

актуальность и выполнение необходимых требований действующего законодательства Республики Беларусь, выявление ее положительных и отрицательных сторон. Целью анализа действующей системы является выявление причин, из-за которых система менеджмента качества по той или иной характеристике перестает соответствовать требованиям.

По результатам анализа определяется необходимость создания инженерной составляющей системы менеджмента качества, построенной на принципах проектирования сложных систем.

В случае если обоснована необходимость, переходят к следующему этапу – адаптации подходов проектирования и формированию системы сбора и анализа данных на основе процессов, отвечающую критериям необходимости и достаточности.

Следующий этап – формирование концепции инженерной составляющей системы менеджмента качества с учетом особенностей, присущих инжиниринговым организациям в области

строительства и с устранением выявленных ранее недостатков и несоответствий.

Далее следует проверка адекватности и результативности разработанной концепции с последующим совершенствованием, при необходимости.

Таким образом, говоря о совершенствовании системы менеджмента качества строительных организаций, необходимо учитывать целый ряд этапов, каждый из которых имеет свои особенности и от которых зависит ее результативность и эффективность.

Из вышесказанного следует, что основной задачей является на основе системного и эмпирических подходов реализовать комплексный подход к методическому обеспечению всех этапов жизненного цикла системы менеджмента качества инжиниринговой организации с целью обеспечения инженерной составляющей системы менеджмента качества как основного элемента повышения конкурентоспособности компании и выведения ее из кризисного положения.

УДК 621.791

## ВЛИЯНИЕ ПРОТИВОЗАДИРНОЙ ПРИСАДКИ К МАСЛЯНОМУ ТУМАНУ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ 316 L ПОСЛЕ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ

Фельдштейн Е., Лексыцки К.

*Зеленогурский университет*

*Зелена Гура, Польша*

В медицине, кроме титановых и кобальтовых сплавов, части используются нержавеющие стали [1]. Среди них наибольший интерес представляет сталь 316 L. Это обусловлено ее высокими механическими и эксплуатационными характеристиками [2]. Нержавеющая сталь 316 L характеризуется высоким сопротивлением образованию трещин и сопротивлением коррозии [3]. Данный материал относится к группе труднообрабатываемых в связи с низким качеством обработанной поверхности, быстрым износом инструмента, низкой производительностью и высокой стоимостью обработки [4]. Это обусловлено высокой температурой в зоне резания [5]. Использование охлаждения масляным туманом (способ MQL) улучшает условия отвода теплоты [6] и снижает шероховатость обработанной поверхности [7].

В [8] оптимизировано условия обработки нержавеющей стали 316. Установлено, что оптимальным решением является обработка всухую. Основным фактором, влияющим на шероховатость, была подача (53.8%). Наименьшую шероховатость зарегистрировано при точении с минимальными подачами и глубинами резания. В [9] утверждается, что при точении нержавеющей стали 316 L всухую и в условиях масляного

тумана получены более низкие параметры шероховатости и волнистости поверхности, чем при использовании СОЖ. В [10] при обработке стали 316 L наблюдались меньшие уровни  $Ra$  и  $Rz$  и лучшее состояние обработанной поверхности при точении в масляном тумане по сравнению с точением всухую.

На основании изложенного можно принять использование масляного тумана для улучшения шероховатости обработанной поверхности как положительное решение. Однако, в последнее время предпринимаются попытки улучшения данной технологии путем использования дополнительных противозадирных (*EP – extreme pressure, англ.*) или противоизносных (*AW – antiwear, англ.*) присадок [5].

Целью исследований была оценка влияния противозадирной присадки в масляный туман на формирование шероховатости обработанной поверхности нержавеющей стали 316 L в условиях финишной обработки.

Для точения использовано непереключаемые пластины CoroTurn DCMX 11 T3 04-WM 1115, закрепленные в оправке CoroTurn SDJCR 2525M 11. Исследования выполнялись на токарном обрабатывающем центре CTX 510. Принята постоянная глубина резания 0,5 мм,

которая соответствует условиям финишной обработки. Скорость резания варьировалась в диапазоне 150–500 м/мин, подачи в диапазоне 0,05–0,4 мм/об.

Обработку выполняли в условиях минимальной смазки MQL (смесь сжатого воздуха и масла ECOCUT MIKRO 20 E) с присадкой противозадирной присадки на базе сложных фосфорных эфиров. Присадка обеспечивала снижение коэффициента трения и контроль теплообразования между контактными поверхностями [5]. Для генерирования масляного тумана использовалось устройство Mikronizer Lenox 1LN с постоянным расходом сжатого воздуха 5.8 л/мин и расходом масла 39.4 мл/ч.

