

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО СПОСОБА УПРОЧНЕНИЯ СВЕКЛОРЕЗНЫХ НОЖЕЙ ДЛЯ СРЕЗАНИЯ СТРУЖКИ

Ирина Фабричникова, Владимир Коломиец

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко

Ул. Артема 44, Харьков, Украина. E-mail: khstua@lin.com.ua

Irina Fabrichnikova, Vladimir Kolomiets

Kharkov national technical University of agriculture named after Peter Vasilenko

St. Artem 44, Kharkiv, Ukraine. E-mail: khstua@lin.com.ua

Аннотация. В этой работе приведены разработанные комплексные методы повышения износостойкости ножей для изрезания сахарной свеклы из углеродистой стали У7, У8 и сравнение их характеристик на основании результатов производственных испытаний.

Ключевые слова: износостойкость, упрочнение, свеклорезные ножи, лазерная обработка, твердость, срок эксплуатации.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Процесс изрезания корнеплода сахарной свеклы в стружку происходит при больших колебаниях динамических нагрузок на ножах свеклорезок, при активном кавитационном, абразивном износе и коррозии в свекловичном соке, который содержит органические кислоты [1,6].

Поэтому исследование новых способов упрочнения режущей части ножей имеет важное народнохозяйственное значение.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Форма режущей части ножа имеет сложную, четко определенную конфигурацию и толщину лезвия 0,6...0,8 мм. Скорость срезания свекловичной стружки от 4 до 8,3 м/с. Соответственно, качество свеклорезных ножей определяется, прежде всего, износостойкостью, коррозионной стойкостью, ударной вязкостью и шероховатостью поверхностей рабочей части, четким соблюдением конфигурации, остротой режущей кромки, малой склонностью к задирам и др. Для повышения этих показателей существует несколько методов [3,4,8].

Повышение износостойкости и работоспособности ножей связано с улучшением качества металла, обеспечением повышенного сопротивления разрушению и повышение физико-механических свойств поверхностно-

го слоя [11, 13].

ПОСТАНОВКА ЗАДАНИЯ

Цель работы – учитывая преимущества и недостатки существующих способов упрочнения разработать и испытать в производственных условиях комбинированные способы повышения износостойкости режущей части свеклорезных ножей.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В настоящее время фрезерованные безрѣберные свеклорезные ножи типа 1011В отечественного производства изготавливаются из высокоуглеродистой инструментальной стали марок У7, У7А, У8, У8А, согласно ОСТ 27-31-304-84. На машино-строительных заводах при производстве ножей широко используют обработку их рабочих поверхностей током высокой частоты (ТВЧ) до 46...52 HRC [2].

На Луганском производственном предприятии «Суперблок» режущие части ножей закаляют ТВЧ на высокочастотной установке и отпускают в камерной электрической печи в соответствии с согласованным технологическим процессом до твердости 42...50 HRC (HV 412...542).

Общеизвестное поверхностное закаливание ТВЧ высокопроизводительное, быстрое, легко автоматизируется, повышает механические свойства ножа, но сопровождается деформацией его режущей части. Учитывая сложную конфигурацию ножа, этот недостаток недопустим, потому что влияет на форму сечения свекловичной стружки и на процент брака.

Достаточно известны способы повышения износостойкости режущих инструментов из закаленных инструментальных сталей за счет применения мощной лазерной обработки, особенно для деталей сложной

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО СПОСОБА УПРОЧНЕНИЯ СВЕКЛОРЕЗНЫХ НОЖЕЙ ДЛЯ СРЕЗАНИЯ СТРУЖКИ

конфигурации [12,16,19].

Лазерная закалка перспективна для изделий, долговечность которых лимитируется износостойкостью и сопротивлением усталости, особенно, когда закалка другими методами невозможна в результате сложности конфигурации детали и возможностью ее значительного коробления.

Преимуществом такого способа повышения стойкости является получение ультрамалого зерна материала инструмента. Недостатком применения такого способа являются остаточные субмелкие трещины на поверхности инструмента, которые приводят к постепенному повышению скорости износа инструмента.

