

УДК: 621.9.015

EDN: [ZZRYQE](https://www.edn.net/ZZRYQE)

DOI: <https://doi.org/10.47813/2782-2818-2022-2-4-0331-0338>



Производственные испытания дисковых пил после ионно-плазменного азотирования и лазерной закалки волоконотделительной машины марки 5ДП-130

Акбар Абборов¹, Матлуба Кувончева¹, Ноила Хасанова², Мухсин Мухаммадов¹,
Хасан Саидов¹

¹Бухарский инженерно-технологический институт, Бухара, Узбекистан

²Бухарская профессиональная школа, Бухара, Узбекистан

Аннотация. В данной статье представлены производственные испытания дисковых пил после ионно-плазменного азотирования. Практическая реализация выполнена для дисковых пил, изготовленных из стали У8Г. Разработана новая методика двухстороннего упрочнения поверхностей ионно-плазменным азотированием с последующей лазерной закалкой зубьев пильных дисков волоконотделительных машин. Теоретически определен рациональный способ ионно-плазменного азотирования и лазерной закалки зубьев дисковой пилы джина с переменными параметрами режима упрочнения. Представлены полученные результаты по производственному испытанию.

Ключевые слова: ионно-плазменное азотирование, лазерная закалка, волоконотделительная машина, сталь У8Г, пильный диск, джиг 5ДП-130, режим упрочнения.

Для цитирования: Абборов, А. С., Кувончева, М. Р., Хасанова, Н. Н., Мухаммадов, М. М., & Саидов, Х. А. (2022). Производственные испытания дисковых пил после ионно-плазменного азотирования и лазерной закалки волоконотделительной машины марки 5ДП-130. Современные инновации, системы и технологии - Modern Innovations, Systems and Technologies, 2(4), 0331–0338. <https://doi.org/10.47813/2782-2818-2022-2-4-0331-0338>

Production tests of circular saws after ion-plasma nitriding and laser hardening of a 5DP-130 ginning machine

Akbar Abrorov¹, Matluba Kuvoncheva¹, Noila Khasanova², Mukhsin Mukhammadov¹,
Khasan Saidov¹

¹Bukhara Engineering Technological Institute, Bukhara, Uzbekistan

²Bukhara vocational school, Bukhara, Uzbekistan

Abstract. This article presents production tests of circular saws after ion-plasma nitriding. Practical implementation is made for circular saws made of U8G steel. A new method of double-sided hardening of surfaces by ion-plasma nitriding with subsequent laser hardening of the teeth of saw blades of fiber ginning machines has been developed. A rational method of ion-plasma nitriding and laser hardening of the teeth of a gin's circular saw with variable parameters of the hardening regime has been theoretically determined. The results of the production test are presented.

Keywords: ion-plasma nitriding, laser hardening, fiber separator, U8G steel, saw blade, gin 5DP-130, hardening mode.

For citation: Abrorov A.S., Kuvoncheva M. R., Khasanova N.N., Mukhammadov M.M., & Saidov Kh.A. (2022). Production tests of circular saws after ion-plasma nitriding and laser hardening of a 5DP-130 ginning machine. Modern Innovations, Systems and Technologies, 2(4), 0331–0338. <https://doi.org/10.47813/2782-2818-2022-2-4-0331-0338>

ВВЕДЕНИЕ

Переработка хлопка-сырца осуществляется на технологических машинах и оборудовании, которое, в основном, изготовлено в США, Китае, России и Узбекистане [1]. Важным фактором по обеспечению стабильности объема выращивания хлопка-сырца и повышения конкурентоспособности сырья на мировом рынке является получение хлопка-волокна высокого качества при обеспечении высокой эффективности.

В Республике Узбекистан осуществляются широкомасштабные мероприятия по разработке высокоэффективной техники и технологий для первичной обработки хлопка-сырца, обеспечивающих получение продукции высокого качества. В этом отношении можно отметить разработку техники и технологий, обеспечивающих сохранение качества вырабатываемой хлопковой продукции на хлопкоперерабатывающих предприятиях, дающих возможность снижения расхода сырья и энергии, совершенствование технологии и техники хлопкоочистительной промышленности, ведущим технологическим звеном которой является процесс дженирования, выполняемый узлом пильного цилиндра [2].