Планирование экспериментов базировалось на способе PSI (*Parameter Space Investigation, англ.*). Данный способ обеспечивает планирование при минимизации количества точек измерений [11].

Измерения параметров шероховатости выполнялось цифровым микроскопом Keyence VHX-6000.

Результаты измерений параметров  $Ra$  и  $Rz$  шероховатости поверхности после финишного точения нержавеющей стали 316 L в условиях охлаждения масляным туманом и масляным туманом с присадкой EP подвергались статистической обработке при помощи пакета STATISTICA 13.3.

Изменение параметра  $Ra$  шероховатости поверхности в зависимости от скорости резания  $V_c$  и подачи  $f$  в условиях использования масляного тумана показано на рис. 1. Меньшие значения  $Ra$  наблюдаются в диапазоне меньших скоростей резания при средних уровне подач. Подобная картина характерна также для параметра  $Rz$ . Наоборот, большие значения параметров шероховатости наблюдались при меньших скоростях резания во всем диапазоне подач. При использовании чистого масляного тумана наблюдалась большая шероховатость по сравнению с туманом с противозадирной присадкой, т. е. можно утверждать, что присадка имеет положительное воздействие. Ее использование присадки обеспечило снижение шероховатости на 18 %–54 %.

На основании проведенных исследований влияния противозадирной присадки в масляный туман на шероховатость поверхности при финишной обработке нержавеющей стали 316 L установлено, что условиях обработки в среде масляного тумана меньшие значения параметров  $Ra$  и  $Rz$  наблюдаются в диапазоне средних скоростей резания и низких подач; использование присадки обеспечило снижение параметра  $Ra$  до ~ 54 %; наименьшее значение  $Ra$  при обработке в присутствии присадки составляет ~ 0.630 мкм.

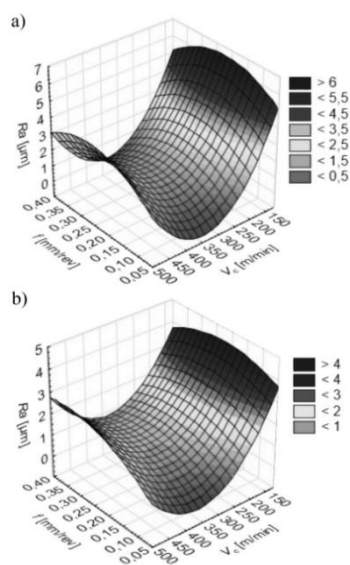


Рисунок 1 – Изменение параметра шероховатости  $Ra$  в зависимости от скорости резания  $V_c$  и подачи  $f$   
 а – обработка с масляным туманом, б – обработка с масляным туманом в присутствии присадки

#### Литература

1. Chen, Q., Thouas, G.A. Metallic implant biomaterials / Q. Chen, G.A. Thouas // *Materials Science and Engineering R*, – 2015. – Vol. 87. – P. 1–57.
2. The Design and Manufacture of Biomedical Surfaces / J.J. Ramsden [et al.] // *Annals of the CIRP*. – 2007. – Vol. 56. – P. 687–711.
3. Supriya, S.B., Srinivas, S. Machinability Studies on Stainless steel by abrasive water jet. Review / S.B. Supriya, S. Srinivas // *Materials Today: Proceedings*. – 2018. – Vol. 5. – P. 2871–2876.
4. Success story cutting / K. Wegener [et al.] // *Procedia CIRP*. – 2016. – Vol. 46. – P. 512–524.
5. Chip formation zone analysis during the turning of austenitic stainless steel 316L under MQCL cooling condition / R.W. Maruda [et al.] // *Procedia Engineering*. – 2016. – Vol. 149. – P. 297–304.
6. Hadad, M., Sharbati, A. Thermal aspects of environmentally friendly-MQL grinding process / M. Hadad, A. Sharbati // *Procedia CIRP*. – 2016. – Vol. 40. – P. 509–515.
7. High performance cutting of gamma titanium aluminides: Influence of lubricoolant strategy on tool wear and surface integrity / F. Klocke [et al.] // *Wear*. – 2013. – Vol. 302. – P. 1136–1144.
8. Bagaber, S.A., Yusoff, A.R. Multi-objective optimization of cutting parameters to Minimize power consumption in dry turning of stainless steel 316 / S.A. Bagaber, A.R. Yusoff // *Journal of Cleaner Production*. – 2017. – Vol. 157. – P. 30–46.
9. Wpływ chłodzenia i smarowania na wybrane cechy struktury geometrycznej powierzchni po toczeniu stali odpornej na korozję 00H17N14M2 / T. Leppert // *Obróbka skrawaniem. Wysoka produktywność / Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej; Red. P. Cichosz*. – Wrocław, 2007. – P. 244–253.

