

УДК 621.793

## АНАЛИЗ ПАТЕНТОВ И АВТОРСКИХ СВИДЕТЕЛЬСТВ ПО УПРОЧНЕНИЮ ИЗДЕЛИЙ

**Романюк С. П., аспирант**

*(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства  
имени П. Василенко)*

*Проведен анализ патентов и авторских свидетельств, посвященных упрочнению изделий и методов контроля состояния пленочных покрытий в процессе эксплуатации. Определено направление дальнейших экспериментальных исследований для повышения эксплуатационной стойкости тонкостенных ножей путем разработки новых методов и параметров технологических процессов их упрочнения.*

Для резки и измельчения орехов в кондитерском производстве используется высокопроизводительное оборудование, надежность работы которого непосредственно связана с эксплуатационной стойкостью тонкостенных дисковых ножей.

Повышение надежности режущего инструмента можно обеспечить введением специальных видов обработки, повышающих износостойкость, усталостную прочность, коррозионную стойкость деталей. Для этого применяют технологические процессы, упрочняющие материал поверхностного слоя и, придающие ему особые свойства. К ним могут быть отнесены как традиционные процессы химико-термической обработки, так и упрочняющие технологии, с применением высококонцентрированных источников энергии, а также различные специальные методы [1]. Однако они не могут найти применение для упрочнения тонкостенных ножей в связи с тем, что из-за высокотемпературного нагрева его режущая кромка будет подвергаться перегреву, фазовым превращениям, что не обеспечит их планшетность и требования эксплуатационной стойкости из-за повреждаемости этой зоны.

Целью работы является анализ новейших достижений в области упрочнения на основе изучения патентов и выбор основных путей их усовершенствования.

Задачи исследования: Выбрать методы поверхностного упрочнения тонкостенных дисковых ножей для дробления орехов в кондитерском производстве, которые бы обеспечили повышение эксплуатационной стойкости режущего инструмента.

Выполнен анализ патентов, посвященных нанопроцессам упрочнения и методов контроля состояния пленочных покрытий в процессе эксплуатации. Рассмотрены отечественные и зарубежные патенты, которые могут представлять интерес для использования при упрочнении тонкостенного

режущего инструмента.

В табл.1 приведен перечень патентов, которые направлены на упрочнение изделий с получением покрытий от микро до наноразмерных.

Таблица 1 - Патенты, предусматривающие упрочнение изделий и методы контроля их качества

№ патента, страна	Способ обработки	Направленность разработки	Ссылки
Авторское свидетельство СССР № 521107	Магнитоэлектрическая обработка с нанесением ферромагнитного порошка	Повышение твердости и обеспечение мелкозернистости структуры покрытия	[2]
Авторское свидетельство СССР №1447878	Обработка концентрированными источниками энергии	Повышение сопротивления разрушению в зоне действия ударных и изгибных нагрузок	[3]
Патент РФ 2478138 С2	Вакуумный ионно-плазменный метод	Снижение деформационных процессов, уменьшение усталостных явлений, повышение твердости и вязкости покрытия	[4]
Патент РФ 2062817	Ионно-плазменный метод	Повышения износостойкости	[5]
Патент 6389699 В1, США	Металлообработка или механическая обработка	Обеспечение самозатачивания	[6]
Патент РФ 2269608	Электролитическое осаждение и термическая диссоциация	Увеличение прочности сцепления	[7]
Патент РФ 2217525	Физическое осаждение покрытия из газовой фазы (PVD)	Повышение теплоотражательной способности и прочности сцепления	[8]
Патент РФ 2106429	Ионно-вакуумное напыление	Повышение износостойкости	[9]
Патент РФ 2131480	Ионно-плазменный метод	Увеличение эксплуат. стойкости	[10]
Патент 4450205 США	Физическое осаждение покрытия из газовой фазы (PVD)	Повышение износостойкости	[11]

