

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РЕЗА ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ТОНКОСТРУЙНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКЕ*

*А.А. ЛОКТИОНОВ, аспирант
(НГТУ, г. Новосибирск)*

Поступила 14 ноября 2013
Рецензирование 20 ноября 2013
Принята к печати 22 ноября 2013

Локтионов А.А. – 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20,
Новосибирский государственный технический университет,
e-mail: pushkin-lok@mail.ru

Проведены исследования по оценке качества реза листовых конструкционных материалов в части шероховатости поверхности после плазменной резки. Для исследования выбран листовой прокат из конструкционной стали марки Ст. 3 и предельные значения толщин (от 3 до 20 мм) исходя из условия его гарантированной пробивки и раскроя для технологий тонкоструйной плазменной резки HiFocus; HiFocus^{plus}; HiFocus F. Определены значения шероховатости поверхности реза для исследуемых технологий для различных толщин. Проведена сравнительная оценка шероховатости поверхности для отмеченных технологий. Выявлено наличие волнистости поверхности при использовании технологии раскроя HiFocus F, определены ее высотные и шаговые характеристики. Даны рекомендации по применению технологий тонкоструйной плазменной резки в зависимости от толщины и требуемой шероховатости поверхности реза.

Ключевые слова: тонкоструйная плазменная резка, рез, формообразование, точность, качество, волнистость поверхности, шероховатость поверхности.

Введение

В технологии машиностроения под качеством поверхности реза при термических способах раскроя понимают отклонение поверхности реза от перпендикулярности, шероховатость поверхности реза и зону термического влияния [1,2]. В общем случае для оценки геометрического состояния поверхности после механической обработки используется также характеристика волнистости. Под волнистостью поверхности понимают периодически возникающие неровности геометрической структуры поверхности [3].

Использование характеристик волнистости и шероховатости поверхности приемлемо и для

изучения топографии поверхности после тонкоструйной плазменной резки листовых материалов. Если для традиционных механических обработок данные параметры представлены в различных литературных источниках [4, 5], то в случае использования электрофизических технологий разделения листовых материалов, к которым относится тонкоструйная плазменная резка, такой информации крайне мало.

Вопросы отклонения поверхности реза от перпендикулярности были рассмотрены в работе [6] для различных технологий тонкоструйной плазменной резки. Данные исследования посвящены оценке шероховатости и волнистости поверхности для данных методов обработки.

* Исследования проведены при финансовой поддержке проекта, выполненного в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ в 2013 г. и в плановом периоде в 2013-2014 гг. (Шифр заявки 7.759.2011 «Повышение конструктивной прочности материалов конструкционного и инструментального назначения методами, основанными на высокоэнергетическом воздействии»).



Методика экспериментального исследования

Для проведения эксперимента был выбран листовой прокат из конструкционной стали марки Ст. 3 (ГОСТ 14637-89). Для технологии HiFocus толщина листового проката составляла 3, 5, 8 мм; для технологии раскроя HiFocus^{plus} – 4, 10, 20 мм, а для технологии HiFocusF – 3, 10, 20 мм. Диапазон толщин для отмеченных технологий был выбран исходя из условия гарантированной пробивки и раскроя материала для каждой из исследуемых технологий.

Расходные элементы плазматрона, применяемые газы и режимы обработки, а также методика получения образцов для отмеченных технологий соответствуют данным, приведенным в работе [6].

Для всех образцов исследование шероховатости осуществлялось по наружной поверхности реза при помощи комплекса для изучения топографии поверхности NewView 7300 (рис. 1). С целью получения достоверных данных на каждом образце для технологий тонкоструйной плазменной резки было произведено не менее трех измерений.

Для оценки волнистости поверхности использовался профилограф-профилометр модели 252.

Результаты и обсуждение

Результаты измерений шероховатости поверхности образцов для различных технологий раскроя листового материала приведены на рис. 2.

