

УДК 621.923

DOI 10.62595/1819-5245-2025-1-24-31

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА ПАРАМЕТРЫ КАЧЕСТВА ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ТОРЦЕВОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ

Э. Ш. ДЖЕМИЛОВ, Э. Р. ВАНИЕВ,
Р. М. ДЖЕМАЛЯДИНОВ, Э. Л. БЕКИРОВ

*Крымский инженерно-педагогический университет
имени Февзи Якубова, г. Симферополь,
Российская Федерация*

Представлены результаты исследования влияния смазочно-охлаждающих технологических средств при торцевом фрезеровании на отклонения параметров, определяющих точность обработки – плоскостность и прямолинейность, а также проведена оценка качества обработанной поверхности по критерию шероховатости.

Ключевые слова: торцевое фрезерование, смазочно-охлаждающие технологические средства, отклонение от плоскостности и прямолинейности, шероховатость поверхности.

Для цитирования. Исследование влияния смазочно-охлаждающих технологических средств на параметры качества обработанной поверхности при торцевом фрезеровании / Э. Ш. Джемилов, Э. Р. Ваниев, Р. М. Джемалыядинов, Э. Л. Бекиров // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2025. – № 1 (100). – С. 24–31. – DOI 10.62595/1819-5245-2025-1-24-31

STUDY OF THE INFLUENCE OF LUBRICATING AND COOLING TECHNOLOGICAL MEANS ON THE PARAMETERS OF THE PROCESSED SURFACE QUALITY DURING FACE MILLING

E. Sh. DZHEMILOV, E. R. VANIEV,
R. M. DZHEMALYADINOV, E. L. BEKIROV

*Crimean State Engineering Pedagogical University
named after Fevzi Yuakubov, Simferopol,
the Russian Federation*

The results of the study of the lubricating and cooling technological means influence during face milling on the deviations of the parameters determining the accuracy of processing – flatness and straightness are presented, and the quality of the processed surface is assessed according to the roughness criterion.

Keywords: face milling, lubricating and cooling technological means, deviation from flatness and straightness, surface roughness.

For citation. Dzhemilov E. Sh., Vaniev E. R., Dzhemalyadinov R. M., Bekirov E. L. Study of the influence of lubricating and cooling technological means on the parameters of the processed surface quality during face milling. *Vestnik Gomel'skogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni P. O. Sukhogo*, 2025, no. 1 (100). – С. 24–31. DOI 10.62595/1819-5245-2025-1-24-31

Введение

Основными характеристиками процесса торцевого фрезерования являются точность и качество обработанной поверхности, которые зависят от следующих факторов: конструкции, геометрии, состояния, способа крепления и материала инструментов, явлений стружкообразования, динамических явлений, применяемых смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС), режимов резания, точности и качества предварительно обработанной поверхности. Имеется ряд опубликованных работ [1–6], посвященных исследованию процесса фрезерования поверхностей, в которых освещены основные положения данной технологической операции, т. е. рассмотрены вопросы резания, явления стружкообразования, возникающие усилия, износ и стойкость инструмента, изучено влияние геометрических параметров инструмента, их крепление, характеристики применяемых режимов резания, влияние СОТС на процесс резания.

Эффективность металлообработки – это комплексный показатель, учитывающий в числе прочих условий и роль СОТС, их влияние на качество изделий [6, 7].

Современные СОТС – это неотъемлемая часть всего комплекса средств, обеспечивающих эффективную эксплуатацию металлорежущего оборудования. Поскольку в практике металлообработки условия резания различаются значительно, то, соответственно, применяется и большое число СОТС, подаваемых в зону резания.

В настоящее время являются актуальными исследования, определяющие влияние СОТС на точностные и качественные показатели обработанной поверхности торцевым фрезерованием.

Цель исследования – повышение качества и точностных характеристик обработанной детали на операции торцевого фрезерования конструкционной стали в зависимости от применяемой СОТС.

Исследование влияния СОТС на качество обработанной поверхности

Эксперименты проводились в условиях, которые были изложены в работе [8], посвященной определению контактных нагрузок при торцевом фрезеровании. Обработка проводилась на вертикально-фрезерном станке модели 6Р11. Режимы резания соответствовали производственным: $n = 400$ об/мин; $S = 0,35$ мм/об, $t = 1$ мм. Режущий инструмент – фреза торцевая насадная $\varnothing 100$ мм. Обработываемый материал – сталь 45 (НВ 229) по ГОСТ 1050-88. В качестве СОТС использовалось широко распространенное на машиностроительных предприятиях минеральное масло Shell и экологически безопасное растительное рапсовое масло, рекомендованное А. И. Алиевым по результатам проведенных им исследований [9]. Также проводилось торцевое фрезерование без СОТС.

