

УДК 621.923

Ю.Г. Гуцаленко, В.В. Ивкин, А.В. Руднев, Харьков, Украина

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКОВ И ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННОГО РАЗВИТИЯ МОДЕЛЬНОГО РЯДА СТАНКОСТРОЕНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ АЛМАЗНО-ИСКРОВОГО ШЛИФОВАНИЯ**

*У статті представлено виконану в НТУ «ХПІ» розробку електронної конструкторської документації на модернізацію популярних в механообробних галузях промисловості пострадянського простору базових моделей кругло- і плоскошлифовального верстатів. Розробку доповнює запатентована пропозиція ізоляційних покриттів підвищеної зносостійкості для струмозахисту корпусу верстата в реалізації технології алмазно-іскрового шліфування з ініціацією електричних розрядів в зоні обробки. Визначено зарубіжні верстатобудівні підприємства потенційної першочергової зацікавленості у використанні презентованої комплексної розробки.*

*В статье представлена выполненная в НТУ «ХПИ» разработка электронной конструкторской документации на модернизацию популярных в механообрабатывающих отраслях промышленности постсоветского пространства базовых моделей кругло- и плоскошлифовального станков. Разработку дополняет запатентованное предложение изоляционных покрытий повышенной износостойкости для токозащиты корпуса станка в реализации технологий алмазно-искрового шлифования с инициацией электрических разрядов в зоне обработки. Определены зарубежные станкостроительные предприятия потенциальной первоочередной заинтересованности в использовании представленной комплексной разработки.*

*The article presents made in NTU "KPI" the development of electronic engineering design documentation for modernization of the base models of the cylindrical and surface grinders which are popular in machining processing industries on the post-Soviet space. The development is supplemented by patented proposal the insulating coatings with increased wear resistance for current protection of a machine housing in the implementation of diamond-spark grinding with the initiation of electrical discharges in the treatment area. There are defined the foreign machine tool enterprises with potential priority interest in the use of the represented complex development.*

**Введение.** Разработка метода алмазно-искрового шлифования (АИШ) со времени его основания выполняется в НТУ «ХПІ» более 40 лет [1] и является национальным приоритетом Украины. Этот метод является практически безальтернативной технологической идеологией эффективной обработки труднообрабатываемых токопроводящих материалов абразивным инструментом. Появление новых материалов повышенной функциональности, например, инструментального наноструктурного монокарбида вольфрама повышенной твердости по сравнению с традиционными твердыми сплавами, только подтверждает это, как

показывает собственный исследовательский опыт НТУ «ХПИ» [2]. Однако в трудный для науки и промышленности Украины постсоветский конверсионный, а теперь еще и мировой кризисный период, проявления которого в Украине ныне крайне обострены ее вовлечением в геополитические противостояния с неподдающимися оценке потерями людских и материальных ресурсов в региональном театре военных действий на собственной территории, научные исследования в этом направлении и освоение метода промышленностью, за редкими исключениями, почти прекратились. К тому же все предприятия-производители начальных партий специальных станков для реализации метода [1], кроме Мукачевского завода заточных шлифовальных станков, находятся за пределами Украины. Поэтому прогрессивный метод АИШ вошел сейчас в постоянную практику только немногих отечественных предприятий.

Именно преодолению этой ограниченности через формирование и донесение до потенциальных потребителей в реальном секторе экономики технологических основ и инвестиционной привлекательности АИШ в контексте вызовов современности, совместно с разработкой предложений по модернизации существующих универсальных станков для его реализации, посвящена выполненная в НТУ «ХПИ» в 2013-2014 гг. прикладная НИР «Разработка технических решений специальной модернизации универсальных станков и технологических баз данных для алмазно-искрового шлифования труднообрабатываемых материалов» [3]. Функциональным и эксплуатационным назначением применения разработанной по [3] модернизационной конструкторской документации (КД) является подготовка универсальных шлифовальных станков к включению в электрическую цепь нагрузки автономного генератора электрической энергии шлифовального круга и обрабатываемой заготовки в процессе резания-шлифования с обеспечением токозащиты корпуса шлифовального станка.

Разработка электронной КД на модернизацию универсальных станков для реализации АИШ создает предпосылки для малозатратной модернизации существующего парка шлифовальных станков, в том числе морально устаревших, в высокоэффективное, прогрессивное оборудование с расширенными технологическими возможностями.