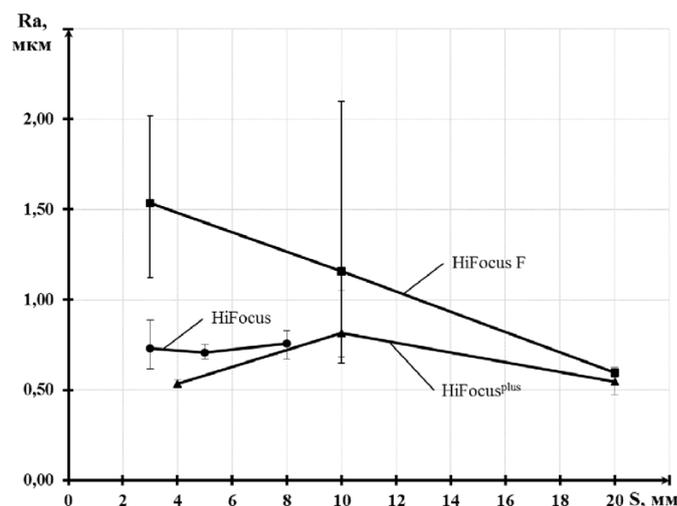


Рис. 2. Шероховатость поверхности

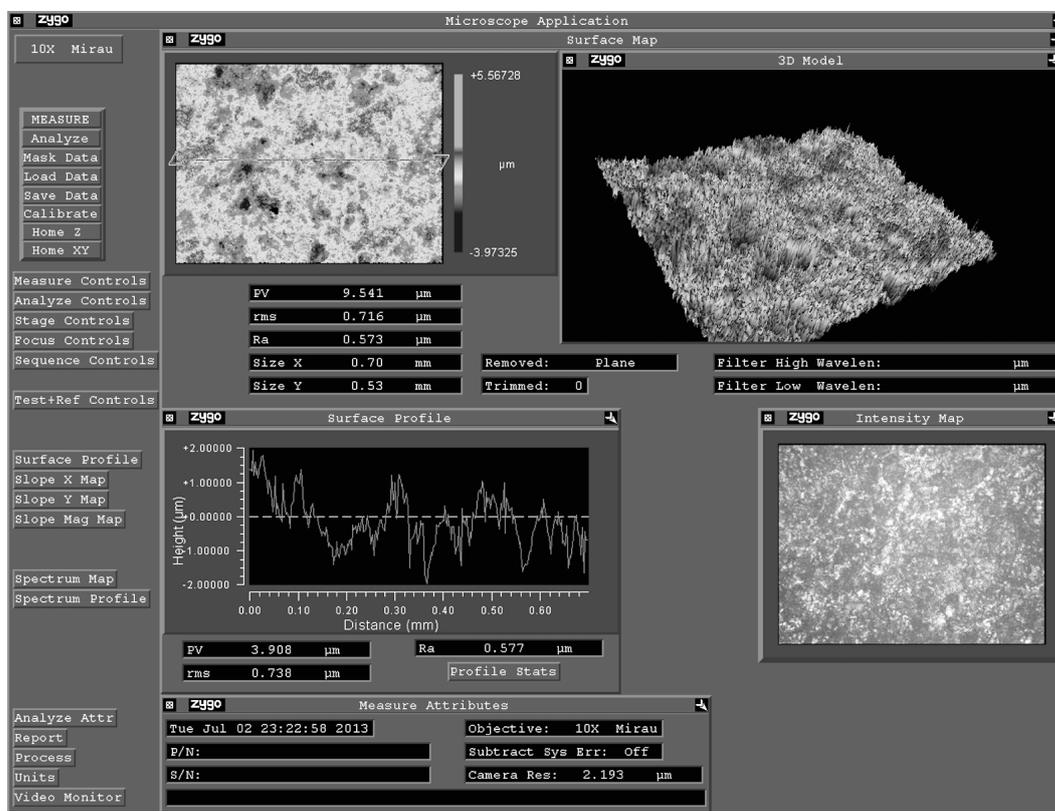


Рис. 1. Оценка шероховатости поверхности реза листового материала после тонкоструйной плазменной резки HiFocus F для толщины 20 мм, полученная на комплексе для изучения топографии поверхности NewView 7300

Анализ полученных данных показал, что наименьшее значение шероховатости поверхности соответствует технологиям раскроя HiFocus и HiFocus^{plus}. Причем для технологии HiFocus значение шероховатости поверхности практически неизменно во всем диапазоне разрезаемых толщин. Очевидно, это может объясняться, с одной стороны, газодинамикой процесса в зоне раскроя и равномерным удалением расплавленного материала из отмеченной области, а с другой – относительно узким диапазоном толщин (от 3 до 8 мм) разрезаемого материала, характерным для данной технологии плазменной резки.