Известны также способы повышения стойкости режущих ножей из инструментальных сталей путем применения химико-термической их обработки, плазменного напыления нитрида и карбонитрида титана.

Катодно-дуговое осаждение активно используется для синтеза на поверхности режущего инструмента износостойких твердых и защитных покрытий, которые значительно продлевают срок его службы. С помощью этой технологии может быть синтезирован широкий спектр сверхтвердых покрытий, которые могут включать TiN, TiAlN, CrN, ZrN, AlCrTiN и TiAlSiN.

Нитрид титана – это бинарное химическое соединение титана с азотом (от 14,8 до 22,6 % азота по массе) имеет желто-коричневый или золотистый цвет.

Диффузионное насыщение тугоплавкими металлами из паров или электролитов – способ нанесения поверхностного слоя из простых и сложных оксидов алюминия, хрома и др. на изделия из металлов. При этом методе возникает эффект «залечивания» микротрещин и дефектов, полученных при затачивании ножей абразивными и кубонитовыми кругами, повышаются механические и трибо-технические свойства рабочих поверхностей, но сохраняется основа строения крупнозернистых инструментальных сталей, что приводит к повышению износа, особенно для тонкостенных деталей.

Отечественные и зарубежные исследователи всё больший интерес проявляют к разработке комплексных методов упрочнения режущих инструментов [7]. Учитывая недостатки термообработки ножей отечественных

производителей, разработали несколько вариантов комп-лексных способов повышения износостойкости безрѐберных свеклорезных ножей, пытаясь соединить преимущества разных видов упрочняющих покрытий.

Обработку рабочей зоны ножа лучом мощного лазера проводили в лаборатории НУИ Технического сервиса ХНТУСХ на лазерной CO₂ установке постоянного действия «Комета-2» с технологическим модулем ЛТК-3 «Климат» (при диаметре лазерного луча $d = 4$ мм за 5-6 проходов). Ножи закрепляли на рабочем столе лазерной установки. Обработке подлежала именно режущая (рабочая) часть ножа (20...22 мм). При использовании щелевых лазерных установок достаточно 1-2 проходов для обработки всей режущей части ножа [16]. Охлаждение проводили на воздухе.

Покрытия из нитрида и карбонитрида титана на свеклорезные ноже наносили в Харьковском национальном научном центре «Украинский физико-технический институт» после лазерного упрочнения. Нанесения TiN проводили в специальных камерах термомодиффузионным методом в три этапа:

1) импульсную очистку проводили путем ионной бомбардировки – отрицательный потенциал ≈ 1 кV и вакуумный источник плазмы – включается импульс на 2 с дальше пауза 5 с и так в течение 5 мин при постоянном контроле температуры, чтобы не допустить нагрева до температуры отпуска;

2) нанесение слоя чистого Ti толщиной $\approx 0,3$ мкм при отрицательном потенциале 200 V в течение 5 мин;

3) в камеру вводили азот (N) для формирования покрытие TiN толщиной 5...6 мкм в не сфокусированном потоке плазмы при – 200 V и давлении $3 \cdot 10^{-3}$ мм рт. ст. при скорости осаждения ≈ 10 мкм/ч в течение 0,5...0,6 ч. Если группа ножей вращается, то скорость осаждения уменьшается до 3 мкм/ч и обработку проводят в течение 1,5...2 ч.

При высокой температуре титан и азот реагируют вблизи поверхности изделия, которое покрывается, и диффундируют в обрабатываемый нож.

Для формирования TiCN на третьем этапе к азоту дозировано добавляли пропан-бутановую смесь в соотношении 50:50%. Сначала через отдельный клапан подавали N

под давлением $2 \cdot 10^{-3}$ мм. рт. ст., а потом открывали клапан пропан-бутановой смеси и давление доводили до $4 \cdot 10^{-3}$ мм. рт. ст. в пределах технологически допустимых параметров [20].