Весомость потенциально вовлекаемой в такую модернизацию части станочного парка в Украине и заинтересованность внешнего рынка определяются наличием большого количества промышленных предприятий (машино-, приборостроительные, оборонные и другие), на которых происходит обработка шлифованием изделий из труднообрабатываемых материалов.

Операции шлифования, в особенности круглого наружного и плоского периферией круга, используются практически на всех машиностроительных предприятиях, поэтому рынок сбыта разработанной КД может быть очень

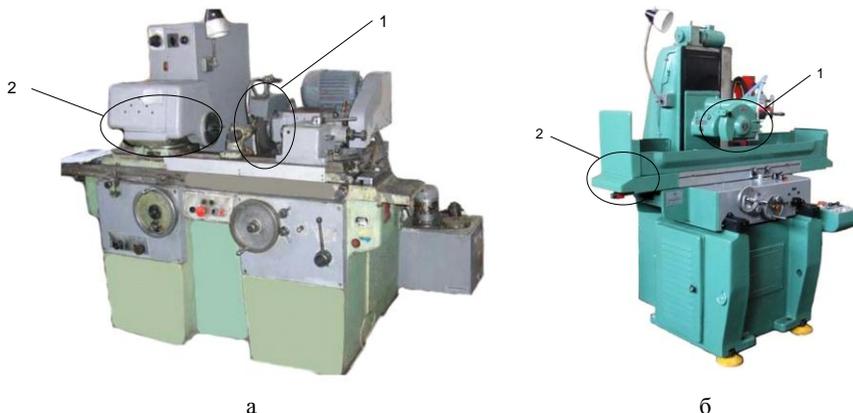
большим. Удельный вес шлифовальных станков в общем объеме металлорежущего оборудования постоянно возрастает и достигает, например, в подшипниковой промышленности и на автозаводах западных стран 80%. При этом массивы численности кругло- и плоскошлифовальных станков примерно одинаковы [4].

**Цель и задача.** Авторы преследуют цель рыночной популяризации возможности и доступности специальной модернизации универсальных станков для АИШ как в условиях потребителей этих станков, так и в условиях их производителей с учетом последних современных наработок в *alma mater* метода – НТУ «ХПИ». Ближайшей задачей в контексте этой цели, решаемой представленным авторами обзором, является информирование промышленников и исследователей о конкретных объектах приложения выполненной по [3] разработке электронной КД, как уже эксплуатируемых механообрабатывающими предприятиями, так и находящихся в станкостроительном производстве.

**Базовые станки прямого применения модернизационной КД в обрабатывающей промышленности.** Базовыми моделями разработки КД для практической реализации АИШ на универсальных кругло- и плоскошлифовальных станках приняты популярные в механообрабатывающих отраслях промышленности станки соответственно модели 3Б12 (рис. 1, *а*), предназначенный для шлифования наружных и внутренних цилиндрических поверхностей в условиях индивидуального и мелкосерийного производства [5], и модели 3Г71 (рис. 1, *б*), предназначенный для высокоточного шлифования плоских поверхностей периферией круга [6].

Общие виды станков представлены на рисунке 1 с выделением узлов модернизации. Следуя технологической идее метода АИШ [7, 8], конструкторская модернизация затрагивает шпиндельные узлы станков – токозащита корпуса станка при включении в электрическую цепь токоподвода в зону резания инструмента, установочные места которого на планшайбе и участок контакта на внешнем фланце защищены специальной электроизоляцией, и организация места закрепления защищенного специальными крышкой и колпаком щеточного контактного устройства, заключающего анодный вывод от генератора электрической энергии (зона 1 на рис. 1, *а, б*), и место расположения устройства для закрепления проводного контакта, заключающего катодный вывод от того же генератора на включение заготовки в эту электрическую цепь через защищенный специальным кожухом узел токоподвода к ее посадочному месту (зона 2 на рис. 1, *а, б*).

Пакет КД на модернизацию для практической реализации АИШ универсального кругло-/плоскошлифовального станка включает 20/14 чертежей, в том числе 4/2 сборочных [3].