В случае применения технологии HiFocus F шероховатость поверхности имеет наибольшие значения практически во всем диапазоне рассматриваемых толщин. Кроме того, для данной технологии наблюдается и значительный разброс показателей шероховатости поверхности. Для технологии HiFocus F в диапазоне толщин от 3 до 10 мм это связано, вероятно, с газодинамикой плазменного потока, поверхностным натяжением жидкой фазы, особенностью ее удаления из зоны реза, технологической системой и технологических параметров процесса обработки.

Возможным объяснением изменения газодинамики плазменного потока может служить различие в размерах выходного канала сопла, а также расход и давление продуваемых газов через него для отмеченных технологий. Так, для технологий HiFocus и HiFocus^{plus} размеры диаметра выходного канала сопла составляют величину 0,8 и 1,2 мм соответственно, а для технологии HiFocus F – 1,4 мм. Увеличение данного размера приводит, с одной стороны, к возможности пропускания больших токов, а следовательно, позволяет резать большие толщины, с другой – это приводит к нестабильности газодинамики в зоне реза и, как следствие, к повышению шероховатости поверхности.

Кроме этого для технологии HiFocus F на поверхности реза в диапазоне толщин от 3 до 10 мм наблюдается образование волнистости, фрагменты волн которых показаны на рис. 3 и 4. В этом случае при использовании комплекса для изучения топографии поверхности NewView 7300 результатом является значение шероховатости поверхности и волнистости. Для отдельной оценки волнистости поверхности применялся профилограф – профилометр 252 (рис. 5).