Продолжение табл. 1

Патент 2211880	РФ	Ионно-плазменный метод	Увеличение износостойкости деталей, снижение коэффициента трения	[12]
Патент 2250810	РФ	Конденсация покрытия из плазменной фазы в вакууме с ионной бомбардировкой (КИБ)	Повышение эксплуатационной стойкости	[13]
Патент 2219281	РФ	Вакуумно-плазменный метод	Повышение стойкости	[14]
Патент № US 20120317822A1 Япония		Электроразрядная поверхностная обработка	Повышение остроты режущей кромки ножа	[15]
Патент 4945640 А, США		Химическое осаждение покрытий из газовой фазы (CVD)	Повышение коррозионной стойкости и износостойкости	[16]
Патент 2101674	РФ	Неразрушающий контроль с использованием термозонда	Измерение толщины пленочных покрытий	[17]
Патент 2023237	РФ	Способ теплофизического контроля толщины	Определение толщины упрочненного слоя	[18]
Патент 5799549 А США		Катодно-дуговое осаждение покрытий	Повышение жесткости и устойчивости	[19]
Патент 2203978	РФ	Конденсация покрытия из плазменной фазы в вакууме с ионной бомбардировкой	Повышение эксплуатационной стойкости	[20]

Недостатком способа [2] является то, что шероховатость и точность покрытий поверхности детали остаются низкими и склонными к выкрашиванию, что не допустимо в пищевом перерабатывающем производстве.

Недостатком способа [3] является то, что он направлен только на повышение сопротивления разрушению в зоне максимальной концентрации напряжений - кромки, при этом сопротивление усталостному разрушению остальной поверхности изделия не изменяется. Способ предназначен для высоколегированных дисперсионно-твердеющих сталей аустенитно-мартенситного класса, имеющих ограниченную область применения.

Способ упрочнения ножей [4], не может быть использован, поскольку эти компоненты не входят в состав перерабатываемой продукции, а также не рекомендованы для материалов режущих инструментов пищевого производства,

т.к. при експлуатації можливо їх викрашивання з покриття.

Недостатком способу [5] являється підвищення схильності до відшарування покриття товщиною 3-5 мкм від тонкостенного режущого інструмента, працюючого в умовах інтенсивного усталостного впливу. Крім того, недостаточна адгезія покриття буде посилюватися в зв'язі з тим, що проводиться обробка потоком атомів і іонів титана, не передбачає проведення попередньої активації вихідної поверхні перед упрочненням.

Ефект самозатачивання лезва [6] забезпечується завдяки першому більш твердому шару з відносно високою зносостійкістю, і другому, більш м'якому шару з матеріалу з більш низькою зносостійкістю, розташований на одній стороні першого шару, отриманий за допомогою металобробки або механічної обробки. Даний спосіб не може бути використаний для тонкостенного інструмента (товщиною 0,64 мм), так як товщина більш твердого шару становить приблизно 1,5 мм.

Метод нанесення хромового покриття [7] дозволяє забезпечити підвищення мікротвердості і стійкості до відшарування нанесеного шару з основою. При цьому загальна товщина покриття досягає 230 мкм. Дана технологія не може забезпечити нанесення нанохромового тонкого покриття (350 - 900 нм) на дисковий ніж товщиною 0,62 мм з підвищеними вимогами до зменшення схильності до усталостної пошкоджуваності (зародження і розвитку тріщин), оскільки в таких покриттях утворюється велике зерно і пористість через виділення газів в процесі електролізу.

Спосіб [8] передбачає підвищення стійкості до відшарування покриття з основою, наносимого на установку Булат, на трубу з углеродистого сталі. При цьому використовують покриття, що складається з підшару і, що містить 70 - 80% Cr, 20 - 30% Al. Такий метод упрочнення не передбачає підвищення зносостійкості і зменшення схильності до усталостної пошкоджуваності тонкостенного виробу, а запропонований спосіб спрямований на підвищення теплоотражальної здатності і стійкості до відшарування покриття з підкладкою.

Недостатком способу [9] є те, що потрібна спеціальна підготовка поверхні (поліровка до чистоти  $Ra \approx 0,08$ ) перед нанесенням покриття. Дане умову важко виконати для реальних виробів.

Спосіб [10] не може бути використаний для тонкостенного інструмента, оскільки нанесення покриття впродовж 60 - 90 хвилин призведе до перегріву, розупрочненню режущої кромки і порушенню плоскості тонкостенного ножа.

Недостатком способів [11, 12] є низька адгезія між покриттям і підкладкою, а при товщині до 10 мкм упрочненого шару він схильний до викрашування, що неприпустимо в харчовому переробляючому виробництві.