10. Maruda, R. / Chropowatość powierzchni stali austenicyznej 316L po toczeniu w warunkach chłodzenia metodą MQCL / R. Maruda // *Mechanik.* – 2016. – № 8/9. – P. 1058–1059.

11. Statnikov R.B., Matusov J.B. Multicriteria Analysis in Engineering / R.B. Statnikov, J.B. Matusov. – Dordrecht: Springer Science+Business Media, – 2002. – p. 250.

УДК 624.94

**ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ СЛИЧЕНИЙ  
СВЕТОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**  
Сернов С.П.<sup>1</sup>, Балохонов Д.В.<sup>1</sup>, Коничева Л.М.<sup>2</sup>, Тадеуш Н.Н.<sup>1</sup>, Колонтаева Т.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>ИЛ ОАО «Руденск»

Минск, Республика Беларусь

Одной из важнейших целей проведения межлабораторных сличений, является проверка квалификации участников.

Согласно СТБ П ISO/IEC 17043 «проверка квалификации – оценивание характеристики функционирования участника по заранее установленным критериям посредством межлабораторных сличений». Как известно процедура межлабораторных сличений состоит из двух этапов, первый из которых непосредственно связан с испытаниями, а второй с обработкой полученного статистического материала. При измерении «скалярных» величин проблем на обоих этапах не возникает, и для обработки результатов используется дисперсионный анализ с простейшими критериями качества. Этот подход был многократно и успешно опробован на примере лабораторий по анализу качества химических (в том числе пищевых) продуктов.

Однако данный подход при МЛС в для светотехнического оборудования транспортных средств, и прежде всего к оценке фар ближнего света приводит к некорректным результатам ввиду следующих причин:

1. Число лабораторий по сертификации светотехнических изделий слишком мало. Это не позволяет сформировать статистически-достоверную выборку результатов измерений стандартных образцов для МЛС.

2. В каждой из лабораторий имеются одинаковые по функциям, но различные по конструкции и характеристикам средства измерений фотометрических характеристик образцов. Это означает, что вне точек калибровки этих средств измерений их характеристики необязательно совпадают, что обуславливает дополнительную неопределенность при МЛС.

3. В программах МЛС не всегда оговариваются критерии оценки некоторых не относящихся к световым характеристикам образцов, или эти критерии разрабатываются самими лабораториями. Это не позволяет достоверно сравнить результаты измерений, так как у каждой лаборатории эти критерии свои.

4. В соответствии с Новым Глобальным подходом в работе TRANS.WP29.GRE, который предполагает замену всех существующих Правил ООН, определяющих требования и методики проведения испытаний светотехники, тремя Упрощенными правилами, основные световые характеристики светотехнического оборудования транспортных средств (особенно фар) должны быть представлены в виде двумерных пространственных распределений контрольных точек, каждая из которых имеет, как правило, одностороннюю границу. При этом важнейшая роль отводится определению характеристик светотеневого границы, ее резкости и пространственному смещению в пределах выбранного диапазона углов.

Очевидно, что значения фотометрических характеристик в контрольных точках будет зависеть от процедуры регулировки фар как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях. И результаты измерений световых характеристик в любой контрольной точке измерительного экрана в разных лабораториях будут различными, что неизбежно приводит к разбросу средних значений, получаемых в разных лабораториях. Определение средних межлабораторных значений с применением дисперсионного анализа в этом случае приводит к «необъяснимым» результатам. Это означает, что упрощенный дисперсионный анализ, предложенный для МЛС в стандартном регламенте, не позволит достоверно оценить качество измерений при МЛС в различных лабораториях, так как он не будет включать данные об измерении углов и об относительных размерах чувствительных элементов средств измерения в проверяемых лабораториях. Относительный размер чувствительного элемента средства измерения оказывает особенно сильное влияние на результат измерения значений силы света фар вблизи светотеневого границы, поскольку из-за различных относительных размеров чувствительного элемента средства измерения по сравнению с размером области светотеневого границы вполне возможно получение результатов измерений, отличающихся на порядок, просто