Точность обработанной поверхности оценивалась двумя параметрами: отклонением от плоскостности и прямолинейности, значения которых определялись на поверочной гранитной плите с перемещением контролируемой поверхности по направляющему пазу относительно индикатора (рис. 1).



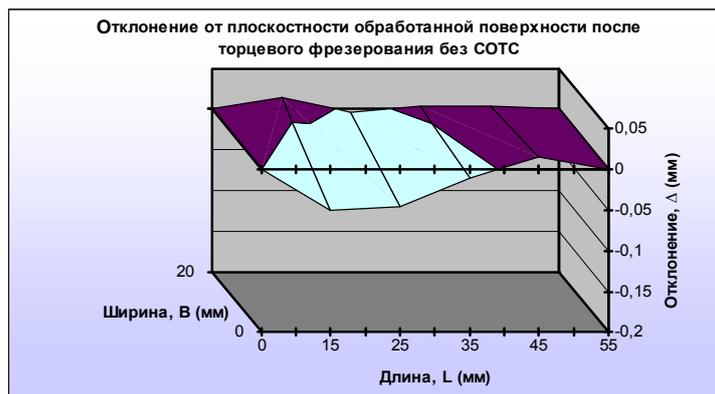
Рис. 1. Приспособление для измерения отклонений от плоскостности и прямолинейности

По результатам измерений поверхности после торцевого фрезерования (табл. 1) построены зависимости отклонений от плоскостности по длине обработки (рис. 2).

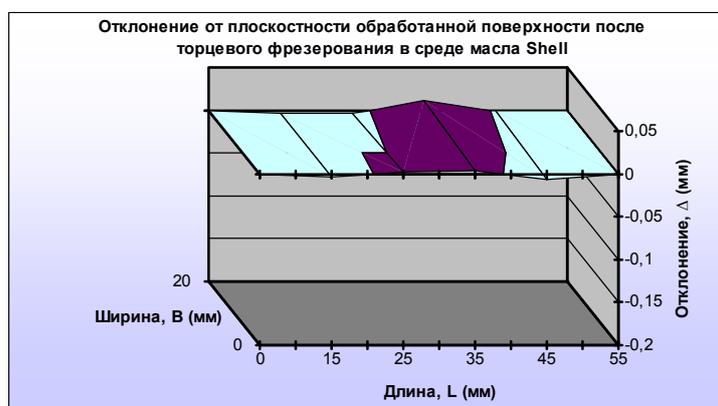
Таблица 1

Результаты измерения отклонений от плоскостности

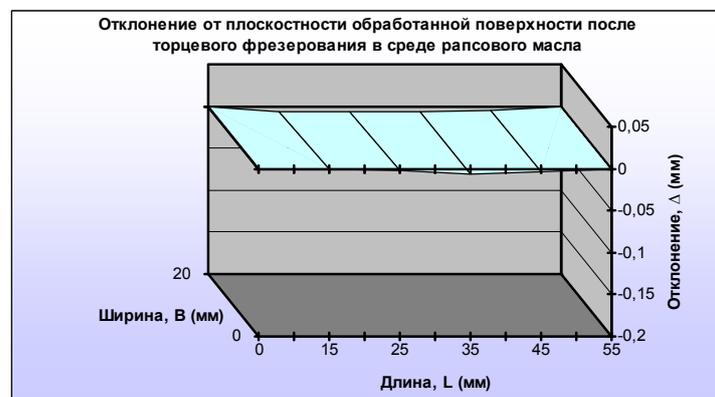
Длина, мм	Без СОТС		В среде масла Shell		В среде рапсового масла	
	Ширина, мм		Ширина, мм		Ширина, мм	
	0	20	0	20	0	20
0	0	0	0	0	0	0
15	-0,05	0,014	-0,003	-0,004	-0,001	-0,006
25	-0,045	-0,004	0,002	-0,004	-0,0028	-0,0068
35	-0,01	0,003	0,004	0,012	-0,0064	-0,0064
45	0,015	0,004	-0,006	-0,001	-0,003	-0,005
55	0	0	0	0	0	0



а)



б)



в)

Рис. 2. Отклонение от плоскости:
 а – после обработки без СОТС; б – после фрезерования с СОТС – масло Shell; в – после фрезерования с СОТС – масло рапсовое

Экспериментальные поверхности плоскостности показывают, что наилучший результат получен при фрезеровании с применением в качестве СОТС рапсового масла.