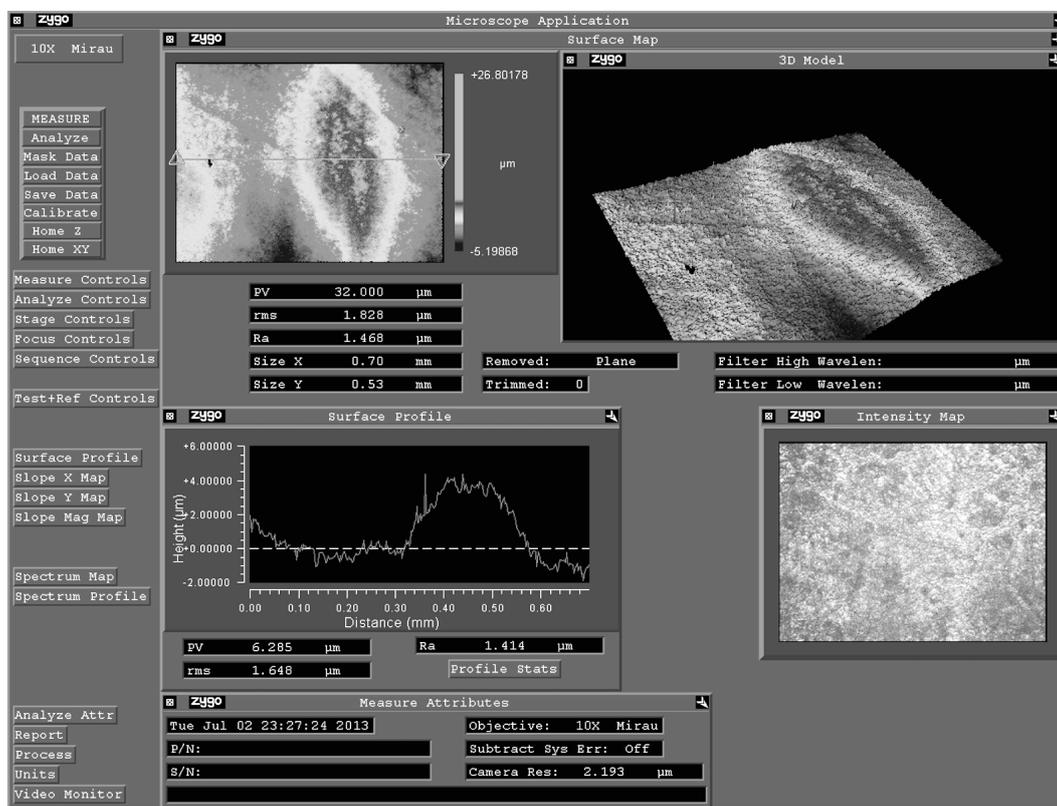


Рис. 3. Топография поверхности реза для технологии HiFocus F для толщины 3 мм

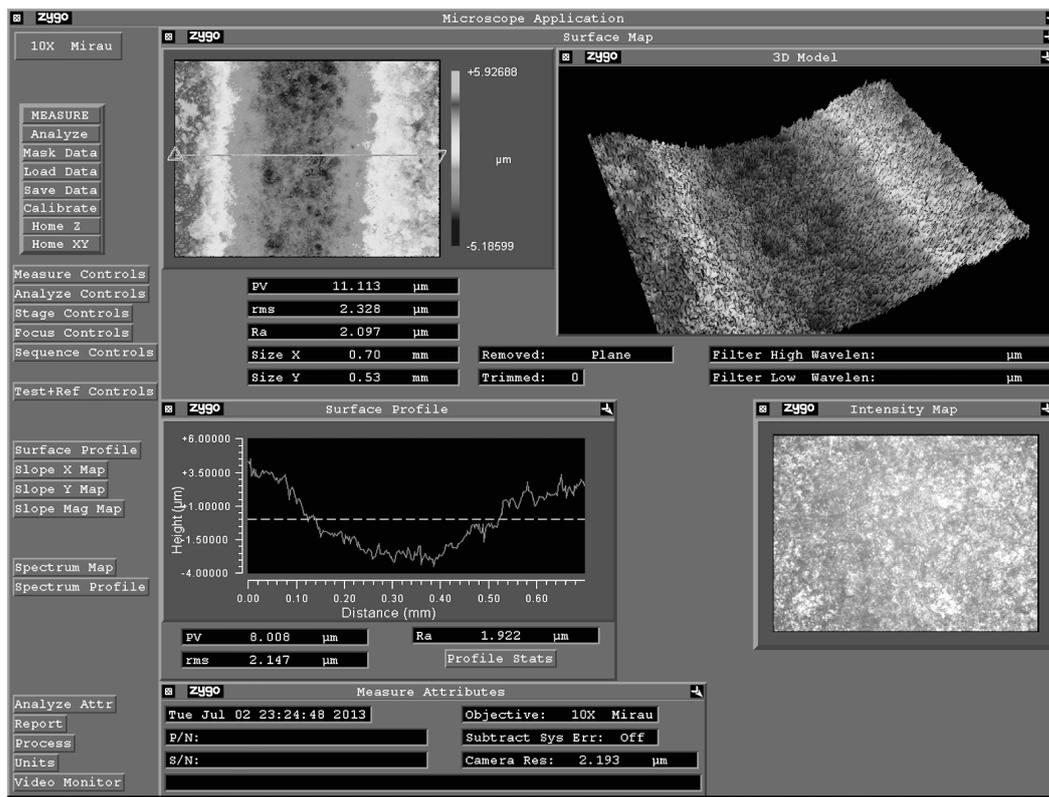


Рис. 4. Топография поверхности реза для технологии HiFocus F для толщины 10 мм

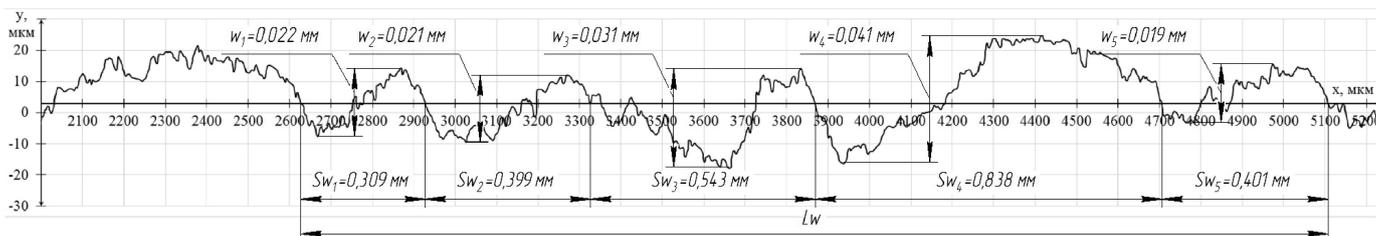


Рис. 5. Профиллограмма поверхности реза для технологии HiFocus F для толщины 3 мм

