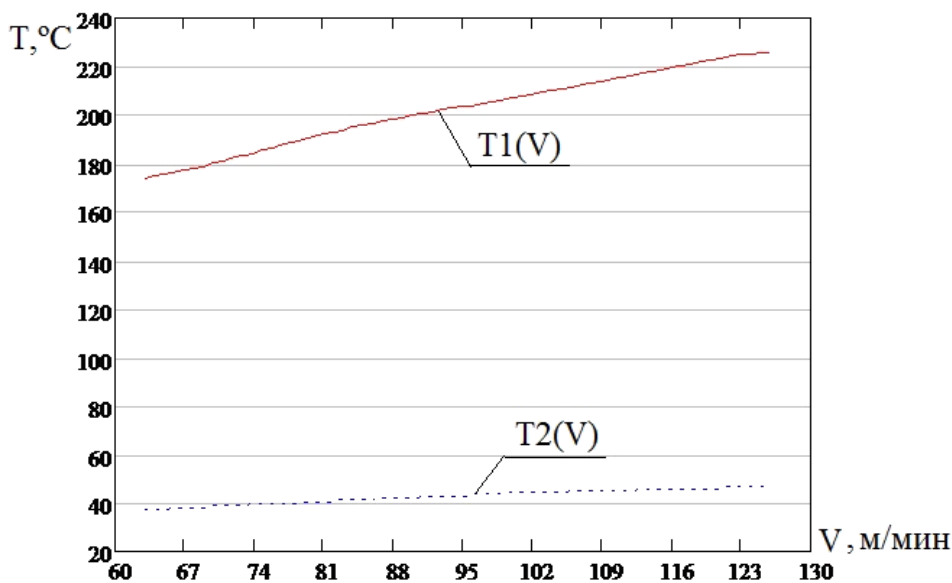


Рис. 2. Зависимость температуры в зоне резания от скорости резания при s = 1,25 мм/об, t = 2 мм