Основной проблемой при функционировании рабочих органов пильного джина является низкий выход волокна, высокая поврежденность волокна и семян хлопка, затрудненность отвода оголенных семян из камеры, высокая потребляемая мощность, низкая эффективность и невозможность дженирования хлопка повышенной влажности.

Проводимые исследования направлены, как правило, на технологию дженирования, съема хлопка-волокна, очистки, выделения оголенных семян и др. Но в них не учитывалось увеличение срока службы за счёт упрочнения и повышения

стойкостных характеристик значимого элемента джинов – дисковой пилы, а также не изучено его влияние на процесс джинирования, что является важным фактором повышения эксплуатационной надежности машин [3]. На основе вышеизложенного повышение надежности основной детали рабочего органа джина – пильных дисков, обоснование основных параметров и режимов их упрочнения является актуальной проблемой отрасли.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Производственные испытания износостойкости и прогнозирование долговечности пильных дисков джинов, упрочненных ионно-плазменным азотированием с последующей лазерной закалкой, могут дать ясную картину о целесообразности выбранного метода упрочнения и дальнейшего внедрения в хлопкоочистительный сектор Бухарской области. Основным критерием эффективности данной работы является увеличение срока службы дисковых пил, а также повышение качественных показателей волокна и семян (выход волокна, опушенность и поврежденность семян) в процессе джинирования [4].

В данной работе приведена методика и результаты производственных испытаний упрочненных пильных дисков, расчетная модель износа зубьев джинных пил, метод прогнозирования относительной долговечности упрочненных пильных дисков в зависимости от уровня интенсивности износа и предела прочности материала [5].

Процесс волокноотделения семян осуществляется непосредственно с помощью пильных дисков и колосников. Рабочее состояние этих рабочих органов зависит от засорённости хлопка сырца, влажности, содержания в составе хлопка органических и минеральных абразивных элементов. В следствие, с увеличением содержания этих элементов начинается возрастание величины износа рабочих зубьев пильных дисков и ребер колосников, что приводит к уменьшению их срока службы. Решению этой проблемы посвящена представленная научная работа, а именно, нанесению износостойкого покрытия с помощью азотирования и лазерного закаливания.

Известно, что срок службы существующих конструкций пильных цилиндров джинных пил составляет всего лишь 48 часов, затем необходима заточка зубьев или замена пил, что влечет простой машины. Процесс восстановления зубьев пил в течение 96 часов повторяется два раза, после чего заканчивается ресурс работы дисковых пил. На втором этапе непригодные пилы подвергаются повторной заточке для дальнейшего

использования их в линтерных машинах. Для повышения износостойкости и прочности поверхностей рабочего органа джинов одним из современных передовых методов является упрочнение рабочей кромки зубьев дисковых пил с помощью лазерного луча.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Производственные испытания износостойкости джиновых пил, упрочненных по технологии ионно-плазменного азотирования и лазерной закалилки, проводили с использованием хлопка-сырца ручного сбора 3-го сорта 3-й селекции Бухара-108 влажностью 12,1 % на двух джинах 5ДП-130 лабораторного типа в джино-линтерном цехе Бухарского хлопкоочистительного завода. Износ измеряли по задней поверхности на пяти маркированных и расположенных подряд зубьях с помощью отсчетного микроскопа – лупы Бринеля МПБ-2 с ценой деления 0,05 мм и увеличением $\times 24$ (см. рисунок 1).

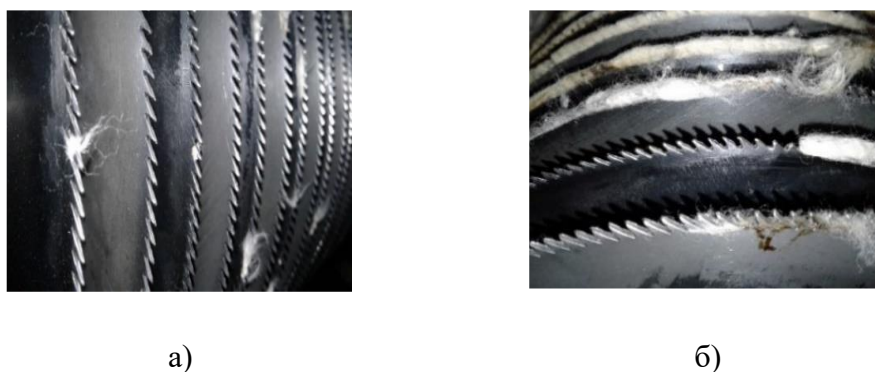


Рисунок 1. Состояние дисковых пил после 96 часов работы с закаленными и не закаленными зубьями (б) на отдельных джинах 5ДП-130.