Метод диффузионного насыщения тугоплавкими металлами нанесением поверхностного слоя из простых и сложных оксидов алюминия, хрома и др. разработан учеными Харьковской национальной академии железнодорожного транспорта под руководством проф. Тимофеевой Л. А. [17].

Поскольку при этом методе сохраняется основа строения крупнозернистых инструментальных сталей, то для одной группы ножей предварительно провели лазерную обработку рабочей части, а для другой группы – упрочнение ТВЧ.

Диффузионное насыщение проводили в лаборатории ХНАЖТ. Так как режущая часть ножа имеет сложную, четко определенную конфигурацию и толщину лезвия 0,6...0,8 мм, для исключения коробления ножа насыщение проводили сначала при комнатной температуре погружением в ванну с 5...8 % водным раствором алюмохромофосфатного связующего, дальше нагрев в электрической печи и выдержка при температуре $100^{\circ} \text{C} \pm 20^{\circ}$ в течение 10 мин с последующим охлаждением на воздухе до комнатной температуры.

Для проведения экспериментов подготовили семь групп ножей:

- 1) базовые – модели 1011В, упрочнённые током высокой частоты (ТВЧ);
- 2) обработка «Булат» (проводилась другой группой ученых и в дальнейших исследованиях эти ножи не использовались);
- 3) лазерная обработка + плазменное напыление нитрида титана;
- 4) лазерная обработка + плазменное напыление карбонитрида титана + диффузионное насыщение оксидами хрома и алюминия (далее диффузионное насыщение);
- 5) лазерная обработка + плазменное напыление нитрида титана + диффузионное насыщение;
- 6) лазерная обработка + диффузионное насыщение;
- 7) ТВЧ + диффузионное насыщение.

Для соблюдения условий чистоты эксперимента все опытные группы ножей должны

работать одновременно на одной центробежной свеклорезке, при одинаковых технологических режимах и качестве свекловичного сырья. Поскольку для формирования качественного сечения стружки необходимо минимум три последовательно закрепленных ножевых рамы, то на 24-рамной свеклорезке с двумя заглушками (так регулируется производительность резки по потребностям диффузионных установок) использовали семь групп ножей с разными методами упрочнения.

Схему установки семи групп ножей в 24-х рамной центробежной свеклорезке показано на рис. 1.

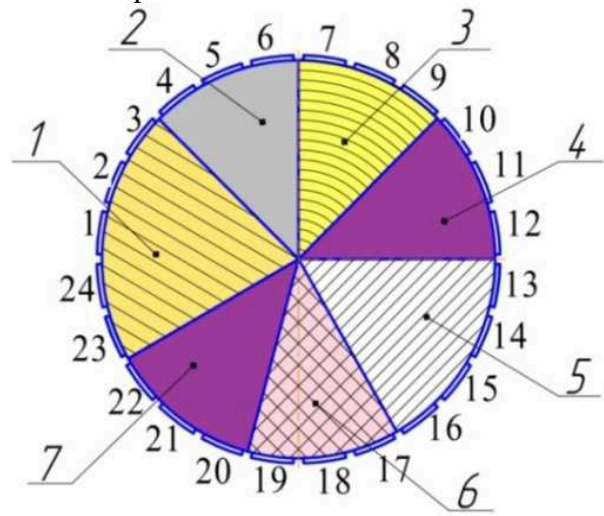


Рис. 1. Схема одновременной установки семи групп ножей

Fig. 1. Chart of the simultaneous setting of seven groups of a knives

Для затачивания ножей использовали современные станки-полуавтоматы – линию фирмы «Корунд». Геометрия заточки всех ножей была одинакова. Контроль качества свекловичной стружки проводили каждый час по трем основным параметрам, общепринятым на сахарных заводах:

- длина 100г стружки в метрах;
- процент брака;
- шведский фактор.

Длительность эксплуатации ножей – это суммарная продолжительность работы свеклорезных ножей между переточками при постоянном контроле величины износа. Результаты сведены в табл. 1.