Результаты измерений прямолинейности после обработки фрезерованием в различных условиях приведены в табл. 2.

Результаты измерения отклонений прямолинейности
после обработки фрезерованием

Длина, мм	Отклонение, мм		
	Без СОТС	Масло Shell	Масло рапсовое
5	0	0	0
15	0,005	0,0048	0,0004
25	-0,001	0	-0,0008
35	0,005	0,0022	-0,0012
45	-0,003	-0,0016	-0,0026
55	0	0	0

По полученным данным были построены отклонения прямолинейности (рис. 3).

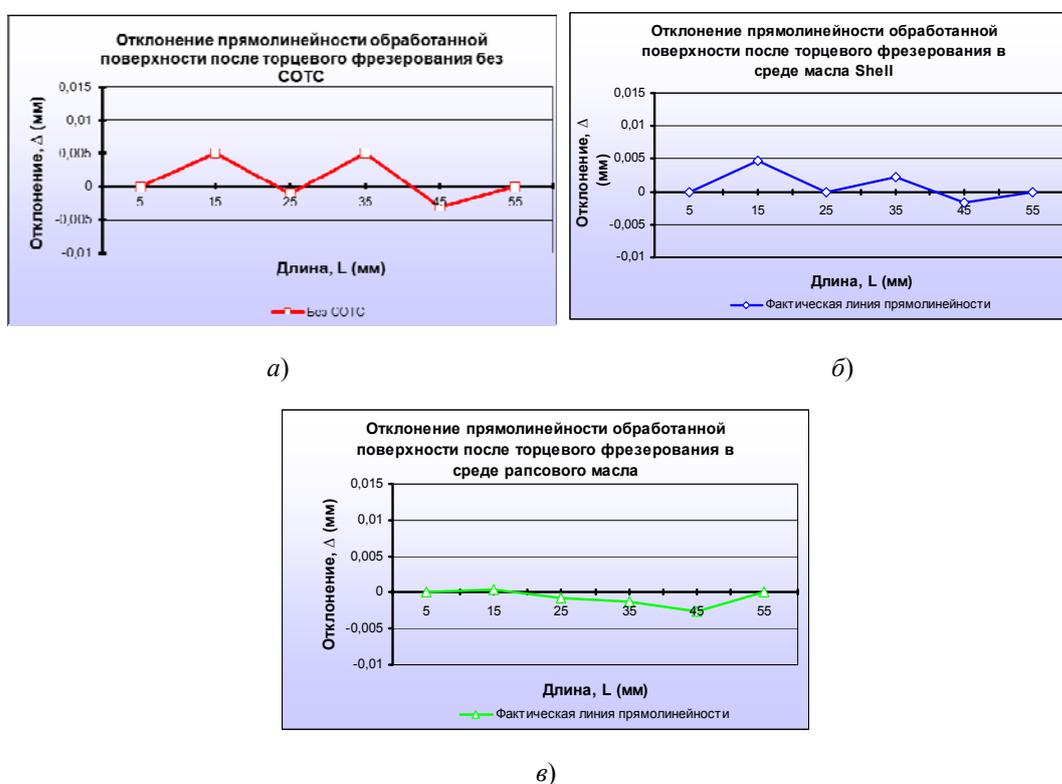


Рис. 3. Отклонение прямолинейности поверхности:
а – после обработки без СОТС; б – после фрезерования с СОТС – масло Shell; в – после фрезерования с СОТС – масло рапсовое

Экспериментальные линии прямолинейности показывают, что наилучший результат получен при фрезеровании с применением в качестве СОТС рапсового масла.

Формирование шероховатости обработанной поверхности

В процессе исследования микрогеометрии поверхности после фрезерования было определено, что параметры шероховатости переменны.

Для измерения шероховатости был использован портативный профилометр TR200 с программным обеспечением (рис. 4). В табл. 3 приведены средние результаты проведенных исследований. Измерения производились на четырех участках вдоль поверхности заготовки: первый участок – на расстоянии 15 мм от торца заготовки; второй участок – 25 мм; третий участок – 35 мм; четвертый участок – 45 мм.

