

УДК 621.785.616.1

Влияние термической обработки на качество поверхности стальных фрезерованных заготовок

Левченков Данила Максимович^(*)

levchenkov.danila@yandex.ru

Гончаров Александр Александрович

al.goncharow@yandex.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В рамках работы исследуется влияние термической обработки на качество поверхности, полученной методом фрезерования, в зависимости от исходных значений параметров шероховатости и температуры выдержки. Проведен эксперимент, в ходе которого осуществлялись измерения исходных и полученных значений параметров шероховатости. По результатам эксперимента сделан вывод об отсутствии существенного влияния термической обработки на изменение параметров шероховатости.

Ключевые слова: шероховатость поверхности, среднее арифметическое отклонение профиля поверхности, высота неровностей профиля по десяти точкам, термическая обработка, объемная закалка, отпуск, режим термической обработки

The effect of heat treatment on milled surface quality

Levchenkov Danila Maksimovich^(*)

levchenkov.danila@yandex.ru

Goncharov Alexandr Alexandrovich

al.goncharow@yandex.ru

BMSTU, Moscow, Russia

Abstract. This paper is devoted to the study of the effect of heat treatment on the quality of a milled surface, depending on the initial values of the roughness parameters and the holding temperature. An experiment was conducted, during which the initial and obtained values of the roughness parameters were measured. Based on the results of the experiment, it was concluded that heat treatment does not have a significant impact on the change in the roughness parameters.

Keywords: surface roughness, average deviation of the surface profile, height of the profile irregularities at ten points, heat treatment, volumetric hardening, tempering, heat treatment mode

Введение. Исследование влияния термической обработки на качество поверхности заготовки в отдельности от размерной точности является актуальной задачей, решение которой позволит расширить область прогнозирования получаемых результатов и предоставит возможность повысить технико-экономические показатели технологического процесса изготовления детали с повышенными требованиями к качеству поверхностей, содержащего операции окончательной термической обработки, путем отказа от операций дополнительной механической обработки [1–3].

Известно, что термическая обработка не оказывает негативного влияния на изменение шероховатости поверхности заготовки, обработанной методом точения [2]. С увеличением температуры выдержки при отпуске и исходных значений параметров шероховатости Ra и Rz их значения после термической обработки изменяются на бóльшую величину. Таким образом, важной задачей в рамках исследования является сравнение степени влияния термической обработки на качество поверхностей заготовок, обработанных различными лезвийными методами.

Материалы и методы. Проведен эксперимент по термической обработке круглых стальных заготовок 40Х, 65Г, 45, 40Х13, 9ХС с пятью лысками, полученными фрезерованием по режимам, указанным в табл. 1, на фрезерном станке с ЧПУ КТМ торцевой фрезой $D = 40$ мм с четырьмя пластинами APMT1135PDER.

Термическая обработка полученных образцов, включающая объемную закалку и отпуск различных температур, осуществлялась по режимам, указанным в табл. 2 [4, 5]. Каждая сталь представлена пятью образцами, подвергнутыми отпуску по различным режимам.

Таблица 1

Режимы фрезерования образцов

Сталь	a_p , мм	a_e , мм	S_z , мм/зуб	n , об/мин	v , м/мин
40Х, 45	0,8	10	0,02; 0,04; 0,08; 0,1; 0,12	1200	150
40Х13, 65Г, 9ХС	0,8	10	0,02; 0,04; 0,08; 0,1; 0,12	800	100

Таблица 2

Режимы термической обработки образцов

Сталь	Объемная закалка			Отпуск		
	T , °С	τ , мин	Среда охлаждения	T , °С	τ , мин	Среда охлаждения
40Х	850	45	Масло	200, 300, 400, 500, 600	120	Воздух
45	850	45	Вода			
40Х13	1000	55	Масло			
65Г	800	45	Масло			
9ХС	850	45	Масло			

После отпуска заготовки были подвергнуты травлению в растворе серной кислоты (20 %) при температуре 20 °С в течение 10 мин.

С использованием контурографа M.ERA PLATINUM D1-1542 проводились измерения значения среднего арифметического отклонения профиля поверхности Ra , мкм, и высоты неровностей профиля по десяти точкам Rz , мкм, до и после каждого этапа эксперимента.