Нанесення зносостійкого покриття [13] з нітриду титана і кремнію при їх співвідношенні рівному мас. %: титан 98,8-99,1, кремній 0,9-1,2 і товщині

порядка 5 мкм, методом КИБ, способствует повышению твердости и улучшению прочности сцепления покрытия с основой. Однако, недостатком данного способа, как и [14] является то, что при обработке и нанесении покрытия большой толщины, тонкостенные изделия будут сильно перегреваться и терять упругие свойства, что приведет к формированию повышенной доли остаточного аустенита, быстрому затуплению и загибу режущей кромки при эксплуатации.

Изобретение [15] относится к режущему инструменту с покрытием на режущей кромке, которое обеспечивает повышение остроты лезвия ножа, но не предусматривает повышения эксплуатационной стойкости изделия в целом.

Повысить износостойкость и коррозионную стойкость режущего инструмента возможно нанесением покрытия методом CVD [16]. При этом основной слой состоит из чистого вольфрама (толщиной 0,5 - 2 мкм) и внешнего слоя, состоящего из смеси чистого компонента и карбида вольфрама (толщиной 1 - 5 мкм). Недостатком данного метода является то, что осаждение вольфрама на поверхность изделия осуществляется при температуре 600 ° - 1000 °С, что нарушает планшетность тонкостенного ножа и перегревает режущую кромку.

Суть метода [17] заключается в использовании термозонда для измерения толщины пленочных покрытий. Его недостатком являются: во-первых, сложность конструкции, обусловленная необходимостью изготовления двух идентичных измерительных головок, одна из которых выполняет роль эталонной измерительной части, во-вторых, необходимость изготовления специального образца эталона, в-третьих, дополнительная погрешность измерения из-за отличия температур на эталонной и измерительной головках, обусловленная их некоторой неидентичностью и отличием теплофизических свойств и условий, в которых они находятся, отличием состояния их контактирующих поверхностей, а также из-за аккумулялирования тепла в эталонной части зонда после проведения нескольких измерений.

Недостатком способа [18] определения толщины слоя материала является низкая точность определения искомой величины.

Методом катодно-дугового осаждения обеспечивается повышение жесткости и устойчивости лезвия для бритв [19]. Нанесение покрытий предлагается наносить одновременно с двух сторон по 1000 ангстрем (0,1 мкм) или циклическим чередованием на каждой стороне, в диапазоне от 3 до 500 ангстрем. Недостатком данного метода является то, что покрытие, нанесенное с двух сторон не может обеспечивать эффект самозатачивания в процессе эксплуатации.

Недостатком способа [20] является то, что он включает предварительный нагрев инструментальной основы (до температуры ниже температуры ее разупрочнения).

Все эти патенты не обеспечивают одновременно самозатачивания, повышения коррозионной стойкости, усталостной повреждаемости и эксплуатационной стойкости. Отсутствует возможность воспользоваться этими методами для текущего контроля изношенного слоя. Поэтому дальнейшие

исследования должны быть направлены на повышение эксплуатационной стойкости тонкостенных ножей для кондитерского производства путем разработки методов и параметров новых технологических процессов их упрочнения.

Дальнейшие исследования должны предусмотреть следующее:

- на основе литературных источников информации, обзора патентов и авторских свидетельств необходимо выявить методы упрочнения, которые используют для повышения эксплуатационной стойкости инструмента;
- оценить кинетику и механизм изнашивания, повреждаемости тонкостенных ножей в процессе эксплуатации;
- на основе выявленных факторов, определяющих развитие повреждаемости, предложить метод и параметры технологического процесса упрочнения;
- теоретически и экспериментально оценить диффузионные процессы, возможность перегрева происходящего в режущей кромке тонкостенного ножа и вклад этих процессов в деградацию структуры металла, развитию напряжений и деформаций;
- оценить свойства и структуру упрочняющих пленочных покрытий и разработать методы контроля их толщины, в том числе и при эксплуатации;
- предложить технологию и параметры упрочнения тонкостенных ножей, оценить их влияние на потребительские свойства;
- провести промышленные испытания нового технологического упрочнения ножей и оценить их экономическую эффективность.

#### **Выводы:**

Проведенный анализ патентов по упрочнению поверхности режущего инструмента показал, что универсального метода упрочнения, который бы обеспечил одновременно самозатачивания, повышения коррозионной стойкости, усталостной повреждаемости и эксплуатационной стойкости не существует. Отсутствует возможность воспользоваться этими методами для текущего контроля изношенного слоя. Эффективность каждого метода и покрытия зависит от большого количества факторов. Поэтому дальнейшие исследования должны быть направлены на повышение эксплуатационной стойкости тонкостенных ножей для кондитерского производства путем разработки новых методов и определения оптимальных параметров технологических процессов их упрочнения.