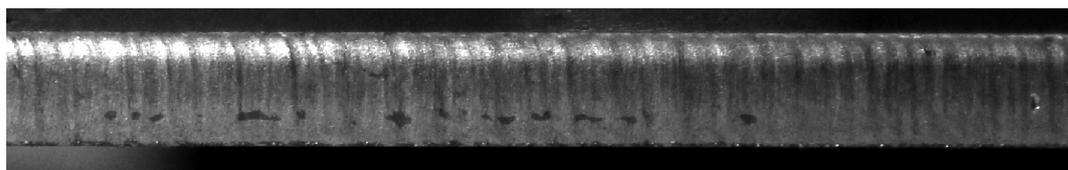


Рис. 6. Внешний вид реза для технологии HiFocus F при толщине 3 мм

Так, для технологии раскроя HiFocus F при толщине 3 мм высота волнистости w составляет 0,027 мм, при этом шаг волнистости Sw – 0,498 мм.

Наличие волнистости на поверхности реза наблюдается визуально (рис. 6).

Выводы

Таким образом, для технологий тонкоструйной плазменной резки значение шероховатости поверхности Ra находится в диапазоне от 0,5 мкм

до 2 мкм для всех исследуемых толщин. При этом наименьшие значения шероховатости соответствуют технологиям HiFocus и HiFocus^{plus}. На образцах, полученных при помощи технологии HiFocus F, наблюдается не только наибольшее значение шероховатости, но и величина волнистости поверхности реза. Следовательно, технологии HiFocus и HiFocus^{plus} можно рекомендовать в качестве окончательной обработки под последующую сборку изделий. В случае использования технологии HiFocus F необходимо введение последующей механической обработки.

Список литературы

1. *ISO 9013:2002* «Резка тепловая. Классификация резов, полученных тепловым способом. Геометрические характеристики изделий и допуски на характеристики».
2. *ГОСТ 14792-80*. Детали и заготовки, вырезаемые кислородной и плазменно-дуговой резкой.
3. *Рекомендации по стандартизации РС 3951-73* Волнистость поверхности. Термины и определения.
4. *Рахимянов Х.М.* Технология машиностроения. – Новосибирск: НГТУ, 2013. – 253 с.
5. *Кован В.М.* Расчет припусков на обработку в машиностроении. – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной и судостроительной литературы, 1953. – 208 с.
6. *Рахимянов Х.М.* Оценка геометрической точности реза листовых материалов при различных технологиях тонкоструйной плазменной резки / Х.М. Рахимянов, А.А. Локтионов, Ю.В. Никитин // *Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты*. – 2013. – № 3. – С. 25–30.
7. *Локтионов А.А.* Износ расходных элементов плазматрона при термической резке листового материала / А.А. Локтионов, Х. М. Рахимянов, А.И. Журавлев // *Жизненный цикл конструкционных материалов (от получения до утилизации): материалы докладов II Всерос. с междунар. участием науч.-техн. конф. (Иркутск, 25-27 апреля 2012 г.) / под ред. проф. С.А. Зайдеса*. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2012. – С. 61–65.
8. *Разновидности* катодов, применяемых для плазменной резки, и влияние степени износа их на точность формообразования / Х.М. Рахимянов, А.А. Локтионов // *Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе: материалы 10-й Всерос. науч. практ. конф., 28 марта*. – г. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. – С. 68–71.
9. *Моделирование* тепловых процессов тонкоструйной плазменной резки / А.Х. Рахимянов, С.В. Лунин, Х.М. Рахимянов // *Инновации в машиностроении: тр. 2-й междунар. науч.-практ. конф., Кемерово, 6–8 окт. 2011 г.* – Кемерово : Изд-во КузГТУ, 2011. – С. 161–165.
10. *Моделирование* процессов тонкоструйной плазменной резки для обеспечения точности формирования криволинейных контуров / Х.М. Рахимянов, А.И. Журавлев, А.А. Локтионов, А.Х. Рахимянов // *Научный вестник НГТУ*. – 2009. – № 4(37). – С. 123–134.
11. *Базров Б.М.* Основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 2005. – 736 с.