Результаты. По измеренным значениям параметров шероховатости до термической обработки (Ra_1 , Rz_1), после закалки (Ra_2 , Rz_2), после отпуска

(Ra_3 , Rz_3), после травления (Ra_4 , Rz_4) рассчитаны средние значения абсолютного изменения параметров шероховатости.

Графики средних значений абсолютного изменения параметров шероховатости после травления Ra_{Δ} и Rz_{Δ} в зависимости от исходной шероховатости поверхностей образцов рассматриваемых сталей представлены на рис. 1, 2, в зависимости от температуры выдержки при отпуске — на рис. 3, 4.

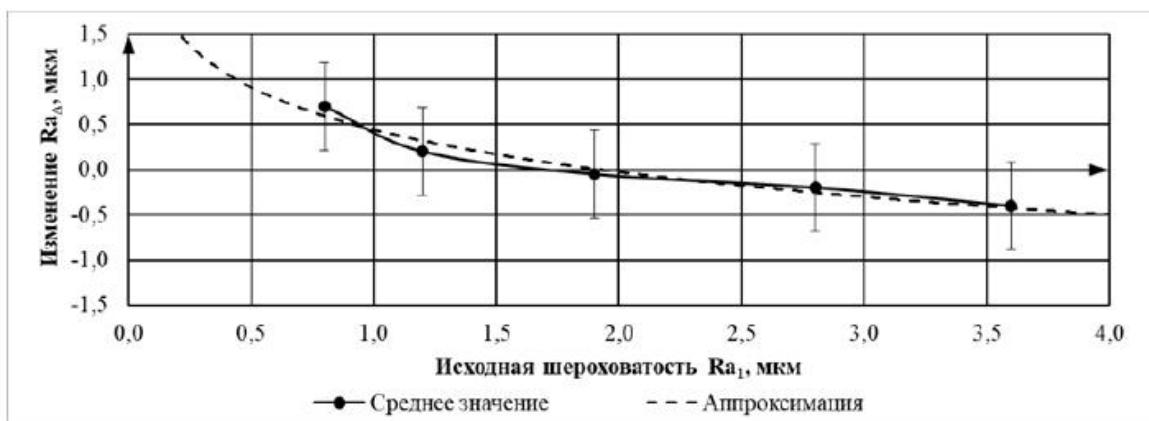


Рис. 1. График абсолютного изменения параметра Ra в зависимости от исходных значений



Рис. 2. График абсолютного изменения параметра Rz в зависимости от исходных значений

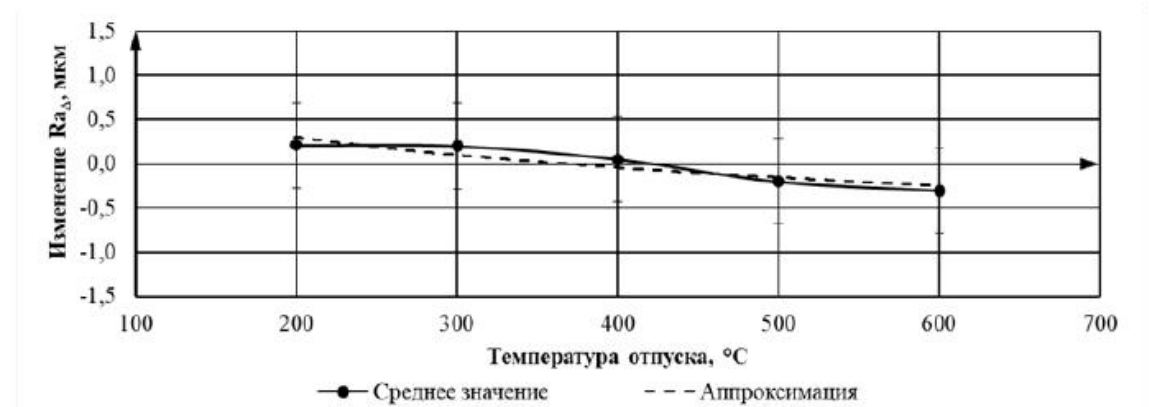


Рис. 3. График абсолютного изменения параметра Ra в зависимости от температуры отпуска