#### **Список литературы:**

1. Романюк С. П., Анализ методов упрочнения режущих инструментов // Вісник ХНТУСГ: [«Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві»]. - Випуск 133. –Харків, 2013. - С.136-142.
2. Авторское свидетельство № 521107 СССР, кл. В 23Р 1/18, С23С 17/00. Способ нанесения покрытий электрическими разрядами./В.И. Абрамов, Б.П.

Чемисов; Заявитель и патентообладатель Новополицкий политехнический институт.- № 2064907/01. Заявл. 08.10.74.; опубл. 15.07.76., Бюл. №26.

3. Авторское свидетельство №1447878 СССР, кл. С21 D1/09. Способ изготовления упругих элементов. / В.Н. Закрой, Е.А. Коломыцев, В.Г. Марченко, В.А. Пчелинцев, А.Ю. Цуприн; Заявитель и патентообладатель Суской филиал Харьковского политехнического института им. В.И.Ленина. – № 4233525/31-02. Заявл. 22.04.87.; опубл. 30.12. 1988., Бюл. №48.

4. Патент 2478138 Российская Федерация МПК С23С14/06, С23С14/24. Способ вакуумного ионно-плазменного нанесения многослойного износостойкого покрытия для режущего инструмента / Блинков И.В., Волхонский А.О., Подстяжонк О.Б.; Заявитель и патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС", -№ 2011149033/02. заявл. 02.12.2011, опубл. 27.03.2013.

5. Патент 2062817 Российская Федерация МПК С23С14/00, С23С14/26. Способ повышения износостойкости режущих инструментов./ Костин Г. В., Гордон А. М., Федоров Э. Л и др.; Заявитель и патентообладатель Воронежский механический завод. - № 5030949/10 . заявл. 11.02.1992, опубл. 27.06.1996.

6. Patent US 6389699 B1 B26B9/00, B26B21/58 Self sharpening blades and method for making same/ Gunes M. Ecer. - Application number US 09/596,179 Filing date Jun 16, 2000, Publication date May 21, 2002.

7. Патент 2269608 Российская Федерация МПК С23 С28/02. Способ нанесения хромового покрытия на стальные детали./ Морозов И. С., Борисов Г. А., Уэльский А. А., Семенова Е. Е.; Заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. П.А. Костычева. -№ 2004128010/02. заявл. 20.09.2004, опубл. 10.02.2006, Бюл. № 4.

8. Патент 2217525 Российская Федерация МПК С23С14/00, Способ нанесения покрытия, имеющего высокую теплоотражательную способность./ Лобанов А.В., Лобанов В.А., Семененок А.И., Курманов С.Ю., Мамычев Г.А., Маранц Б.Д.; Заявитель и патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие Уральский электрохимический комбинат. - №2002112221/02. заявл. 06.05.2002, опубл. 27.11.2003.

9. Патент 2106429 Российская Федерация МПК С23С030/00, С23С014/06. Способ нанесения многослойного износостойкого покрытия на изделия из железных и титановых сплавов./ Рыженков В. А., Нестеров С. Б., Бодров А. А., Миронов К. Н.; Заявитель и патентообладатель Рыженков В. А., Нестеров С. Б., Бодров А. А., Миронов К. Н. - № 97104472/02. заявл. 28.03.1997, опубл. 10.03.1998.

10. Патент 2131480 Российская Федерация МПК С23С14/06, , С23С14/48. Способ формирования износостойкого покрытия на поверхности изделий из конструкционной стали./ Щанин П.М., Коваль Н.Н., Борисов Д.П., Гончаренко И.М.; Заявитель и патентообладатель Институт сильноточной

електроніки.-№ 97112300/02. заявл. 15.07.1998, опубл. 10.06.1999.