Figure 1. The condition of circular saws after 96 hours of operation with hardened (a) and non-hardened teeth (b) on individual gins 5DP-130.

Исследования показали, что работоспособность пильных дисков с упрочненными зубьями по технологии ионно-плазменного азотирования и лазерной закалилки значительно превосходит стойкость неупрочненных джиновых пил [6]. Так, если стойкость пильных дисков с упрочненными зубьями составила $T=98$ часов при достижении $h_3 = 0,6$ мм, то стойкость неупрочненных дисков – всего лишь $T=98$ часов при $h_3 = 1,2$ мм.

Установлено, что после 98 часов работы закаленные зубья пильных дисков

сохранили полностью исходный профиль и высокую работоспособность при $h_3 = 0,6$ мм. Длинные дисковые пилы с незакаленными зубьями показали значительно меньшую работоспособность $h_3 = 1,2$ мм, из-за поломок и искажения заданного профиля зубьев вследствие износа (рисунок 2).



Рисунок 2. Состояние дисковых пил после 96 часов работы, установленных чередованием (с закаленными и не закаленными зубьями) на джине 5ДП-130.

Figure 2. The condition of circular saws after 96 hours of operation, installed in alternation (with hardened and not hardened teeth) on a gin 5DP-130.

Выявлены особенности процесса изнашивания при одновременной эксплуатации пильных дисков на одном джине с закаленными и не закаленными зубьями (рисунок 2). Заводские пильные диски показали низкую работоспособность. Зубья заводских пильных дисков на некоторых участках полностью разрушились и потеряли функциональную способность [7]. Закаленные зубья дисков имеют высокую работоспособность при их минимальном износе $h_3 = 0,2 \dots 0,6$ мм, сохраняя геометрические параметры.

В работе произведена оценка интенсивности износа зубьев джинных пил в соответствии с методикой прогнозирования изнашиваемых механических устройств [8,9].

С учетом приведенных результатов исследований по износостойкости пильных дисков составлена таблица соответствия развития износа зубьев по длительности

эксплуатации джиновых пил по задней поверхности, по которой можно рассчитать среднее значение продолжительности производственного цикла (таблица 1).

Таблица 1. Степень развития износа зубьев от длительности эксплуатации.

Table 1. The degree of development of tooth wear from the duration of operation.

№	Пилы с упрочнёнными зубьями		Пилы с неупрочнёнными зубьями	
	T, час	h _з , мм	T, час	h _з , мм
1	48	0,2	48	0,28
2	72	0,4	72	0,6
3	96	0,6	96	1,2

В результате выполненного анализа рекомендуемых пильных цилиндров стало возможным значительно повысить твердость зубьев при сохранении высокой твердости по толщине, в результате увеличен срок службы пил джинов в 2-2,5 раза, что подтверждается результатами экспериментальных исследований, проведенными на пильных джинах, упрочненных с помощью ионно-плазменного азотирования и лазерной закалки зубьев пильного цилиндра.

ВЫВОДЫ

Применение вышеперечисленных способов упрочнения позволило значительно повысить твердость зубьев пильных дисков при сохранении их высокой твердости по толщине, в результате было установлено, что срок службы пильных дисков джина увеличился в 2,5 раза. Упрочненные зубья пильных цилиндров сохранили первоначальный профиль и высокую работоспособность при h_з=0,2 мм после 48 часов работы. Исходя из полученных результатов исследования микротвердости, прочность поверхности пильного цилиндра увеличилась и срок работы пильного цилиндра с 48 часов увеличился до 96 часов после химико-термической обработки и лазерной закалки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Cotton: World Statistics. Bulletin of the international cotton advisory committee. NY. November 2021.
- [2] Мирошниченко Г.И. и др. Оборудование и технология производства первичной обработки хлопка. Т.: Укитувчи; 1980. 328.