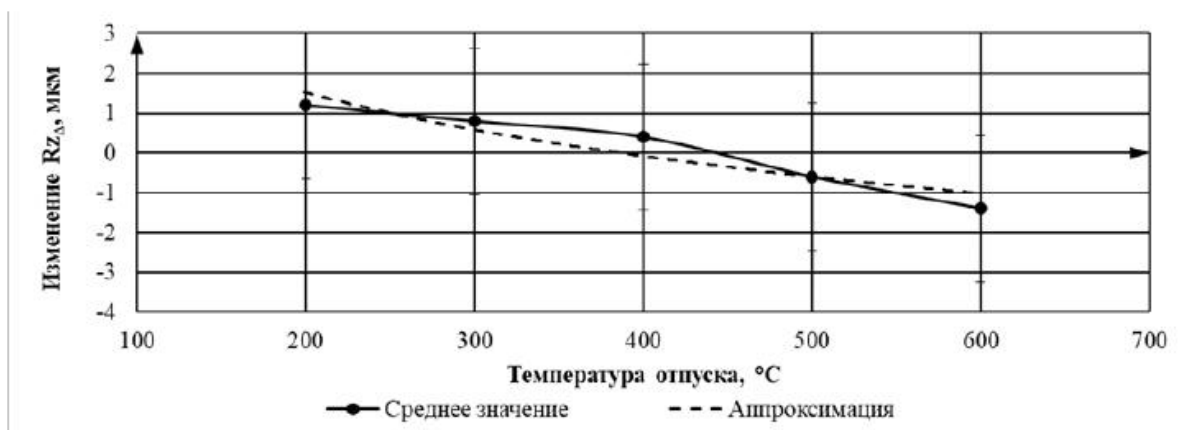


Рис. 4. График абсолютного изменения параметра Rz в зависимости от температуры отпуска

Обсуждение полученных результатов. В соответствии с полученными результатами эксперимента возможно сделать следующие выводы:

- с увеличением исходных значений параметров шероховатости Ra и Rz значения, приобретаемые после операции термической обработки, уменьшаются на бóльшую величину;
- с увеличением температуры выдержки значения параметров шероховатости Ra и Rz после термической обработки уменьшаются на бóльшую величину;
- влияние термической обработки на шероховатость поверхности является незначительным при низкотемпературных режимах и низких значениях исходной шероховатости;
- полученные зависимости применительно к образцам различных марок сталей имеют схожий характер;
- степень влияния термической обработки на шероховатость поверхностей не зависит от метода предшествующей лезвийной обработки.

Заключение. Таким образом, термическая обработка заготовок в виде объемной закалки и отпуска не оказывает существенного влияния на изменение параметров шероховатости фрезерованных поверхностей. Характер полученных экспериментальных зависимостей не имеет принципиальных отличий в сравнении с полученными ранее результатами для образцов, обработанных методом точения.

Список источников

- [1] Левченков Д.М. Исследование качества поверхности заготовки, подвергнутой термической обработке. *Студенческая научная весна: Машиностроительные технологии. Всерос. науч.-техн. конф.: матер.* URL: studvesna.ru?go=articles&id=3906 (дата обращения 01.06.2025).
- [2] Левченков Д.М. Влияние термической обработки на качество поверхности, полученной методом точения. *Будущее машиностроения России. XVII Всерос. конф. молодых ученых и специалистов (с междунар. уч.): сб. докл.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2025, т. 1, с. 75–78.

-
- [3] Левченков Д.М. Влияние термической обработки на шероховатость поверхности заготовки в зависимости от температуры выдержки. *Студенческая научная весна: Машиностроительные технологии. Всерос. науч.-техн. конф.: матер.* URL: studvesna.ru/go=articles&id=4339 (дата обращения 01.06.2025).
 - [4] Кубашевский О., Гопкинс Б.Э. *Окисление металлов и сплавов*. Москва, Металлургия, 1965, 428 с.
 - [5] Лахтин Ю.М., Рахштадт А.Г. *Термическая обработка в машиностроении: Справочник*. Москва, Машиностроение, 1980, 783 с.