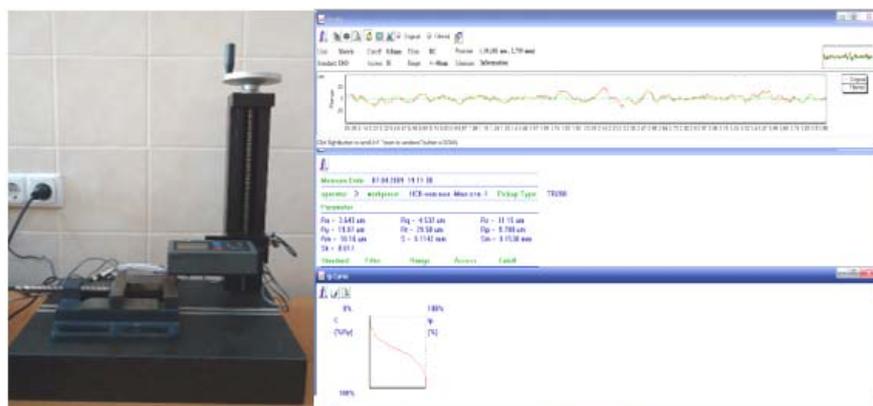


Рис. 4. Портативный профилометр TR200 с программным обеспечением

Таблица 3

Величина шероховатости после фрезерования

Инструмент	СОТС	Шероховатость Ra, мкм			
		Участок			
		1	2	3	4
Фреза торцевая	Без СОТС	2,392	2,354	2,507	2,218
	Масло Shell	1,890	2,101	2,344	1,766
	Масло рапсовое	1,632	1,322	1,406	1,328

На основании полученных данных построены графики шероховатости поверхности (рис. 5).

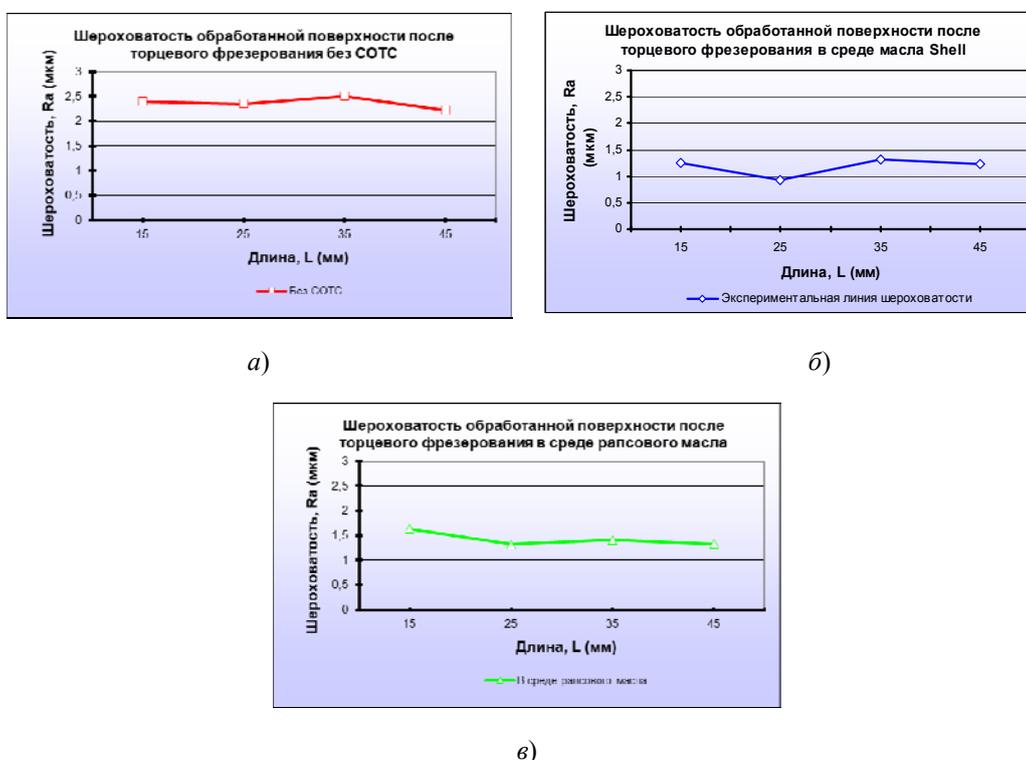


Рис. 5. Шероховатость обработанной поверхности: а – после обработки без СОТС; б – после фрезерования с СОТС – масло Shell; в – после фрезерования с СОТС – масло рапсовое

Результаты шероховатости обработанной поверхности (рис. 5) показывают, что рапсовое масло при торцевом фрезеровании создает благоприятные условия для уменьшения величины микронеровности.