*Универсальные станки:*

а – круглошлифовальный, модель 3Б12;

б – плоскошлифовальный, модель 3Г71

*Узлы модернизации:*

1 – шлифовальная бабка со шпинделем шлифовального круга;

2 – передняя бабка со шпинделем заготовки (3Б12) или стол для крепления магнитного стола или приспособления для крепления заготовки (3Г71, выделен фрагмент стола в зоне левого торца с привернутым к нему крылом, на котором установлен защитный щиток)

Рисунок 1 – Общий вид узлов модернизации универсальных шлифовальных станков

**Станки прямого применения модернизационной КД в станкостроительной промышленности.** Современные производители станка модели 3Б12 и последующей ее модификации с незначительным усовершенствованием эстетического вида, эргономики и системы ручного управления станком – Армения (модель 3Б12, см. рис. 1, а) и Литва (модель 3U12RA, рис. 2, а). В Армении – АООТ «Шлифстанок», г. Гюмри (предприятие более известно как Ленинанканский завод шлифовальных станков; на постсоветском рынке представлено специализированной ассоциацией [9], объединяющей ведущих производителей, поставщиков и потребителей промышленного оборудования, отраслевых высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов). В Литве – АО «Вингрэй», бывший станкозавод «Комунарас», известный в ряду ведущих в Восточной Европе производителей широкоуниверсальных фрезерных станков [10]. Включение шлифовальных станков в производственную номенклатуру АО «Вингрэй» связано с объединением в 1998 г. с заводом «Шлифавимо стаклес», более известным как Вильнюсский завод шлифовальных станков.



а



б

- а – круглошлифовальный, модель 3U12RA (Вингрий);  
б – плоскошлифовальный, модель 3Д711АФ (Белстанкоинструмент)

Рисунок 2 – Общий вид универсальных шлифовальных станков прямого применения модернизационной КД в станкостроительной промышленности

Разработанную КД на модернизацию универсального круглошлифовального станка 3Б12 [3] и ее последующие адаптации для практической реализации АИШ на других станках того же модельного ряда целесообразно включать в состав последующих переизданий руководства по эксплуатации [5] и ему подобных, с расположением после разделов, содержащих спецификацию и чертежи запасных деталей, перечень которых в поставочной комплектации станка также включает детали шпиндельного узла, ответственных рабочих контактов и с ограничительной функцией: стальной – 38ХЮА – шпиндель, бронзовые кольца, резиновые уплотнительные манжеты и др. [5].

Сегодня производитель базовой модели 3Г71 (ОАО Станкозавод «Красный борец» – холдинг «Белстанкоинструмент») выпускает ее современные аналоги – это станки моделей 3Д711АФ и 3Д711ВФ [11]. В таблице приведены основные характеристики этих станков.

Из табл. следует, что по геометрическим характеристикам форморазмерно и установочно зависимого узла модернизации, каким в случае плоскошлифовального станка является шпиндельный узел, модель 3Д711АФ является более близким конструктивным аналогом разработанному инновационному конструкторскому решению для рассматриваемого

модельного ряда с базовой моделью 3Г71. Причем в этом случае, в контексте рекомендаций производителю, сформулированных выше в отношении использования разработки КД на модернизацию универсального круглошлифовального станка 3Б12, доработка выполненной разработки КД по плоскошлифовальному станку [3] не требуется ни для совершенствования в условиях производителя, ни для предложения такого совершенствования (под возможность АИШ) в условиях потребителя.

Таблица

Технические характеристики		Модель станка		
		3Г71	3Д711АФ	3Д711ВФ
Диапазон шлифования, мм		200x630	270x450	240x630
Размеры рабочей поверхности стола, мм		200x630	200x450	200x630
Рабочие подачи	стола, мм	5...20	1...25	2...35
	суппорта, мм/ход.	0,2...4	0,3...20	0,3...40
	шлифголови, мм	0,005...0,05	0,002...0,04	0,002...0,08
Частота вращения шпинделя, об/мин		2680	2250	2230
Мощность главного привода, кВт		2,2	2,2	4,0
Размеры шлифовального круга, мм		250x32x76	250x32x76	300x76x40...63
Наибольшая масса устанавливаемой заготовки, кг		100	220	250
Габариты, мм	длина	630	1600	2595
	ширина	200	1680	1775
	высота	320	1540	2035
Масса, кг		2000	1740	2950