11. Patent US 4450205 A C23C14/16, C23C14/06E, C23C30/00B, C23C14/06G, C23C14/02B2, C23C14/06, C23C14/06F. Vapor-deposited layer of titanium between substrate and layer of titanium carbide or nitride; bonding / Takeshi Itaba, Shotaro Matsumoto, Takeshi Abe.- Application number US 06/399,802, Filing date July 19, 1982, Publication date May 22, 1984

12. Патент 2211880 Российская Федерация МПК C23C14/06, C23C14/36, C23C14/48. Износостойкое ионно-плазменное покрытие и способ получения износостойкого ионно-плазменного покрытия на поверхностях пар трения./ Кальманович М.В., Габитов Р.Р., Павлихин С.Е.; Заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество "АВТОВАЗ". - № 2001109002/02. заявл.04.04.2001, опубл. 10.09.2003.

13. Патент 2250810 Российская Федерация МПК B23B27/14, C23C14/06. Режущий инструмент с покрытием./ Табаков В.П., Ширманов Н.А., Циркин А.В., Чихранов А.В.; Заявитель и патентообладатель Ульяновский государственный технический университет. - № 2003133026/02. заявл.11.11.2003, опубл. 27.04.2005., Бюл. №12.

14. Патент РФ 2219281 Российская Федерация МПК C23C14/06, C23C14/00. Способ повышения стойкости режущего инструмента./ Табаков В.П., Ширманов Н.А., Смирнов М.Ю., Циркин А.В.; Заявитель и патентообладатель Ульяновский государственный технический университет. - № 2002128096/02. заявл.18.10.2002, опубл. 20.12.2003.

15. Patent US 20120317822 A1B26B9/00, C23C30/00B, C23C26/00. Cutting edge structure for cutting tool, and cutting tool with cutting edge structure/Hiroyuki Ochiai, Mitsutoshi Watanabe, Yukihiro Shimoda.- Application number US 13/522,667 Filing date Jan 19, 2011, Publication date Dec 20, 2012.

16. Patent US 4945640 A C23C30/00B, C23C16/30, C23C28/00, C23C16/32, C23C16/08, C23C16/14. Multilayer; noble metal base, exterior overcoating of mixture of tungsten and tungsten carbide / Diwakar Garg, Carl F. Mueller, Ernest L. Wrecsics, Paul N. Dyer, Mark A. Pellman.- Application number US 07/319,774, Filing date Mar 7, 1989, Publication date Aug 7, 1990.

17. Патент 2101674 Российская Федерация МПК G01B7/06. Термозонд для неразрушающего контроля толщины защитных пленочных покрытий./ Чернышов В.Н.; Терехов А.В.; Заявитель и патентообладатель Тамбовский государственный технический университет.- № 94042102/28. заявл. 22.11.1994, опубл. 10.01.1998.

18. Патент 2023237 Российская Федерация МПК G01B21/08. Способ определения толщины слоя материала./ Корнеев В.Д. Заявитель Пермское высшее военное командно-инженерное училище ракетных войск. Патентообладатель Корнеев В.Д. - № 4891759/28. заявл. 17.12.1990, опубл. 15.11.1994

19. Patent US 5799549 A H01J37/32M4, C23C14/06B2, C23C14/32A, C23C14/06B, C23C14/22D, B26B21



/60. Amorphous diamond coating of blades/ Thomas G. Decker, Gregory P. Lundie, David L. Pappas, Richard P. Welty, C. Robert Parent, Less.- Application number US 08/825,405 Filing date Mar 27, 1997, Publication date Sep 1, 1998.

20. Патент 2203978 Российская Федерация МПК C23C14/06, C23C14/24 . Способ получения износостойких покрытий в вакууме./ Табаков В.П., Рябов Г.К., Ширманов Н.А., Рандин А.В.; Заявитель и патентообладатель Ульяновский государственный технический университет. - № 2001102159/02. заявл. 23.01.2001, опубл. 10.05.2003.

## Анотація

### **Аналіз патентів та авторських свідоцтв по зміцненню виробів**

Романюк С. П., аспірант

*Проведено аналіз патентів і авторських свідоцтв, присвячених зміцненню виробів і методів контролю стану плівкових покриттів в процесі експлуатації. Визначено напрямки подальших експериментальних досліджень для підвищення експлуатаційної стійкості тонкостінних ножів шляхом розробки нових методів і параметрів технологічних процесів їх зміцнення.*

## Abstract

### **Analysis of patents and copyright certificates on the strengthening of products**

Romaniuk S.P., graduate

*The analysis of patents and copyright certificates, devoted to strengthening of products and control methods of the state of film coatings during operation is carried out. The direction of further experimental investigations to improve the operational stability of thin knife through the development of new methods and parameters of technological processes of hardening is determined.*