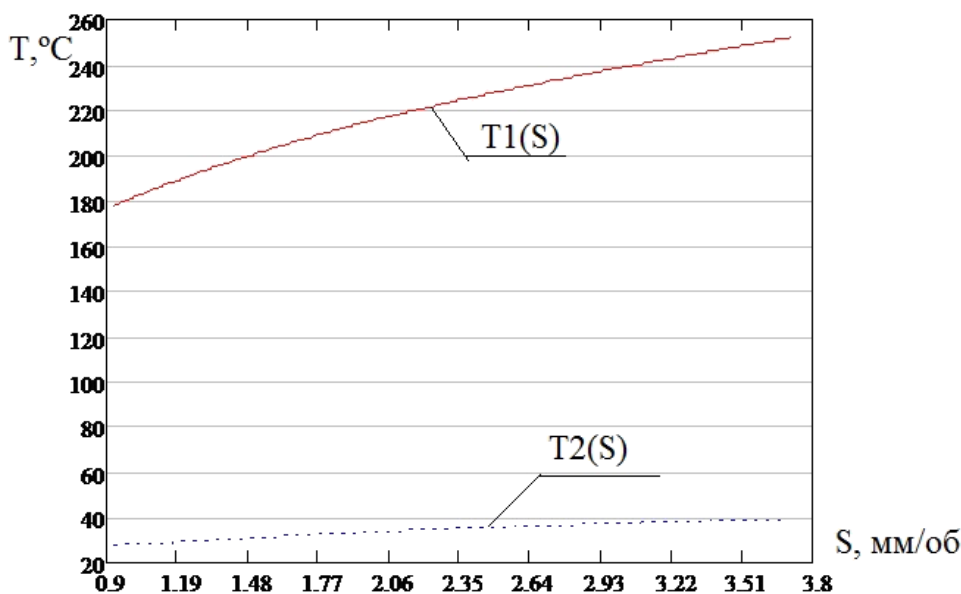


Рис. 3. Зависимость температуры резания от подачи при $v = 78$ м/мин, $t = 2$ мм

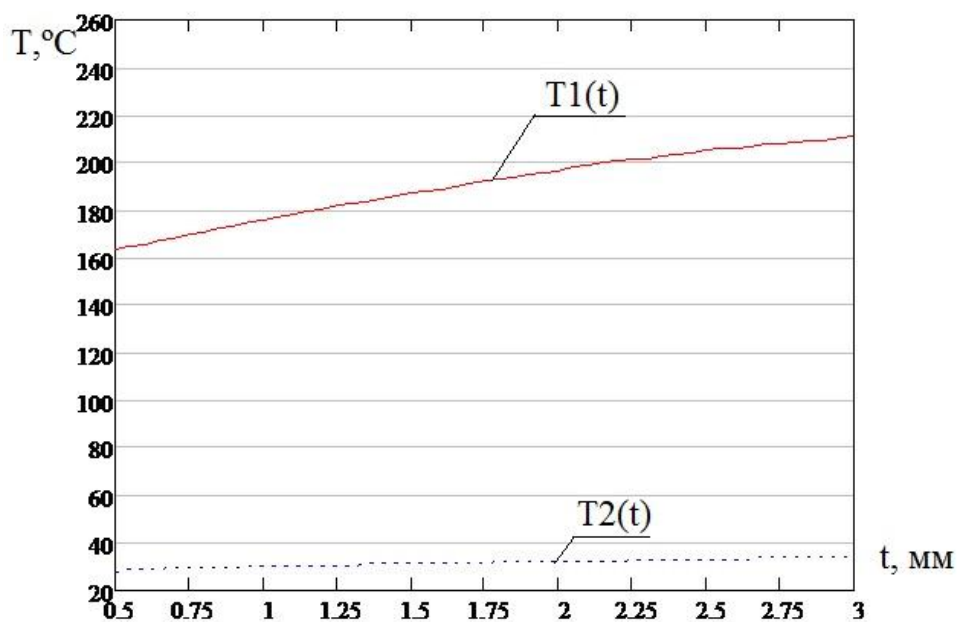


Рис. 4. Зависимость температуры резания от глубины резания при $v = 78$ м/мин, $s = 1,25$ мм/об

Таблица 4

Зависимость шероховатости поверхности от скорости резания

№	1	2	3	4	5	6
$Ra1$, мкм (Б-83)	4,2	5,1	7,1	8,1	12,3	20
$Ra2$, мкм (Б-16)	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
v , м/мин	63	78	94,2	100	117,75	126

Таблица 5

Зависимость шероховатости поверхности от подачи инструмента

№	1	2	3	4	5	6
$Ra1$, мкм (Б-83)	4,1	4,9	6,8	7,9	9,3	11,1
$Ra2$, мкм (Б-16)	3,3	3,7	4,6	5,1	5,7	6,3
s , мм/об	0,935	1,17	1,87	2,33	2,92	3,71

Таблица 6

Зависимость шероховатости поверхности от глубины резания

№	1	2	3	4	5	6
$Ra1$, мкм (Б-83)	5,2	6	6,4	7	7,4	7,7
$Ra2$, мкм (Б-16)	3,2	3,2	6,3	6,3	6,3	6,3
t , мм	0,5	1	1,5	2	2,5	3

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что при фрезеровании баббита Б16 шероховатость обрабатываемой поверхности не превышает требуемое значение $Ra = 6,3$ во всем диапазоне изменения исследуемых режимов резания. При фрезеровании баббита Б83, напротив, для ряда значений в изменяемом диапазоне режимов резания величина шероховатости поверхности существенно превышает допустимое значение.

Полученные результаты шероховатости обрабатываемой поверхности хорошо коррелируются с результатами измерения температуры резания. При фрезеровании бабби-

та Б16 температура резания не превышает 50°C , следовательно тепловой режим процесса резания способствует благоприятным условиям стружкообразования и формирования шероховатости поверхности. При фрезеровании баббита Б83 тепловой режим весьма напряженный, близкий к критическим значениям, а для ряда режимов, превышающий температуру размягчения, что создает условия для интенсивного процесса наростообразования и негативно сказывается на формировании шероховатости обрабатываемой поверхности.