Обобщения и выводы. Разработка КД на модернизацию универсальных станков для реализации АИШ по [3], впервые выполненная в электронном виде (в современной программной среде САПР Аскон Компас-3Д v.15), в техническом плане принципиально отличается от более ранних эксклюзивов, характерно представленных [8], прежде всего конструкторским решением токоподвода к обрабатываемой заготовке и соответствующего схеме этого токоподвода обеспечения токозащиты корпуса станка в его зоне (зона 2 на рис. 1, а, б). В известных предшественниках разработанной по [3] КД в сопроводительных описаниях встречаются указания по этому поводу общего порядка, но строгие (чертежные) решения необходимой модернизации этой зоны не рассматриваются. Важно и то, что в нынешнюю разработку гибко вписывается разработанное и запатентованное

НТУ «ХПИ» предложение изоляционных покрытий повышенной износостойкости для токозащиты корпуса станка в реализации технологий АИШ [12]. При этом выполненная комплексная разработка и в целом, и во всех своих частях по отношению к постмодернизационной состоятельности технических возможностей базовых моделей станков по уровню требований к условиям эксплуатации, функциональным характеристикам, надежности и безопасности в полной мере исповедует восходящую к предтечам новой эры человеческой цивилизации и перекликающуюся с ключевыми определителями современного авангардного (шестого) технологического уклада [13] *bio-cogno* сентенцию *primum non nocere* – прежде всего не навреди. Применение модернизационных приспособлений по разработанной КД, например, не создает препятствий автоматической блокировке подачи технологического тока и охлаждающей жидкости в рабочую зону после выхода шлифовального круга из обрабатываемой заготовки; не исключает, усложняет или ограничивает применимость станка для шлифования круглых наружных поверхностей к обработке внутренних поверхностей с помощью комплектующей специальной оснастки; и т. д.

В контексте дополнений вышеупомянутых ключевых определителей шестого технологического уклада до их известного квартета, АИШ им (*nano-info* [13]) органично по своей и информационной емкости, и потенциальной тонкости преобразований, особенно с учетом высокоскоростных перспектив с включением в массотрансформацию изменений состояния частиц атомно-молекулярного уровня [14].

Объектами прямого применения на механообрабатывающих предприятиях КД на модернизацию универсальных станков для реализации АИШ, разработанной по [3], являются усовершенствованные приспособления круглошлифовального станка модели ЗБ12 и плоскошлифовального станка модели ЗГ71 для реализации на них рабочих процессов обработки круглых наружных (цилиндрических и конических, модель ЗБ12) и плоских (модель ЗГ71) поверхностей.

Выполненная разработка КД может быть также предметом неисключительной лицензии в первую очередь предприятиям-производителям с теми же базовыми моделями станков – армянскому АООТ «Шлифстанок», литовскому АО «Вингряй» (модель ЗБ12 и последующая ее литовская модификация с незначительным усовершенствованием эстетического вида, эргономики и системы ручного управления станком – модель ЗУ12РА), белорусскому ОАО Станкозавод «Красный борец» в составе холдинга «Белстанкоинструмент» (модель ЗД711АФ – ближайший конструктивный аналог модели ЗГ71).

Выполненная разработка КД предоставляет этим предприятиям (АООТ «Шлифстанок», АО «Вингряй», холдинг «Белстанкоинструмент») возможность конструкторски обеспеченного развития модельного ряда

выпускаемого оборудования, расширения его технологических возможностей, в том числе поставкой по специальному заказу за отдельную плату вместе со станком соответствующей модернизационной оснастки, и (или) предоставления потребителям выпускаемых станков разработанных в НТУ «ХПИ» спецификаций и чертежей этой модернизации, в том числе их включением в состав руководств по эксплуатации.

Заклучение. Обострение кризисных явлений в условиях глобальной конкуренции товаров особенно стимулирует как заинтересованность производителей в энергоэффективных производственных технологиях высококачественной обработки с одновременной правкой инструмента в применениях современных алмазных шлифовальных кругов на металлических связках, так и пользователей к повышению их функционально-эксплуатационных показателей. Метод АИШ как технологическая парадигма по обем группам требований (производителей и пользователей продукции) бесспорно отработает инвестиции в свое дальнейшее развитие, поддержанное впервые созданной электронной КД по модернизации универсальных шлифовальных станков для его расширенной реализации.