Для большей наглядности результаты экспериментальных исследований представлены на рис. 2.

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО СПОСОБА УПРОЧНЕНИЯ СВЕКЛОРЕЗНЫХ НОЖЕЙ ДЛЯ СРЕЗАНИЯ СТРУЖКИ

Таблица 1. Сравнительные характеристики видов покрытия ножей
Table 1. Comparative descriptions of types of coverage of a knives

№ гр	Вид покрытие ножа	Длитель- ность экс- плуата-ции, ч	Величина износа, мм (без сколу)	Скорость износа (ср.), мкм/ч	Средние показатели каче- ства стружки		
					Длина, м	% брака	Шведс. фактор
1	Базовый ТВЧ	52,5	1,54-2,25	29,27-42,9	9,42	4,06	23,09
2	ТВЧ + обработка Булат	78,8	1,93-2,43	21,98-30,82	9,39	3,84	22,66
3	Лазер + TiN нитрид титана	77,75	2,18-2,6	28,04-33,38	9,79	3,80	22,66
4	Лазер + TiCN + газодиф. насыщение	52,25	1,0-4,26	19,23-81,57	9,27	3,96	25,18
5	Лазер + TiN + газо- диффуз. насыщение	74,8	1,18-2,35	15,79-31,42	9,47	4,21	24,36
6	Лазер + газодиффуз- ное насыщение	79,75	1,16-1,56	14,63-19,63	9,50	3,77	27,80
7	ТВЧ + газодиффузное насыщение	78,75	1,04-1,62	13,17-20,55	9,80	4,03	25,81

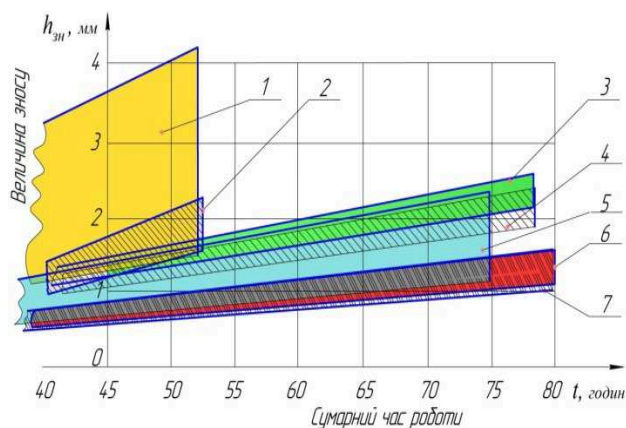


Рис. 2. Зависимость линейного износа ножей от времени их работы
Fig. 2. Dependence of linear wear of a knives on time of their work

Группы ножей: 1 – с вакуумно-плазменным напылением TiCN + диффузионное насыщение; 2 – с серийным методом укрепления ТВЧ; 3 – лазерная обработка + плазменное напыление TiN; 4 – альтернативная термообработка «Булат»; 5 – лазерная обработка + плазменное напыление TiN + диффузионное насыщение; 6 – лазерная обработка + диффузионное насыщение; 7 – ТВЧ + диффузионное насыщение тугоплавкими металлами из паров.

Конечно, эти зависимости не носят такой прямолинейный характер, что обосновано исследованиями процесса износа. Но по данным табл. 1 и рис. 2 очевидно, что наиболее

перспективным для дальнейших исследований и будущего практического применения есть сочетание лазерной обработки с химико-термическим насыщением тугоплавкими металлами из паров (или электролитов). Так как скорость износа у ножей данной группы минимальная (14,63-19,63 мкм/ч), а показатели качества стружки наивысшие. К тому же упрочнённый слой не повреждается во время переточек ножа.

Предложенное решение приемлемо для промышленного использования и защищено патентом [10]. Но у него есть недостаток – обработке подлежат все поверхности.