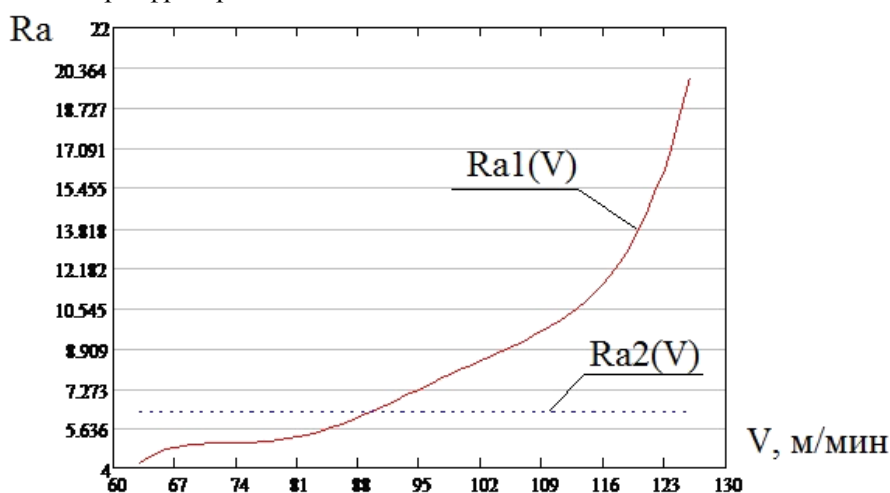


Рис. 5. Зависимость шероховатости поверхности от скорости при $s = 1,25$ мм/об, $t = 2$ мм

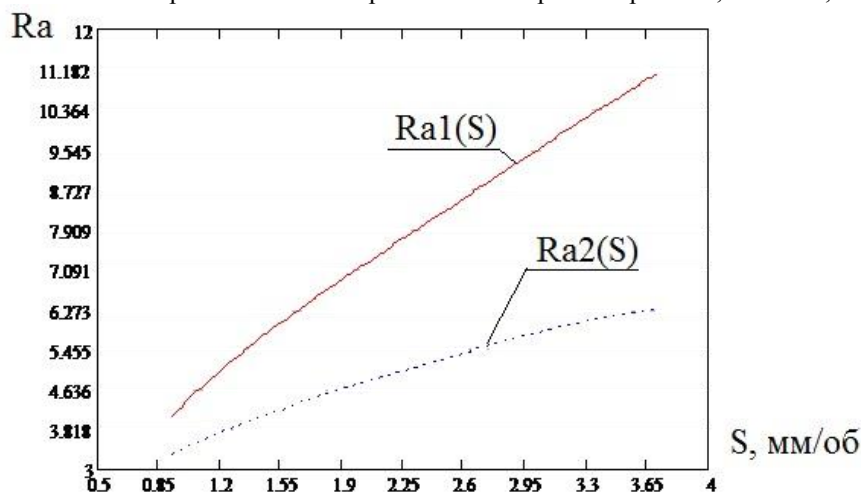


Рис. 6. Зависимость шероховатости поверхности от подачи при $v = 78$ м/мин, $t = 2$ мм

Анализируя графическую зависимость влияния скорости резания на шероховатость поверхности при фрезеровании баббита Б83 можно выделить 3 характерных участка кривой [6]: в интервале скоростей – до 80 м/мин, в интервале скоростей – 80...117 м/мин и в интервале – свыше 117 м/мин. В первом интервале относительно небольших скоростей шероховатость поверхности, так же, как и для фрезерования баббита Б16 практически не зависит от изменения скорости и сохраняет значение, близкое к посто-

янному. При переходе во второй интервал скоростей свыше 80 м/мин увеличение скорости начинает существенно влиять на формирование шероховатости поверхности, увеличивая ее значение. При переходе в интервал скоростей свыше 117 м/мин шероховатость поверхности критически возрастает с увеличением скорости. Полученные результаты имеют хорошую корреляцию с полученными значениями температуры резания и объясняют наличие трех характерных участков кривой: в интервале низких скоростей

температура резания не превышает 190°C , являясь допустимой для благоприятного формирования шероховатости поверхности; во втором интервале скоростей температура приближается к 220°C , интенсифицируя процессы наростообразования и негативно сказываясь на формирова-

нии шероховатости; в третьем интервале температура резания превышает 220°C , приближаясь к критическому значению размягчения баббита, что приводит к критическому росту шероховатости.