**Список использованных источников:** 1. *Гуцаленко, Ю. Г.* Алмазно-искровое шлифование : обзор сорокалетия разработки харьковской научной школы физики процессов резания / *Ю. Г. Гуцаленко* // Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве : Тр. 18-й междунар. науч.-практ. конф., 5-6 дек. 2012 г. – Харьков : ГП ХМЗ «ФЭД», 2012. – С. 79-88. 2. *Стрельчук, Р. М.* Визначення особливостей та раціональних умов алмазно-іскрового шлифування твердих сплавів з нанорозмірних зерен монокарбїду вольфраму : Дис. ... канд. техн. наук : 05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати та інструменти / *Р. М. Стрельчук*; Нац. техн. ун-т «Харк. політехн. ін-т». – Х., 2011. – 193 с. – Рос. мовою. 3. Разработка технических решений специальной модернизации универсальных станков и технологических баз данных для алмазно-искрового шлифования труднообрабатываемых материалов: Отчет о НИР (заклучит.) / Нац. техн. ун-т «Харк. політехн. ін-т»; рук. *А. Грабченко*, отв. исп. *Ю. Гуцаленко*. – Харьков, 2014. – 518 с. – № ГР 0113U000425. – Инв. № 0215U001303. 4. *Переверзев, П. П.* Теория и методика расчета оптимальных циклов обработки деталей на круглошлифовальных станках с программным управлением : Дис. ... д-ра техн. наук : 05.02.08 – Технология машиностроения / *П. П. Переверзев*; Южно-Урал. гос. ун-т. – Челябинск, 1999. – 295 с. 5. 3Б12 : Универсальный круглошлифовальный станок : Руководство по эксплуатации. – М. : Внешторгиздат, [между 1980 и 1990]. – 84 с. 6. Универсальный плоскошлифовальный станок высокой точности с горизонтальным шпинделем и прямоугольным столом : Модель 3Г71 : Руководство по эксплуатации [3Г71.00.000.РЭ]. – Минск : Изд-во «Польмя», 1975. – 48 с. 7. Семко, М. Ф. Способ абразивной обработки металлов : а. с. № 494130 (СССР) : МКИ<sup>1</sup> В 24 в 1/00, В 23 р 1/10 / М. Ф. Семко, Н. К. Беззубенко, И. С. Сальтевский, А. Т. Калашников. – № 1828222/25-8; заявл. 12.09.72; опубл. 25.08.76. Бюл. № 31. 8. *Беззубенко, Н. К.* Повышение эффективности алмазного шлифования путем введения в зону обработки дополнительной энергии в форме электрических разрядов : Дис. ... д-ра техн. наук : 05.03.01 – процессы механической обработки, станки и инструменты / *Н. К. Беззубенко*; Харьк. гос. политехн. ун-т. – Харьков, 1996. – 468 с. 9. ООО «КАМИ-Центр» : [Официальный сайт ; г. Москва, Россия]. – Режим доступа : <http://www.stanki.ru>. 10. АО «Винграй» : [АВ «Vingriai»; официальный сайт ; г. Вильнюс, Литва]. – Режим доступа : <http://www.vingriai.lt>. 11. ОАО Станкозавод «Красный борец» : [Официальный сайт ; г. Орша, Беларусь]. – Режим доступа : <http://www.krasnyborets.com>. 12. *Гуцаленко, Ю. Г.*

Композиція для електроізоляційних зносостійких покриттів : патент на корисну модель № 92786 Україна : МПК C08L 63/02 (2006.01), C08J 5/16 (2006.01) / *Ю. Г. Гуцаленко, В. В. Івкін, О. В. Руднев, О. К. Севидова*; власник : Нац. техн. ун-т «Харк. політехн. ін-т». – № u 201315441; заявл. 30.12.2013; опубл. 10.09.2014. Бюл. № 17. **13.** Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science: NSF/DOC – sponsored report / Ed. by *M. C. Roco* and *W. S. Bainbridge*. – Arlington, Virginia: National Science Foundation, June 2002. – 424 p. – Режим доступа : <http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/1/NBIC-report.pdf>. **14.** *Гуцаленко, Ю. Г.* Особенности электроэрозионного разрушения металлов при высокоскоростном алмазно-искровом шлифовании / *Ю. Г. Гуцаленко* // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : Матер. міжнар. наук.-практ. конф. 15-16 трав. 2003 р. – Х. : НТУ “ХПІ”, 2003. – С. 17-26.