В основу нового способа поставлена задача повышения стойкости именно режущей части свеклорезных ножей. Комплексный метод объединяет быструю лазерную обработку с одновременной химико-термической обработкой материалами в виде сверхмелкого порошка.

В качестве насыщающей среды применяют оксиды металлов, которые складывают не меньше 80% всех производимых нанопорошков. Самые распространенные оксиды – кремнезема SiO₂ (40% от общего объема производства), титана TiO₂ (30%) и глинозема Al₂O₃ (21%) [13].

Производственные испытания свеклорезных ножей, упрочнённых с использованием сверхмелкого порошка SiO₂, феррохрома

(50% Fe и 50% Cr) и двух вариантов смесей, проводились при ежечасном контроле качества стружки в течение восьми часов на 12-ти рамной центробежной свеклорезке СЦ2Б-12 производительностью 1200 тон/сутки. По результатам эксперимента наилучшим оказался вариант с использованием сверхмелкого порошка SiO₂.

Дальше эксперимент проводили на 24-рамной центробежной свеклорезке А2-ПРБ-24 (при мощности 120...125 т/ч). Для затачивания ножей использовали станки-полуавтоматы фирмы «Корунд». Геометрия затачивания всех ножей одинакова: утонение 20...22 мм, ширина фаски 1,9...2,2 мм и угол торцевания 63°.

Экспериментальные данные сравнительных характеристик нового покрытия ножей сведены в табл. 2.

Результаты испытаний доказывают перспективность предложенного износостойкого покрытия режущих частей ножей, целесообразность его совершенствования с дальнейшим внедрением в производство. Получен патент на полезную модель [18].

Сравнительные результаты производ-

ственных испытаний – параметры износостойкости ножей для новых запатентованных видов упрочнения и средние показатели качества стружки – приведены в табл. 3.

Как видно из размещения графиков на рис. 2 и данных табл. 3 наименьшую скорость износа и наилучшие показатели качества свекловичной стружки имеют ножи, упрочнённые мощным пучком лазера с последующим газодиффузионным насыщением тугоплавкими металлами из паров или нанесением сверхмелкого порошка SiO₂ с одновременной обработкой мощным пучком лазера.

Таким образом, в результате проведенных исследований мы получаем материал с ультрамелким зерном, твердостью HRA 57...59 (HV 189...200) и значительно повышенной износостойкостью. При этом процент брака уменьшается до 3,1%, следовательно, качество стружки повышается, скорость износа режущей части уменьшается до 14,17...16,6 мкм/час, то есть окончательная стойкость свеклорезных ножей повышается до трех раз по сравнению с базовыми, что позволяет увеличить их экономию.

Таблица 2. Сравнительные характеристики нового покрытия ножей с базовым
Table 2. Comparative descriptions of new coverage of a knives are with base

Вид покрытия ножа	Длительность эксплуатации, часы	Величина износа, мм	Скорость износа, мкм/час	Средние показатели качества стружки		
				Длина, м	% брака	Шведский фактор
Базовый ТВЧ	21,5	0,74-0,97	34,37-45	7,7	3,8	23,69
Лазер + SiO ₂	21,0	0,14-0,35	14,17-16,6	7,9	3,1	27,11

Таблица 3. Сравнительные характеристики методов упрочнения ножей
Table 3. Comparative descriptions of methods of strengthening of a knives

Вид упрочнение ножа	Скорость износа, мкм/час	Средние показатели качества стружки		
		Длина, м	% брака	Шведский фактор
Обработка ТВЧ	29,27...42,9	9,42	4,06	23,09
Лазерное упрочнение + газодиф. насыщение	14,63...19,63	9,50	3,77	27,80
Лазерное упрочнение + порошок SiO ₂	14,17...16,6	7,9	3,1	27,11

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО СПОСОБА УПРОЧНЕНИЯ СВЕКЛОРЕЗНЫХ НОЖЕЙ ДЛЯ СРЕЗАНИЯ СТРУЖКИ

ВЫВОДЫ

Предложенный способ повышения износостойкости свеклорезных ножей решает три важных вопроса. Во-первых, он повышает износостойкость и коррозионную стойкость, чем повышает ресурс ножа, во-вторых, он исключает коробление ножа, то есть обеспечивает четкое соблюдение конфигурации поперечного сечения стружки, в-третьих, повышает остроту режущей кромки, улучшает шероховатость поверхностей рабочей части ножа и уменьшает склонность к задирам, что улучшает качество свекловичной стружки.