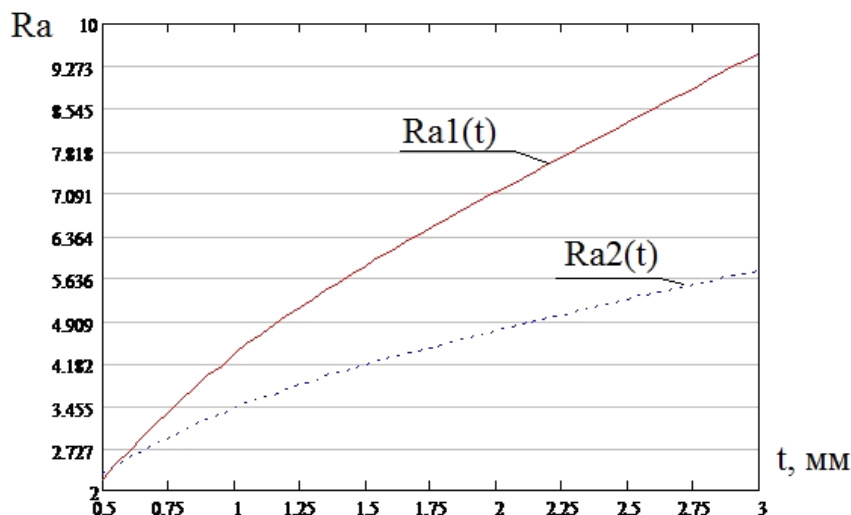


Рис. 7. Зависимость шероховатости от глубины резания при $v = 78$ м/мин, $s = 1,25$ мм/об

Увеличение значений подачи инструмента и глубины резания увеличивают значения шероховатости обрабатываемой поверхности для обоих марок баббита. Следовательно, влияние этих параметров в большей степени связано не с температурой резания [7], а с формированием сечения среза и упруго-пластическими деформациями материала. Зависимости изменения шероховатости поверхности от этих параметров близки к линейным.

Проведенные экспериментальные исследования позволили выявить характер влияния технологических параметров при фрезеровании баббитов на температуру в зоне резания и шероховатость обрабатываемой поверхности, что дает возможность обоснованно назначать технологические режимы для обеспечения благоприятных условий формообразования и требуемого качества поверхности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Щербаков С.В., Рогачев А.А., Ярмоленко М.А. Цветные металлы и сплавы: учеб.-метод. Пособие. М-во образования Респ. Бела-

рус, Беларус. гос. ун-т трансп. Гомель: БелГУТ, 2009. 86 с.

2. Сахаров Д.В., Дуюн Т.А. Методика определения жесткости фрезы, установленной в цанговый патрон при обработке нержавеющей сталей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. №2. С.97-99.

3. Шрубченко И.В., Мурыгина Л.В., Щетинин Н.А. Технологический процесс реконструкции бандажей типа «П» в тип «В» // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. №1. С.73-77.

4. Дуюн Т.А. Моделирование тепловых деформаций с целью обеспечения точности механической обработки // Вестник Брянского государственного технического университета. 2009. №2. С. 17–23.

5. Кувшинский В.В. Фрезерование. М., «Машиностроение», 1977. 240 с.

6. Неумоина Н.Г., Белов А.В. Тепловые процессы в технологической системе резания: Учеб. пособие // ВолгГТУ, Волгоград, 2006. 84 с.

7. Резников А.Н. Теплообмен при резании и охлаждение инструментов. М., Машгиз, 1963. 199 с.