Obrabotka metallov

N 4(61), October–December 2013, Pages 86-91

Assessment a cut of quality of sheet materials in the conditions of high-precision plasma cutting

A.A. Loktionov

Novosibirsk State Technical University, Prospekt K. Marksa, 20, Novosibirsk, 630073, Russia

E-mail: pushkin-lok@mail.ru

Received 14 November 2013

Revised 20 November 2013

Accepted 22 November 2013

Abstract

The studies of assessment a cut of quality of sheet structural materials in terms of surface roughness after plasma cutting conducted are conducted. Sheet structural steel Ст 3 with thickness of 3...20 mm on the assumption of its guaranteed punching and further plasma cutting by HiFocus; HiFocusplus; HiFocus F is chosen. The values of processed surface roughness for cutting technologies studied for different thicknesses are specified. A comparative evaluation of the surface roughness for selected technologies is conducted. The presence of surface waviness when using cutting technology HiFocus F is revealed, high altitude and stepper waviness characteristics are defined. Recommendations

on the use of high-precision plasma cutting technology, depending on the desired thickness and roughness of processed surface are given.

Keywords: the high-precision plasma cutting, cut, forming, accuracy, quality, surface waviness, surface roughness.

References

1. ISO 9013:2002 *Rezka teplovaja. Klassifikacija rezov, poluchennyh teplovym sposobom. Geometricheskie harakteristiki izdelij i dopuski na harakteristiki* [Thermal cutting. Classification of thermal cuts. Geometrical product specification and quality tolerances], 2002. 35 p.
2. GOST 14792-80. *Detali i zagotovki, vyrezaemye kislorodnoj i plazmenno-dugovoj rezkoj* [State Standard 14792-80. Parts and workpieces made by oxygen and plasma cutting. Cut face accuracy and quality]. Moscow, Standartinform Publ., 1980. 7 p.
3. RS 3951-73 *Volnistost' poverhnosti. Terminy, opredelenija i parametry* [Recommendations Standardization 3951-73. Waviness of the surface. Terms, definitions and parameters]. Moscow, Standartinform Publ., 1973. 23 p.
4. Rahimjanov Kh.M. *Tehnologija mashinostroenija* [Mechanical Engineering]. Novosibirsk, NSTU, 2013. 253 p.
5. Kovan V.M. *Raschet pripuskov na obrabotku v mashinostroenii* [Calculation of machining allowances in mechanical engineering]. Moscow, Gosudarstvennoe nauchno-tehnicheskoe izdatel'stvo mashinostroitel'noj i sudostroitel'noj literatury, 1953. 208 p.
6. Rahimjanov Kh.M., Loktionov A.A., Nikitin Yu.V. *Obrabotka metallov (tehnologija, oborudovanie, instrumenty)*, 2013, no. 3, pp. 25-30.
7. Loktionov A.A., Rahimjanov H.M., Zhuravlev A.I. *Iznos rashodnyh jelementov plazmotrona pri termicheskoj rezke listovogo materiala* [Wear of consumable elements plasmatron at thermal cutting of a sheet material]. *Zhiznennyj cikl konstrukcionnyh materialov (ot poluchenija do utilizacii): materialy dokladov II Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii (s mezhdunarodnym uchastiem* [The life cycle of construction materials (from fabrication to utilization): Proceedings of the 2nd All-Russian scientific and technical Conference (with international participation)]. Irkutsk, ISTU, 2012, pp. 61-65.
8. Rahimjanov H.M., Loktionov A.A. *Raznovidnosti katodov, primenjaemyh dlja plazmennoj rezki, i vlijanie stepeni iznosa ih na tochnost' formoobrazovanija* [Varieties of the cathodes applied to a plasma cutting, and agency of their wear rate on exactitude of a morphogenesis]. *Problemy povyshenija jeffektivnosti metalloobrabotki v promyshlennosti na sovremennom jetape: materialy 10-oj Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Problems of increasing the efficiency of metal-working in the industry at the present stage: Materials of the 10th All-Russian scientific-practical conference]. Novosibirsk, NSTU, 2012, pp. 68-71.
9. Rahimjanov A.H., Lunin S.V., Rahimjanov H.M. *Modelirovanie teplovyh processov tonkostrujnoj plazmennoj rezki* [Modeling of thermal processes at the high-precision plasma cutting]. *Innovacii v mashinostroenii : trudy 2-oj mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference "Innovation in Engineering"]. Kemerovo, KuzSTU, 2011, pp. 161-165.
10. Rakhimyanov Kh.M., Zhuravlev A.I., Loktionov A.A., Rakhimyanov A.Kh. *Nauchnyj vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta*, 2009, no. 4(37), pp.123-134.
11. Bazrov B.M. *Osnovy tehnologii mashinostroenija* [Fundamentals of Mechanical Engineering]. Moscow, Mashinostroenie, 2005. 736 p.