Разработанный способ повышения износостойкости свеклорезных ножей более эффективен, имеет меньшую себестоимость и существенно уменьшает расход ножей на сахарных заводах, что приведет к быстрой его окупаемости при массовом производстве упрочнённых ножей и использовании в сахарной промышленности Украины.

А повышение качества свекловичной стружки из сахарной свеклы разных технологических кондиций является одним из решающих факторов экономической эффективности работы сахарных заводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Popov A. 2010. Novaja teorija kontaknoy prochnosti uprugogo szhatyh tel. Motrol, Motoryzacija I energetyka rolnictva. – Lublin: Tom12A. – 223–232.
2. Balter M. A. 1987. Uprochnenie detalej mashin. – 2-e izd. pererab. I dop. – M.: Mashinostroenie, – 184.
3. Chernyh D. I., Skoblo T. S., Naumenko A. A. 2010 Analiz metodov uprochninija nozhej dlja pererabotki saharnoj svekly. – Kharkiv: Visnyk HNTUSG im. P. Vasylenka «Tehnichnyj servis v APK, tehnika ta tehnologii u sil'skogospodars'komu mashinobuduvanni», vup. 101. – 12-16.
4. Fabrychnikova I. A. 2005. Analiz sposobov povyshenija dolgovechnosti sveklorезnyh nozhej. – Kharkiv : Visnyk HNTUSG im. P. Vasylenka «Suchasni naprjamki tehnologii ta mehanizacii procesiv pererobnyh i harchovyh vyrobnyctv». vup. 38, 105-111.
5. Fabrychnikova I. A. Kolomic V. V. 2005. Kompleksnyj pidhid do pidvyshennja jakosti burjakoriznyh nozhiv. – Kharkiv : Visnyk

HNTUSG im. P. Vasylenka «Mehanizacija sil'skogospodars'kogo vyrobnyctva», vup. 41, 468-474.

6. Fabrychnikova I. A. 2012. Teoretychne vyznachennja vplivu syl tertja na myttevi syly rizannja, jaki vyklykaut' znoshennja burjakorizal'nyh nozhiv. Problemy trybologii (Problems of Tribology). – Hmel'nyckuj : - № 3(65), 94-100.
7. Garkusha I. E. 2000. Properties of modified surface layers of industrial steel samples processed by pulsed plasma streams. / I. Garkusha, O.. Byrka, V.. Chebotarev and other. // Vacuum, 58, – 195-201.
8. Kajdalov A. A., Istomin E. I. 2005. Povyshe-nie dolgovechnosti sveklorезnyh nozhej. – K. : Cukor Ukrainy, - № 4(42). – 13-16.
9. Karpenko I., Mironov V., Shkurat S., Poljanskij P. 2008. Vostanovlenie iznoshennyh detalej metodami gazotermicheskogo napylenija. Motrol, – Motoryzacija I energetyka rolnictva. – Lublin. 264–267.
10. Kompleksnyj sposib pidvyshennja znositj-kosti burjakorizal'nyh nozhiv. : pat. 42467 Ukrainy.MPK C21D 1/09 (2006.01), C23C14/00 (2006.01) / Fabrychnikova I.A., Kolomic V.V., Timofeeva L.A., Lyk'yanenko V. M ; zajavnyk NTUSG im. P. Vasylenka; u 2009 0076 ; zajavl. 05.01.2009; opubl. 10.07.2009, Bul. № 13 - 2.
11. Kostuk E. G. 2001. Povyshe-nie stojkosti rezhushchego instrumenta za schet kombinirovannoj modifikacii poverhnostnogo sloja i nanesenija pokrytija [Tekst] : avtoref. dis. kand. tehn. nauk : 05.175 [Nacionalnyj aerokosmicheskij universitet im. N.E. Zhukovskogo «HAI»] . – Kharkiv, – 27.
12. Kovalenko V. S. 2000. Lazerni tehnologii: zavouvannja novyh pozycij. Visn. NAN Ukrainy, № 1, 11-22.
13. Lazarev, V. B., Sobolev V. V., Shaplygin I. S. 1983. Himicheskie i fizicheskie svojstva prostyh oksidov metallov. – M.: Nauka, – 239.
14. Chernyh D. I., Skoblo T. S., Naumenko A. A. 2010. Povyshe-nie iznosostojkosti nozhej dlja pererabotki saharnoj svekly v uslovijah gidroabrazivnogo iznashivanija. : materialy vi mezna-rodm vedecko - prakticka konferencie «Efektivni nastroje modernich ved - 2010». Di's 21, Technicke vedy, – Praha. 118-123.
15. Revuckij V. M., Bahtiarov V.A., Tkach I. S. 1983. Rezultaty ispytanij sveklorезnyh nozhej,