Заключение

Проведенные исследования, характеризующие качество поверхности при фрезеровании поверхностей, показали, что:

- применение в качестве СОТС рапсового масла позволило уменьшить отклонение от плоскостности в 6,5 раза в сравнении с обработкой всухую;
- в сравнении с обработкой всухую при применении в качестве СОТС рапсового масла отклонение прямолинейности уменьшилось в 1,25 раза;
- параметры шероховатости поверхности составили: без СОТС – $R_a = 2,507 \div 2,218$ мкм; с маслом Shell – $R_a = 2,344 \div 1,766$ мкм; с рапсовым маслом – $R_a = 1,632 \div 1,322$ мкм.

Литература

1. Алехин, А. Н. Исследование процесса торцевого фрезерования инструментами с СМП с целью повышения производительности и точности обработки : автореф. дис. ... магист. : 55.29.05 / Алехин Алексей Николаевич ; Самар. гос. техн. ун-т. – Самара, 2009. – 20 с.
2. Бердичевский, Е. Г. Смазочно-охлаждающие средства для обработки материалов : справочник / Е. Г. Бердичевский. – М. : Машиностроение, 1984. – 224 с. : ил.
3. Латышев, В. Н. Повышение эффективности СОЖ / В. Н. Латышев. – М. : Машиностроение, 1975. – 88 с.
4. Маталин, А. А. Качество поверхности и эксплуатационные свойства деталей машин / А. А. Маталин. – М. : Машгиз, 1956. – 225 с.
5. Махнев, В. М. Исследование процесса резания сталей твердосплавными фрезами : дис. ... канд. техн. наук / В. М. Махнев. – Иркутск, 1961. – 225 с.
6. Якубов, Ч. Ф. Влияние растительных масел на характеристики процесса резания / Ч. Ф. Якубов. – Харьков : ХГПУ, 2001. – Вып. 60. – С. 262–265.
7. Повышение эффективности концевого фрезерования нержавеющей сталей с применением модифицированной смазочно-охлаждающей технологической среды / Э. Р. Ваниев, В. В. Скакун, Э. Ш. Джемилов, И. Д. Абдулкеримов // Известия высших учебных заведений. – Машиностроение. – 2021. – № 7. – С. 10–18. – DOI 10.18698/0536-1044-2021-7-10-18
8. Экспериментальные исследования влияния смазочно-охлаждающих технологических средств на контактные процессы при торцевом фрезеровании / Р. С. Сейдалиев, Р. Д. Курманов, А. А. Фукала, Э. Ш. Джемилов // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2024. – № 1 (96). – С. 23–28.
9. Алиев, А. И. Повышение работоспособности сложнопрофильного режущего инструмента за счет применения технологических сред растительного происхождения : дис. ... канд. техн. наук : 05.03.01 / Алиев Азиз Ибрагимович ; Крым. инженер.-пед. ун-т. – Симферополь, 2011. – 139 с.

References

1. Alekhin A. N. *Investigating the Tool Face Milling Process with NSR in order to increase productivity and accuracy of processing Abstract of the master's thesis*. Samara, Samarskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2009. 20 p. (in Russian).
2. Berdichevsky E. G. *Lubricating and cooling agents for material processing*. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1984. 224 p. (in Russian).

3. Latyshev V. N. *Increasing the efficiency of coolants*. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1975. 88 p. (in Russian).
4. Matalin A. A. *Surface quality and performance properties of machine parts*. Moscow, Mashgiz Publ., 1956. 225 p. (in Russian).
5. Makhnev V. M. *Study of the process of cutting steels with carbide cutters*. Irkutsk, 1961. 225 p. (in Russian).
6. Yakubov Ch. F. *Influence of vegetable oils on cutting process characteristics*. Kharkov, Khar'kovskii natsional'nyi pedagogicheskii universitet Publ., 2001, iss. 60, pp. 262–265 (in Russian).
7. Vaniev E. R., Skakun V. V., Dzhemilov E. Sh., Abdulkherimov I. D. Improving the efficiency of end milling of stainless steels using a modified cutting fluid. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii*, 2021, no. 7, pp. 10–18 (in Russian). DOI 10.18698/0536-1044-2021-7-10-18
8. Seidaliev R. S., Kurmanov R. D., Fukala A. A., Dzhemilov E. Sh. Experimental studies of the influence of lubricating and cooling technological means on contact processes during face milling. *Vestnik Gomel'skogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni P. O. Sukhogo*, 2024, no. 1, pp. 23–28 (in Russian).
9. Aliev A. I. *Increasing the performance of complex-profile cutting tools through the use of technological media of plant origin*. Simferopol, 2011. 139 p. (in Russian).

Поступила 06.12.2024 г.