- [3] Махкамов Р.Г. Некоторые проблемы текстильного машиностроения. Известия ВУЗов. Технические науки. 1995; 1-4: 105-111.
- [4] Kasimov B., Muminov M., Shin I. Combined strengthening of Batan teeth of the Stb loom. International Journal on Orange Technologies. 2021; 3(4): 223-225.
- [5] Abrorov A., Kuvoncheva M., Muhammadov M. Ion-plasma nitriding of disk saws of a ginning machine. Modern Innovations, Systems and Technologies. 2021; 1(3): 30–35.
- [6] Богачёв И.И., Климов В.Н., Алешин С.В. Технология глубокого ионно-плазменного азотирования режущего инструмента. Станкостроение и инструментальное производство. 2016; 5: 30-32.
- [7] Abrorov A., Salimov Sh., Sohibov I., Kuvoncheva M. Vacuum installation of technology of deep ion-plasmic nitriding disc saw of fiber separating machines. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. 2020; 7(1): 12406-12409.
- [8] Kasimov B. Experimental determination of the depth and degree of riveting of the surface layer of Batan teeth. Middle European Scientific Bulletin. 2021; 18: 169-171.
- [9] Fedorov S., Sharipov J., Abrorov A. Increasing the surface stability of the cutting tool through complex machining. Journal of Physics: Conference Series. 2021; 1889(2): 022079.

REFERENCES

- [1] Cotton: World Statistics. Bulletin of the international cotton advisory committee. NY. November 2021.
- [2] Miroshnichenko G.I. i dr. Oborudovanie i tekhnologiya proizvodstva pervichnoj obrabotki hlopka. T.: Ukituvchi; 1980. 328.
- [3] Mahkamov R.G. Nekotorye problemy tekstil'nogo mashinostroeniya. Izvestiya VUZov. Tekhnicheskie nauki. 1995; 1-4: 105-111.
- [4] Kasimov B., Muminov M., Shin I. Combined strengthening of Batan teeth of the Stb loom. International Journal on Orange Technologies. 2021; 3(4): 223-225.
- [5] Abrorov A., Kuvoncheva M., Muhammadov M. Ion-plasma nitriding of disk saws of a ginning machine. Modern Innovations, Systems and Technologies. 2021; 1(3): 30–35.
- [6] Bogachyov I.I., Klimov V.N., Aleshin S.V. Tekhnologiya glubokogo ionno-plazmennogo azotirovaniya rezhushchego instrumenta. Stankostroenie i instrumental'noe proizvodstvo. 2016; 5: 30-32.
- [7] Abrorov A., Salimov Sh., Sohibov I., Kuvoncheva M. Vacuum installation of technology of deep ion-plasmic nitriding disc saw of fiber separating machines. International Journal of

Advanced Research in Science, Engineering and Technology. 2020; 7(1): 12406-12409.

[8] Kasimov B. Experimental determination of the depth and degree of riveting of the surface layer of Batan teeth. Middle European Scientific Bulletin. 2021; 18: 169-171.

[9] Fedorov S., Sharipov J., Abrorov A. Increasing the surface stability of the cutting tool through complex machining. Journal of Physics: Conference Series. 2021; 1889(2): 022079.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Аброров Акбар Саидович, старший преподаватель, Бухарский инженерно-технологический институт, Бухара, Узбекистан
E-mail: abrorov1975@mail.ru

Akbar S. Abrorov, Senior Lecturer, Bukhara Engineering Technological Institute, Bukhara, Uzbekistan
E-mail: abrorov1975@mail.ru

Кувончева Матлуба Рашидовна, докторант, Бухарский инженерно-технологический институт, Бухара, Узбекистан

Matluba R. Kuvoncheva, doctoral student, Bukhara Engineering Technological Institute, Bukhara, Uzbekistan

Хасанова Ноила Намозовна, преподаватель специальных дисциплин, Бухарская профессиональная школа, Бухара, Узбекистан

Noila N. Khasanova, teacher of special disciplines, Bukhara vocational school, Bukhara, Uzbekistan

Мухаммадов Мухсин Азамат угли, магистр группы М8-21ТМО и ТО, Бухарский инженерно-технологический институт, Бухара, Узбекистан

Mukhsin A. Mukhammadov, master student, Bukhara Engineering Technological Institute, Bukhara, Uzbekistan

Саидов Хасан Акбар угли, студент группы 312-20 ТМО, Бухарский инженерно-технологический институт, Бухара, Узбекистан

Khasan A. Saidov, student, Bukhara Engineering Technological Institute, Bukhara, Uzbekistan

Статья поступила в редакцию 13.11.2022; одобрена после рецензирования 25.11.2022; принята к публикации 28.11.2022.

The article was submitted 13.11.2022; approved after reviewing 25.11.2022; accepted for publication 28.11.2022.