- uprochnennyh elektroiskovym sposobom. – K.: Saharnaja promyshlennost', – № 11, 17-19.
- 16.. Sidashenko A. I., Martynenko A. D., Skoblo T. S., Slonovskij N. V. 2002. Matematicheskoe obosnovanie rezhima lazernoj obrabotki detalej, predvaritelno podvergnutyh himiko-termicheskoj obrabotke, dlja povyshenija prochnosti vosstanovlennyh detalej: dinamika i prochnost'. Visnyk NTU «HPI». – Dynamika i micnist' mashin. – T.2 – Kharkiv : Vup. 10, – 138-161.
17. Sposib himiko-termichnoi obrobky detalej iz metaliv ta splaviv. pat. 45841A Ukraina: B22F3 / Tymofeeva L.A. ta in. ; zajavnyk ta patentovlasnyk UkrDAZT. – № 2001075170; zajavl. 19.07.2001; opubl. 15.04.2004, Bul. № 4. – 4.
18. Sposib pidvyshennja znosostjokosti burjako-rizalnih nozhiv. : pat. 66679 UA Ukrainy. MPK C21D 1/09(2006.01) C23C 14/00 / Fabrychnikova I.A., Skoblo T.S., Kolomic V.V., Martynenko O.D. ; zajavnyk HNTUSG im. P. Vasylenka, u2011 08198 ; zajavl. 30.06.2011; opubl. 10.01.2012, Bul. № 1. – 3.
19. Sposob lazernoj zakalki. : A.s. 1481259 A1 USSR, MKI C 21D 1/09. / E.A. Pamfilov, V.D. Severin (USSR). - № 4276203/31-02 ; zajavleno 22.04.87 ; opubl. 23.05.89, Bul. № 19. – 4.
20. Sposob povyshenija iznosostjokosti rezhushchih instrumentov. A.s. RU 2062817 C1 RF, C 23 C 14/00, 14/26. / G.V. Kostin, A.M. Gordon, E.L. Fedorov (RU), V.D. Grechka, O.U. Danilov, V.V. i dr. (UA). – № 5030949/10 ; zajavleno 11.02.92 ; opubl. 27.06.96, Bul. № 18. – 3.

THE DEVELOPMENT AND INTRODUCTION OF COMPLEX METHOD OF STRENGTHENING OF A BEET-CUTTING KNIVES ARE FOR CUTTING AWAY OF SHAVING

Summary. In this work the resulted is worked out complex methods of increase of wearproofness of a knives for growing of sugar beets shallow from carbon steel of Y7, Y8 and comparison of their descriptions on the basis of results of productive tests.

Key words: wearproofness, strengthening, beet-cutting knife, laser treatment, hardness, term of exploitation.