**Bibliography (transliterated):** **1.** Gutsalenko, Yu. G. "Almazno-iskrovое shlifovanie: obzor sorokaletija razrabotki har'kovskoj nauchnoj shkoly fiziki processov rezanija". Fizicheskie i komp'yuternye tehnologii v narodnom hozjajstve: Tr. 18-j mezhdunar. nauch.-prakt. konf. 5th-6th Dec. 2012. Kharkov: GP HMZ "FED", 2012. Print. **2.** Strel'chuk, R. M. Vznachennja osoblivostej ta racional'nih umovalmazno-iskrovogo shlifuvannja z nanorozmirnih zeren monokarbidu vol'framu. Dys. ... kand. tehn. nauk. Kharkov, 2011. Print. **3.** Razrabotka tehniceskikh reshenij special'noj modernizacii universal'nyh stankov i tehnologicheskikh baz dannyh dljaalmazno-iskrovogoshlifovanija trudnoobrabatyuemyh materialov. Otchet o NIR. No. GR 0113U000425. Inv. No. 0215U001303. Ruk. A. Grabchenko, otv. isp. Yu. Gutsalenko. Nat. Tech. Univ. "Kharkov Polytechnic Inst." Kharkov, 2014. 518 p. Print. **4.** Pereverzev, P. P. Teorija i metodika rascheta optimal'nyh ciklov obrabotki detalej na krugloshlifoval'nyh stankah s programmnyim upravleniem. Dys. ... d-ra tehn. nauk. Chelyabinsk, 1999. Print. **5.** 3B12: Universal'nyj krugloshlifoval'nyj stanok. Rukovodstvo po jekspluatacii. Moscow: Vneshtorgizdat, between 1980 and 1990. 84 p. Print. **6.** Universal'nyj ploskoshlifoval'nyj stanok vysokoj tochnosti s gorizontalnym shpindelom i prjamougol'nym stolom: Model' 3G71. Rukovodstvo po jekspluatacii 3G71.00.000.RE. Minsk: Izd-vo "Polymja", 1975. 48 p. Print. **7.** Semko, M. F., et al. Sposob abrazivnoj obrabotki metallovo: a. s. No. 494130 USSR. IPC<sup>1</sup> B 24 v 1/00, B 23 p 1/10. No. 1828222/25-8. Appl. 12.09.1972. Publish. 25.08.1976. Bull. No. 31. Print. **8.** Bezzubenko, N. K. Povyshenie jeffektivnostialmaznogo shlifovanija putem vvedenija v zonu obrabotki dopolnitel'noj jenerгии в форме jelektricheskikh razrjadov. Dys. ... d-ra tehn. nauk. Kharkov, 1996. Print. **9.** "KAMI-Centr" Co., Ltd. Moscow, Russia. Web. 15 June 2015 <<http://www.stanki.ru>>. **10.** AB "Vingriai". Vilnius, Lithuania. Web. 15 June 2015 <<http://www.vingriai.lt>>. **11.** Public Corporation Stankozavod "Krasnyj borec". Orsha, Belarus. Web. 15 June 2015 <<http://www.krasnyborets.com>>. **12.** Gutsalenko, Yu. G., et al. Kompozicija dlja elektroizoljacionih znosostijkih pokrittiv: patent na korisnu model'. No. 92786 Ukraine. IPC, 2006.01 C08L 63/02, C08J 5/16. No. u 201315441. Appl. 30.12.2013. Publish. 10.09.2014. Bull. No. 17. Print. **13.** Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science. NSF/DOC – sponsored report. Ed. by *M. C. Roco* and *W. S. Bainbridge*. Arlington, Virginia. National Science Foundation, June 2002. 424 p. Web. 15 June 2015 <<http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/1/NBIC-report.pdf>>. **14.** Gutsalenko, Yu. G. "Osobennosti jelektroerozionnogo razrushenija metallovo pri vysokoskorostnomalmazno-iskrovom shlifovanii". Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: Mater. mizhnar. nauk.-prakt. konf. 15th-16th May 2003. Kharkov: NTU "KhPI", 2003. Print.

*Поступила в редколлегию 15.06.2015*